



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA
MECÁNICA



HERRAMIENTA COMPUTACIONAL PARA
DETERMINAR LAS CARGAS TÉRMICAS QUE
INTERVIENEN EN EL PROCESO DE
ACONDICIONAMIENTO DE AMBIENTE

Cordero Rafael.
González Enrique.

Naguanagua, 16 de Noviembre de 2010



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA
MECÁNICA



HERRAMIENTA COMPUTACIONAL PARA DETERMINAR LAS CARGAS TÉRMICAS QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO DE ACONDICIONAMIENTO DE AMBIENTE

*Trabajo especial de grado presentado ante la Ilustre Universidad de
Carabobo para optar al título de Ingeniero Mecánico*

Tutor académico:

Nombre del Tutor. *Ing. Nilo Espinoza*

Autores:

Cordero Rafael.

González Enrique.

Naguanagua, 16 de Noviembre de 2010



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA
MECÁNICA



CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Quienes suscriben, Miembros del Jurado designado por el Consejo de Escuela de Ingeniería Mecánica para examinar la Tesis de Pregrado titulada "**Herramienta Computacional para determinar las cargas térmicas que intervienen en el proceso de acondicionamiento de ambiente**", presentada por los bachilleres: **Rafael Cordero**, y **Enrique González**, portadores de la Cédula de Identidad N°: **18.178.887**, y **18.693.321**. respectivamente; hacemos constar que hemos revisado y aprobado el mencionado trabajo.

Prof. Tutor, *Ing. Nilo Espinoza*
Presidente del jurado

Prof. Gruber Caraballo
Miembro del jurado

Prof. Damelys Zabala
Miembro del jurado

En Naguanagua a los 16 días del mes de Noviembre de 2010

Agradecimientos

Primero que todo a Dios nuestro señor, el cual nos da vida y salud a diario, además de la constancia y las ganas de seguir adelante a pesar de todos los obstáculos que se nos presentaron, cosas sin las cuales no podríamos haber llevado a cabo y culminado el presente proyecto.

En segundo lugar y no menos importante a nuestros padres que nos dieron la vida y siempre nos apoyan sin importar las circunstancias en que nos hallemos, además del sustento económico sin el cual nos hubiese sido imposible alcanzar todo lo que hemos logrado, seguidamente a los docentes, que nos brindan su apoyo y todo sus conocimientos sin esperar nada a cambio de nosotros y finalmente a todas aquellas personas como lo son amigos y familiares que directa o indirectamente nos brindaron en algún momento su ayuda cuando mas la necesitábamos.

Muchísimas gracias....

Resumen

El presente trabajo, el cual lleva por título “Herramienta computacional para determinar las cargas térmicas que intervienen en el proceso de acondicionamiento de ambientes” tiene como objetivo principal facilitar al usuario el proceso de determinación de las cargas térmicas que afectan las condiciones de confort dentro de un local determinado. Por otra parte, contribuye a la disminución del tiempo que se requiere para llevar a cabo dicho proceso de forma manual, minimizando el factor de error humano que se puede cometer al realizar el cálculo de ésta manera. Lo anteriormente expuesto se lleva a cabo mediante el diseño y creación de un programa computacional de fácil manejo, el cual basa su metodología de cálculo en uno de los métodos más usados y confiables en cuanto al diseño de sistemas de acondicionamiento de ambientes, tal como lo es el método del manual del Carrier.

El programa se encarga de guiar al usuario por cada una de las etapas de cálculo requeridas para la determinación de cada una de las cargas que podrían intervenir en un local, dicha herramienta presenta varias opciones las cuales abarcan distintas aplicaciones para un local, la estructura organizada de la

herramienta, la cual proporciona instantáneamente los resultados de cada una de las etapas de cálculo, crea un proceso fluido y de fácil comprensión para el diseñador.

A modo de validación de la herramienta, se lleva a cabo la determinación de las cargas para un local por medio de ambos métodos (manual y con el uso de la herramienta) y se comparan los resultados obtenidos en cuanto a tiempo, facilidad y confiabilidad.

Listado de variables

a = Factor de Corrección de ΔT_e ($^{\circ}\text{C}$)

A_{sol} = Área expuesta al sol (m^2).

A_{sombra} = Área sombreada (m^2).

$A_{te/pe}$ = Área total de techo o pared (m^2)

A_{vS} = Área de vidrio soleada (m^2).

A_{ve} = Área total de vidrios exteriores (m^2)

A_{vI} = Área total de vidrios interiores (m^2)

$A_{pta.I}$ = Área total de puerta interior (m^2)

$A_{pared.I}$: Área total de paredes interiores (m^2)

ii Herramienta computacional para determinar las cargas térmicas que intervienen en el proceso de acondicionamiento de ambiente.

A_{Pta} = Área total de la puerta (m^2)

A_{Vent} = Área total de la ventana (m^2)

A_p : Área de piso (m^2)

ADP = Punto de rocío del aparato ($^{\circ}C$).

A_{cond} = Área de la sección transversal del conducto (m^2)

b = Corrección por el color del muro.

BF = Factor de Bypass

CSE=Calor Sensible del Equipo (W) ó (kcal/h)

CLE= Calor Latente del Equipo (W) ó (kcal/h)

c= Velocidad media de circulación del aire dentro de los conductos (m/s)

C_i = Velocidad del aire en la boca de impulsión (m/s)

C_a = Velocidad del aire en la boca de aspiración (m/s)

ERSH = Cargas térmicas sensibles efectivo total de la instalación (W) ó (kcal/h).

ERLH = Cargas térmicas latentes efectivo total de la instalación (W) ó (kcal/h).

ERTH = Cargas térmicas efectivas totales de la instalación (W) ó (kcal/h)

f_{MM} = Factor de Corrección por marco metálico

$f_{Alt.}$ = Factor de Corrección por Altitud sobre el nivel del mar.

$f_{TR.}$ = Factor de Corrección por Temperatura de Rocío.

F_s = Factor de Sombras debido a los elementos internos ó externos

$F_{Viento}^{vel.}$ = Factor de corrección por velocidad del viento

$F_{Viento}^{Direccion}$ = Factor de corrección por la dirección del viento

f_{seg} = Factor de seguridad

GTH = Cargas térmicas totales de la instalación (W) ó (kcal /h).

$L_{Rend.Ptas}$ = Longitud total de las rendijas en la puerta (m)

$L_{Rend. Vent}$ = Longitud total de las rendijas en la ventana (m)

L_{ext} = Longitud del conducto que atraviesa la zona no acondicionada (m)

L_{Total} = Longitud de conducto total del conducto de suministro del local (m).

ML = Disipación metabólica latente (W) ó (kcal /h).

MS = Disipación metabólica sensible (W) ó (kcal /h).

N_1 : Caudal de aire fresco por área de piso ($m^3 /h \cdot m^2$)

N_2 = Caudal de aire fresco por persona ($m^3 /h \cdot N^\circ$ personas).

OASH = Flujo de calor sensible debido al caudal de aire fresco para compensar las fugas y el caudal de aire fresco de renovación (W) ó (kcal /h).

OALH = Flujo de calor latente debido al caudal de aire fresco para compensar las fugas y el caudal de aire fresco de renovación (W) ó (kcal /h).

P_u = Potencia útil de las luminarias (W)

P = perímetro el conducto (m)

\dot{Q}_{RS} = Aportaciones solares de calor a través de vidrios que comunican al exterior (W) ó (kcal /h).

$\dot{Q}_{te/pe}$ = Flujo de calor a través del techo o pared exterior (W) ó (kcal /h)

\dot{Q}_{VE} = Ganancia de calor por conducción y convección través de vidrios exteriores (W) ó (kcal /h)

\dot{Q}_{VI} = Ganancia de calor a través de vidrios interiores (W) ó (kcal /h).

IV Herramienta computacional para determinar las cargas térmicas que intervienen en el proceso de acondicionamiento de ambiente.

$\dot{Q}_{Pta.I}$ = Ganancia de calor a través de puertas interiores (W) ó (kcal/h).

$\dot{Q}_{Pared.I}$ = Flujo de calor a través de paredes interiores (W) ó (kcal/h).

$\dot{Q}_{s, inf}$ = Ganancia de calor sensible debido a infiltración (W) ó (kcal/h)

$\dot{Q}_{l, inf}$ = Ganancia de calor latente debido a infiltración (W) ó (kcal/h)

$\dot{Q}_{Total, AE}$ = Ganancia de calor total debido al caudal de aire de renovación según normas Conevin (W) ó (kcal/h).

$\dot{Q}_{s, AE}$ = Ganancia de calor sensible debido al caudal de aire de renovación según normas Covenin (W) ó (kcal/h).

$\dot{Q}_{l, AE}$ = Ganancia de calor latente debido al caudal de aire de renovación según normas Covenin (W) ó (kcal/h).

$\dot{Q}_{l, pers}$ = Ganancia de calor latente debido a personas

$\dot{Q}_{s, pers}$ = Ganancia de calor sensible debido a personas

\dot{Q}_{ilum} = Flujo de calor debido a la iluminación (W) ó (kcal/h)

\dot{Q}_{Equipo} = Flujo de calor debido a equipos (W) ó (kcal/h)

$\dot{Q}_{s, AE}$ = Cargas térmicas sensibles del caudal de aire exterior (W) ó (kcal/h).

$\dot{Q}_{l, AE}$ = Cargas térmicas latentes del caudal de aire del exterior (W) ó (kcal/h).

\dot{Q}_{CS} = Ganancia de calor a través de las paredes de los conductos de suministro (W) ó (kcal/h)

$\dot{Q}_{s, F}$ = Flujo de calor sensible debido a las fugas en a los conductos de suministro (W) ó (kcal/h)

$\dot{Q}_{l,F}$ = Flujo de calor latente debido a las fugas en a los conductos de suministro (W) ó (kcal /h).

\dot{Q}_{CR} = Flujo de calor sensible debido a los conductos de retorno (W) ó (kcal /h).

\dot{Q}_{vent} = Flujo de calor sensible debido al ventilador de suministro (W) ó (kcal /h).

R_s = Máxima insolación, correspondientes al mes y latitud supuestos de diseño (W/m²) ó (kcal/h-m²)

R_m = Máxima insolación, mes de julio 40° latitud norte. Tabla N°1 Pág. I.21. (W/m²) ó (kcal/h-m²)

R_{SH} = Cargas térmicas sensible del local (W) ó (kcal /h).

R_{LH} = Cargas térmicas latente del local (W) ó (kcal /h).

R_{TH} = Cargas térmicas total del local (W) ó (kcal /h).

R_{SHF} =factor de calor sensible del local

T_e = Temperatura exterior (°C)

T_i = Temperatura interior (°C)

T_{SH} = Cargas térmicas sensible total de la instalación (W) ó (kcal /h).

T_{LH} = Cargas térmicas latente total de la instalación (W) ó (kcal /h).

T_a = Temperatura del ambiente exterior (°C)

T_e = Temperatura a la entrada al conducto (°C)

T_s = Temperatura a la salida del conducto (°C)

U_{pe} = Coeficiente de transmisión global en paredes exteriores (W /h · m² · °C) ó (kcal /h · m² · °C)

Ví Herramienta computacional para determinar las cargas térmicas que intervienen en el proceso de acondicionamiento de ambiente.

U_{ve} = Coeficiente de transmisión global en vidrios ($W/h \cdot m^2 \cdot ^\circ C$) ó ($kcal/h \cdot m^2 \cdot ^\circ C$)

U_{pi} = Coeficiente de transmisión global en paredes interiores ($W/h \cdot m^2 \cdot ^\circ C$) ó ($kcal/h \cdot m^2 \cdot ^\circ C$)

U_{pui} = Coeficiente de transmisión global de puertas interiores ($W/h \cdot m^2 \cdot ^\circ C$) ó ($kcal/h \cdot m^2 \cdot ^\circ C$).

U_{cond} = Coeficiente global de transferencia de calor en las paredes del conducto ($kcal/h \cdot m^2 \cdot ^\circ C$) ó ($W/m^2 \cdot K$),

\dot{V}_{inf}° = Caudal de aire infiltrado por puertas y ventanas (m^3/h)

$\dot{V}_{Apert.de}^\circ$ = Caudal infiltrado por apertura de puertas y ventanas (m^3/h)
Ptas. y Vent.

$\dot{V}_{Rendijas de}^\circ$ = Caudal infiltrado por rendijas en puertas y ventanas. (m^3/h)
Ptas. y Vent

\dot{V}_{AP}° = Volumenn de infiltración por apertura de puertas (m^3/h)

\dot{V}_{AV}° = Volumen de infiltración por apertura de ventanas (m^3/h)

\dot{V}_{RP}° = Volumenn de infiltración por rendijas de puertas (m^3/h por m lineal de rendija)

\dot{V}_{RV}° = Volumenn de infiltración por rendijas de ventanas (m^3/h por m lineal de rendija)

\dot{V}_2° = Caudal de aire fresco en base al número de personas (m^3/h)

\dot{V}_1° = Caudal de aire fresco en base al área del piso (m^3/h)

V_{AET} = Caudal de aire total del exterior (m^3/h)

\dot{V}_s = Caudal de aire de suministro total (m³/h)

V_f = Caudal de aire fresco para compensar las fugas (m³/h)

ΔT_e = Diferencia equivalente de temperatura (°C)

ω_e = Humedad específica del aire exterior o del aire infiltrado (g_v/kg_a)

ω_i = Humedad específica interior (g_v/kg_a)

%Apert = Porcentaje de apertura de la ventana

Δp = Incremento de presión entre aspiración e impulsión (Pa)

ρ = Densidad media del aire entre la aspiración e impulsión (kg/m³)

η_{vent} = Rendimiento del ventilador (%)

η_{Trans} = Rendimiento del mecanismo de transmisión Motor-Ventilador (%)

η_{Mot} = Rendimiento del motor eléctrico (%)

Viii Herramienta computacional para determinar las cargas térmicas que intervienen en el proceso de acondicionamiento de ambiente.

Índice general

Índice general	ix
Índice de figuras	xv
Índice de tablas	xxi
CAPÍTULO 1 Introducción	1
Introducción, 1	
1.1 Situación problemática, 2	
1.2 Objetivos, 3	
<i>1.2.1 Objetivo General, 3</i>	
<i>1.2.2 Objetivos Específicos, 3</i>	
1.3 Justificación, 4	
1.4 Alcance, 5	
1.5 Limitaciones, 5	

CAPÍTULO 2	Bases Teóricas	7
2.1	Antecedentes, 7	
2.2	Bases Teóricas,8	
2.2.1	<i>Conducción, 9</i>	
2.2.2	<i>Convección, 10</i>	
2.2.3	<i>Radiación, 11</i>	
2.2.4	<i>Conductividad Térmica, 12</i>	
2.2.5	<i>Coficiente Global de transmisión de calor, 12</i>	
2.2.6	<i>Estudio del Local, 15</i>	
2.2.7	<i>Cargas Térmicas, 16</i>	
2.2.8	<i>Lenguaje de Programación Visual Basic, 27</i>	
CAPÍTULO 3	Metodología	29
3.1	Introducción, 29	
3.2	Tipo de investigación, 29	
3.3	Etapas metodológicas de la investigación, 30	
3.3.1	<i>Selección de la metodología de cálculo, 30</i>	
3.3.2	<i>Determinación de variables y parámetros a tomar en cuenta según la metodología de cálculo, 31</i>	
3.3.2.1	<i>Condiciones exteriores de diseño, 31</i>	
3.3.2.2	<i>Condiciones interiores de diseño, 32</i>	
3.3.2.3	<i>Determinación de cargas térmicas externas, 32</i>	
3.3.2.3.1	<i>Conducción, convección, y radiación combinada a través de techos y paredes que comunican con el exterior, 32</i>	
3.3.2.3.2	<i>Sombras proyectadas por salientes y edificios próximos, 35</i>	

- 3.3.2.3.3 *Sombras proyectadas por los salientes de la ventana, 38*
- 3.3.2.3.4 *Aportaciones solares a través de vidrios que comunican con el exterior, 39*
- 3.3.2.3.5 *Conducción y convección a través de vidrios, 40*
- 3.3.2.3.6 *Conducción y convección a través de vidrios, puertas y paredes interiores, 41*
- 3.3.2.3.7 *Calor por infiltración de aire a través de puertas y ventanas que comunican con el exterior, 42*
- 3.3.2.3.8 *Caudal del aire exterior necesario para la renovación del aire interno, 45*
- 3.3.2.4 *Determinación de cargas térmicas internas, 46*
 - 3.3.2.4.1 *Ganancias de calor por ocupantes, 46*
 - 3.3.2.4.2 *Ganancias de calor por alumbrado, 47*
 - 3.3.2.4.3 *Ganancias de calor por equipos diversos y de restaurantes, 47*
- 3.3.2.5 *Determinación del calor total del local, 48*
- 3.3.2.6 *Balance Psicrométrico, 49*
 - 3.3.2.6.1 *Factor de calor sensible del local, 50*
 - 3.3.2.6.2 *Factor de calor sensible total, 51*
 - 3.3.2.6.3 *Factor de calor sensible efectivo, 53*
 - 3.3.2.6.4 *Determinación del caudal de suministro, 57*
 - 3.3.2.6.5 *Condiciones de aire de suministro, 58*
- 3.3.2.7 *Cargas térmicas debidas a la instalación, 60*
 - 3.3.2.7.1 *Por los conductos de suministro de aire, 61*

- 3.3.2.7.2 *Por los conductos de retorno de aire, 62*
- 3.3.2.7.3 *Por fugas en los conductos de suministro, 62*
- 3.3.2.7.4 *Por los ventiladores de impulsión y aspiración, 64*
- 3.3.2.8 *Capacidad requerida por el equipo, 65*
 - 3.3.2.8.1 *Coefficiente de seguridad, 65*
 - 3.3.2.8.2 *Capacidad del equipo de acondicionamiento, 65*
- 3.3.2.9 *Digitalización de tablas, 67*
- 3.3.3 *Elaboración de algoritmos que definen el procedimiento a seguir por el programa, 67*
- 3.3.4 *Elección del lenguaje de programación para realización de interfaz visual y codificación del programa, 69*
- 3.3.5 *Validación de resultados con ensayos prácticos, 69*
- 3.4 *Instrumentos de recolección de información, 69*
- 3.5 *Técnicas de procesamiento y análisis de datos, 70*
- 3.6 *Aspectos administrativos, 71*
 - 3.6.1 *Recursos materiales, 71*
 - 3.6.2 *Recursos humanos, 71*

CAPÍTULO IV Resultados y Análisis

73

- 4.1 *Introducción, 73*
- 4.2 *Algoritmos que definen el proceso a seguir por el programa, 73*
 - 4.2.1 *Algoritmo para obtener condiciones interiores de diseño, 74*

- 4.2.2 Algoritmo para determinar cargas térmicas por conducción, convección y radiación a través de paredes que comunican con el exterior, 74
- 4.2.3 Algoritmo para obtener cargas térmicas por conducción y convección a través de vidrios que comunican con el exterior, 79
- 4.2.4 Algoritmo para obtener calor por aportaciones solares en vidrios que comunican con el exterior, 79
- 4.2.5 Algoritmo para el cálculo de cargas térmicas por conducción y convección a través de paredes, puertas y ventanas interiores, 79
- 4.2.6 Algoritmo para el cálculo de cargas térmicas por infiltraciones a través de puertas y ventanas, 84
- 4.2.7 Algoritmo para obtener el calor por alumbrado y por ocupantes, 84
- 4.2.8 Algoritmo para obtener cargas térmicas por aparatos diversos y de restaurantes, 89
- 4.2.9 Algoritmo para obtener cargas térmicas por fugas en instalaciones, 90
- 4.2.10 Algoritmo para calcular el calor aportado a través de conductos de suministro y de retorno, 90
- 4.2.11 Algoritmo para calcular la carga térmica generada por el ventilador de impulsión, 92
- 4.2.12 Algoritmo para obtener las cargas térmicas debidas al aire de renovación exterior, 93
- 4.2.13 Algoritmo para calcular el volumen de suministro del local, 94

4.2.14 Algoritmo para obtener la capacidad de enfriamiento total del equipo, 95	
4.3 Elección del lenguaje de programación para el desarrollo de la interfaz visual y codificación de la herramienta, 96	
4.3.1 Lenguaje de programación a utilizar, 96	
4.3.2 Descripción de interfaz visual y codificación de la herramienta, 97	
4.4 Validación de la herramienta con ensayo práctico, 97	
4.4.1 Estudio del local, 97	
4.4.2 División del local en número específico de áreas para la determinación de las cargas térmicas en cada una de las áreas, 107	
4.4.3 Determinación de las cargas térmicas del área 1, 110	
4.4.4 Determinación de las cargas térmicas del área 2, 124	
4.4.5 Determinación de las cargas térmicas del área 3, 136	
4.4.6 Determinación de las cargas térmicas del área 4, 147	
4.4.7 Determinación del volumen de suministro y de las cargas térmicas por aire de renovación, 167	
4.4.8 Capacidad del equipo de acondicionamiento, 180	
Conclusiones	183
Recomendaciones	187
Referencias Bibliográficas	189
Apéndices	191
Anexos	297

Índice de figuras

2.1 Conducción y convección a través de una pared plana	13
2.2 Ángulos Solares	20
2.3 Forma y distribución de los conductos de aire	25
2.4 Ventiladores de aspiración e impulsión en un conducto de Aire	26
3.1 Ángulos solares con respecto a un local	35
3.2 Sombras producidas por salientes	35
3.3 Sombras producidas por edificio próximo	37
3.4 Sombras proyectadas por salientes en la ventana	38
3.5 Determinación de la recta RSHF	51
3.6 Determinación de la recta GSHF	52
3.7 Determinación de la recta ESHF	56
3.8 Determinación de la recta ESHF	57
3.9 Forma utilizada para variables de entrada en algoritmos	67
3.10 Forma utilizada para procesamiento de datos en algoritmos	68
3.11 Forma utilizada para estructuras condicionales en	68

Algoritmos	
3.12 Forma utilizada para estructuras repetitivas en algoritmos	68
4.1 Algoritmo: Condiciones interiores de diseño	75
4.2 Algoritmo Cargas Térmicas a través de paredes exteriores	76
4.3 Algoritmo: Conducción y convección por vidrios exteriores	80
4.4 Algoritmo: Aportaciones Solares por vidrios exteriores	81
4.5 Algoritmo: Convección y conducción por paredes, puertas y ventanas internas	82
4.6 Algoritmo: Infiltraciones a través de puertas y ventanas	85
4.7 Algoritmo: Cargas por alumbrado y ocupantes	88
4.8 Algoritmo: Cargas térmicas por aparatos diversos	89
4.9 Algoritmo: Cargas térmicas por fugas en instalaciones	90
4.10 Algoritmo: Cargas térmicas conductos de suministro y retorno	91
4.11 Algoritmo: Cargas térmicas por motor de impulsión	92
4.12 Algoritmo: Cargas térmicas por aire de renovación exterior	93
4.13 Algoritmo: Cálculo de volumen de suministro del local	94
4.14 Algoritmo: Obtención de capacidad de enfriamiento	95
4.15 Orientación del local e influencia del viento (planta baja)	98
4.16 Orientación del local e influencia del viento (planta alta)	99
4.17 Dimensiones del local (planta alta)	100
4.18 Dimensiones del local (planta baja)	101
4.19 Resultados de las condiciones internas de diseño mostrados por la herramienta	105
4.20 Ubicación y dimensiones de las ventanas en el local (planta alta)	105
4.21 Ubicación y dimensiones de las ventanas en el local (planta baja)	106
4.22 Área 1 del local	108
4.23 Área 2 del local	108

4.24 Área 3 del local	109
4.25 Ubicación de las áreas del local	109
4.26 Área 4 del local	110
4.27 Resultados de la conducción, convección y radiación combinada a través de paredes que comunican al exterior mostrados por la herramienta (área 1)	112
4.28 Resultados de la conducción, convección y radiación combinada a través de techos que comunican al exterior mostrados por la herramienta. (área 1)	112
4.29 Resultados de la conducción, convección y radiación combinada a través de paredes que comunican al exterior mostrados por la herramienta (área 1)	114
4.30 Resultados de la conducción y convección a través de vidrios que comunican al exterior mostrados por la herramienta (área 1)	116
4.31 Resultados de Conducción y convección a través de vidrios, puertas y paredes interiores mostrados por la herramienta (área 1)	117
4.32 Cargas por ocupantes mostradas por la herramienta (área 1)	119
4.33 Cargas por alumbrado mostradas por la herramienta (área 1)	120
4.34 Cargas por equipos mostradas por la herramienta (área 1)	122
4.35 Conducción, convección y radiación a través de techos y paredes que comunican al exterior mostradas por la herramienta	126
4.36 Conducción, convección y radiación a través de techos y paredes que comunican al exterior mostradas por la herramienta	126

4.37	Conducción y convección a través de vidrios que comunican al exterior mostradas por la herramienta (área2)	128
4.38	Conducción y convección a través de vidrios, puertas y paredes interiores mostradas por la herramienta (área 2)	129
4.39	Cargas por ocupantes mostradas por la herramienta (área 2)	131
4.40	Cargas por alumbrado mostradas por la herramienta (área 2)	132
4.41	Cargas por equipos mostradas por la herramienta (área 2)	133
4.42	Conducción, convección y radiación a través de paredes que comunican al exterior mostradas por la herramienta	137
4.43	Conducción, convección y radiación combinada a través del techo mostradas por la herramienta (área 3)	138
4.44	Conducción y convección a través de vidrios que comunican al exterior mostradas por la herramienta (área 3)	140
4.45	Conducción y convección a través de vidrios, puertas y paredes interiores mostradas por la herramienta (área 3)	142
4.46	Cargas por ocupantes mostradas por la herramienta (área 3)	144
4.47	Cargas por alumbrado mostradas por la herramienta (área 3)	145
4.48	Cargas por equipos mostradas por la herramienta (área 3)	146
4.49	Conducción, convección y radiación combinada a través de paredes que comunican al exterior mostradas por la herramienta (área 4)	150
4.50	Conducción, convección y radiación combinada a través de paredes que comunican al exterior mostradas por la herramienta (área 4)	151
4.51	Aportaciones solares a través de vidrios que comunican con el exterior mostradas por la herramienta (área 4)	153
4.52	Conducción y convección a través de vidrios que	155

comunican al exterior mostradas por la herramienta (área4)	156
4.53 Conducción y convección a través de vidrios que comunican al exterior mostradas por la herramienta (área 4)	158
4.54 Conducción y convección a través de vidrios que comunican al exterior mostradas por la herramienta (área4)	159
4.55 Conducción y convección a través de vidrios, puertas y paredes interiores mostradas por la herramienta (área 4)	161
4.56 Conducción y convección a través de vidrios, puertas y paredes interiores mostradas por la herramienta (área 4)	163
4.57 Cargas por ocupantes mostradas por la herramienta (área 4)	164
4.58 Cargas por alumbrado mostradas por la herramienta (área 4)	165
4.59 Cargas por equipos mostradas por la herramienta (área 4)	169
4.60 Cargas por aire de renovación del aire interior en el área 1 obtenidas mediante la herramienta	170
4.61 Cargas por aire de renovación del aire interior en el área 2 obtenidas mediante la herramienta	172
4.62 Cargas por aire de renovación del aire interior en el área 2 obtenidas mediante la herramienta	174
4.63 Volumen por aire de renovación del aire interior en baños (2 ^{da} planta) mostrado por la herramienta	175
4.64 Volumen por aire de renovación del aire interior en baños (3 ^{ra} planta) mostrado por la herramienta.	176
4.65 Temperatura y volumen de suministro mostrados por la herramienta	178
4.66 Cargas térmicas debido al conducto de suministro mostradas por la herramienta	179
4.67 Cargas térmicas debido al conducto de retorno mostradas por la herramienta	

XX Herramienta computacional para determinar las cargas térmicas que intervienen en el proceso de acondicionamiento de ambiente.

4.68 Cargas térmicas debidas a fugas en los conductos de suministro mostradas por la herramienta	180
4.69 Capacidad del equipo de acondicionamiento mostrada por la herramienta	181

Índice de tablas

3.1 Resumen de cargas sensibles y latentes del local	49
4.1 Condiciones ambientales de la ciudad de Valencia	102
4.2 Temperatura mínima del día 18 de enero	102
4.3 Promedio mensual de humedades relativas	103
4.4 Condiciones interiores de diseño obtenidas mediante el método manual (área 1)	104
4.5 Condiciones interiores de diseño obtenidas mediante el uso de la herramienta (área 1)	104
4.6 Conducción, convección y radiación combinada a través de techos y paredes que comunican al exterior obtenidas mediante el método manual (área 1)	111
4.7 Conducción, convección y radiación combinada a través de	

techos y paredes que comunican al exterior obtenidas mediante la herramienta (área 1)	111
4.8 Aportaciones solares a través de vidrios que comunican con el exterior obtenidas mediante el método manual (área 1)	113
4.9 Aportaciones solares a través de vidrios que comunican con el exterior obtenidas mediante la herramienta (área 1)	114
4.10 Conducción y convección a través de vidrios que comunican al exterior obtenidas mediante el método manual (área 1)	115
4.11 Conducción y convección a través de vidrios que comunican al exterior obtenidas mediante la herramienta (área 1)	115
4.12 Conducción y convección a través de vidrios, puertas y paredes interiores obtenidas mediante el método manual (área 1)	117
4.13 Conducción y convección a través de vidrios, puertas y paredes interiores obtenidas mediante la herramienta	117
4.14 Cargas por ocupantes obtenidas mediante el método manual (área 1)	118
4.15 Cargas por ocupantes obtenidas mediante la herramienta (área 1)	119
4.16 Cargas por alumbrado obtenidas mediante el método manual (área 1)	120
4.17 Cargas por alumbrado obtenidas mediante la herramienta (área 1)	120
4.18 Cargas térmicas por equipos obtenidas mediante el método manual (área 1)	121
4.19 Cargas térmicas por equipos obtenidas mediante la	

herramienta (área 1)	121
4.20 Resumen de cargas térmicas en el área 1 obtenidas mediante el método manual (área 1)	123
4.21 Resumen de cargas térmicas en el área 1 obtenidas mediante la herramienta (área 1)	124
4.22 Conducción, convección y radiación combinada a través de techos y paredes que comunican al exterior obtenidas mediante el método manual (área 2)	124
4.23 Conducción, convección y radiación combinada a través de techos y paredes que comunican al exterior obtenidas mediante la herramienta (área 2)	125
4.24 Conducción y convección a través de vidrios que comunican al exterior obtenidas mediante el método manual (área 2)	125
4.25 Conducción y convección a través de vidrios que comunican al exterior obtenidas mediante la herramienta (área 2)	127
4.26 Conducción y convección a través de vidrios, puertas y paredes interiores obtenidas mediante el método manual (área 2)	127
4.27 Conducción y convección a través de vidrios, puertas y paredes interiores obtenidas mediante la herramienta (área 2)	129
4.28 Cargas por ocupantes obtenidas mediante el método manual (área 2)	129
4.29 Cargas por ocupantes obtenidas mediante la herramienta (área 2)	130
4.30 Cargas por alumbrado obtenidas mediante el método	

manual (área 2)	131
4.31 Cargas por alumbrado obtenidas mediante la herramienta (área 2)	132
4.32 Cargas térmicas por equipos obtenidas mediante el método manual (área 2)	132
4.33 Cargas térmicas por equipos obtenidas mediante la herramienta (área 2)	133
4.34 Resumen de cargas térmicas en el área 1 obtenidas mediante el método manual (área 2)	133
4.35 Resumen de cargas térmicas en el área 1 obtenidas mediante la herramienta (área 2)	134
4.36 Conducción, convección y radiación combinada a través de techos y paredes que comunican al exterior obtenidas mediante el método manual (área 3)	135
4.37 Conducción, convección y radiación combinada a través de techos y paredes que comunican al exterior obtenidas mediante la herramienta (área 3)	136
4.38 Conducción y convección a través de vidrios que comunican al exterior obtenidas mediante el método manual (área 3)	137
4.39 Conducción y convección a través de vidrios que comunican al exterior obtenidas mediante la herramienta (área 3)	139
4.40 Conducción y convección a través de vidrios, puertas y paredes interiores obtenidas mediante el método manual (área 3)	139
4.41 Conducción y convección a través de vidrios, puertas y paredes interiores obtenidas mediante la herramienta	141

(área 3)	
4.42 Cargas por ocupantes obtenidas mediante el método manual (área 3)	141
4.43 Cargas por ocupantes obtenidas mediante la herramienta (área 3)	143
4.44 Cargas por alumbrado obtenidas mediante el método manual (área 3)	143
4.45 Cargas por alumbrado obtenidas mediante la herramienta (área 3)	144
4.46 Cargas térmicas por equipos obtenidas mediante el método manual (área 3)	145
4.47 Cargas térmicas por equipos obtenidas mediante la herramienta (área 3)	146
4.48 Resumen de cargas térmicas en el área 1 obtenidas mediante el método manual (área 3)	146
4.49 Resumen de cargas térmicas en el área 1 obtenidas mediante la herramienta (área 3)	147
4.50 Conducción, convección y radiación combinada a través de techos y paredes que comunican al exterior obtenidas mediante el método manual (área 4)	148
4.51 Conducción, convección y radiación combinada a través de techos y paredes que comunican al exterior obtenidas mediante la herramienta (área 4)	149
4.52 Conducción, convección y radiación combinada a través de techos y paredes que comunican al exterior obtenidas mediante el método manual (área 4)	149
	150

4.53 Conducción, convección y radiación combinada a través de techos y paredes que comunican al exterior obtenidas mediante la herramienta (área 4)	151
4.54 Aportaciones solares a través de vidrios que comunican con el exterior obtenidas mediante el método manual (área 4)	
4.55 Aportaciones solares a través de vidrios que comunican con el exterior obtenidas mediante la herramienta (área 4)	152
4.56 Conducción y convección a través de vidrios que comunican al exterior obtenidas mediante el método manual (área 4)	152
4.57 Conducción y convección a través de vidrios que comunican al exterior obtenidas mediante la herramienta (área 4)	154
4.58 Conducción y convección a través de vidrios que comunican al exterior obtenidas mediante el método manual (área 4)	154
4.59 Conducción y convección a través de vidrios que comunican al exterior obtenidas mediante la herramienta (área 4)	156
4.60 Conducción y convección a través de vidrios que comunican al exterior obtenidas mediante el método manual (área 4)	156
4.61 Conducción y convección a través de vidrios que comunican al exterior obtenidas mediante la herramienta (área 4)	157
	157

4.62	Conducción y convección a través de vidrios, puertas y paredes interiores obtenidas mediante el método manual (área 4)	
4.63	Conducción y convección a través de vidrios, puertas y paredes interiores obtenidas mediante la herramienta	159
4.64	Conducción y convección a través de vidrios, puertas y paredes interiores obtenidas mediante el método manual (área 4)	159
4.65	Conducción y convección a través de vidrios, puertas y paredes interiores obtenidas mediante la herramienta (área 4)	160
4.66	Cargas por ocupantes obtenidas mediante el método manual (área 4)	160
4.67	Cargas por ocupantes obtenidas mediante la herramienta (área 4)	162
4.68	Cargas por alumbrado obtenidas mediante el método manual (área 4)	162
4.69	Cargas por alumbrado obtenidas mediante la herramienta (área 4)	163
4.70	Cargas térmicas por equipos obtenidas mediante el método manual (área 4)	164
4.71	Cargas térmicas por equipos obtenidas mediante la herramienta (área 4)	165
4.72	Resumen de cargas térmicas en el área 1 obtenidas mediante el método manual (área 4)	165
4.73	Resumen de cargas térmicas en el área 1 obtenidas mediante la herramienta (área 4)	166

	167
4.74 Cargas por aire de renovación del aire interior en el área 1 obtenidas mediante el método manual	
4.75 Cargas por aire de renovación del aire interior en el área 1 obtenidas mediante la herramienta	168
4.76 Cargas por aire de renovación del aire interior en el área 2 obtenidas mediante el método manual	168
4.77 Cargas por aire de renovación del aire interior en el área 2 obtenidas mediante la herramienta	169
4.78 Cargas por aire de renovación del aire interior en el área 3 obtenidas mediante el método manual	170
4.79 Cargas por aire de renovación del aire interior en el área 3 obtenidas mediante la herramienta	171
4.80 Cargas por aire de renovación del aire interior en el área 4 obtenidas mediante el método manual	171
4.81 Cargas por aire de renovación del aire interior en el área 4 obtenidas mediante la herramienta	171
4.82 Volumen por aire de renovación del aire interior en baños (2 ^{da} planta) obtenido mediante el método manual	172
4.83 Volumen por aire de renovación del aire interior en baños (2 ^{da} planta)	173
4.84 Volumen por aire de renovación del aire interior en baños (3 ^{ra} planta) obtenido mediante el método manual	173
4.85 Volumen por aire de renovación del aire interior en baños (3 ^{ra} planta) obtenido mediante la herramienta	174
4.86 Temperatura y volumen de suministro obtenidos mediante el método manual	175
4.87 Temperatura y volumen de suministro obtenidos mediante	176

la herramienta	
4.88 Cargas térmicas debido a la instalación obtenidas mediante el método manual	176
4.89 Cargas térmicas debido a la instalación obtenidas mediante la herramienta	177
4.90 Cargas térmicas debidas a fugas en los conductos de suministro obtenidas mediante el método manual	177
4.91 Capacidad del equipo de acondicionamiento obtenida mediante el método manual	180
4.92 Capacidad del equipo de acondicionamiento obtenida mediante la herramienta	181
	181

CAPÍTULO 1

Introducción

La función principal del acondicionamiento de aire es mantener dentro de un espacio determinado, condiciones de confort y sanitarias, o bien las necesarias para la conservación de un producto o para un proceso de fabricación. Para conseguirlo debe instalarse un equipo acondicionador de capacidad adecuada y mantener su control durante todo el año. La potencia del equipo se determina de acuerdo con las exigencias instantáneas de la máxima carga real o efectiva; el tipo de control a utilizar dependerá de las condiciones que deben mantenerse durante las cargas máxima y parcial. Generalmente es imposible medir las cargas reales máximas o parciales en un espacio dado, por lo que es preciso hacer un cálculo estimativo de dichas cargas.

Antes de hacer la estimación de la carga es necesario realizar un estudio completo que garantice la exactitud de evaluación de las componentes de carga. Si se examinan minuciosamente las condiciones del local y de la carga real instantánea, podrá proyectarse un sistema económico de funcionamiento uniforme y exento de averías. [1]

La ganancia de calor es la cantidad instantánea de calor que entra al espacio a acondicionar. La carga real o efectiva es la cantidad instantánea de calor eliminada por el equipo. La ganancia instantánea y la carga real rara vez serán iguales debido a la inercia térmica o efecto de almacenamiento o acumulación de calor en las estructuras del edificio que rodean el espacio acondicionado. Con el método que se plantea en este proyecto para la estimación de dicha ganancia de calor, se facilita una herramienta que permita calcular dichas cargas térmicas.

1.1 Situación problemática

En el desarrollo de la materia Aire Acondicionado, impartida en la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Carabobo, correspondiente al 9no semestre, es de suma importancia realizar el cálculo de las cargas térmicas que se encuentran presentes en un ambiente que se desea acondicionar. Debido a esto, los estudiantes deben realizar de manera muy engorrosa el cálculo de dichas cargas térmicas de acuerdo al conjunto de características que presenta el ambiente en el cual se esté trabajando. Para el procedimiento de cálculo de dichas cargas térmicas, es necesario recurrir a un conjunto de tablas proporcionadas por los distintos fabricantes de equipos de aire acondicionado, entre los cuales tenemos los fabricantes mundiales de la marca Carrier, para obtener ciertos factores necesarios para la obtención de las mismas. Esto representa un problema de gran envergadura al cual se tienen que enfrentar los estudiantes al momento de realizar el diseño, por cuanto se pueden cometer errores al entrar a distintas tablas y leer valores erróneos dependiendo de los factores externos e internos de diseño deseados en el ambiente de trabajo.

Otro inconveniente que se presenta al momento de realizar un diseño de acondicionamiento de ambiente, es el hecho de que los programas existentes en la actualidad, para el cálculo de las mismas, pertenecen a las empresas y

fabricantes concernientes al área, por lo cual son información confidencial y no están disponibles para su utilización a nivel académico, lo que no permite el desarrollo técnico- científico de los estudiantes, ni la adquisición de conocimientos respecto al manejo de paquetes de programación que permitan obtener resultados confiables basados siempre en la teoría correspondiente.

Es por todo lo antes señalado, que se hace necesario la creación de una herramienta académica que permita realizar todos los cálculos de una manera mucho más rápida y menos compleja, en la que además se le permita a los estudiantes realizar variaciones significativas en las condiciones de diseño y características del sistema sin tener que volver a realizar todo un conjunto de cálculos numéricos que resten tiempo al momento de requerir de dichos valores de cargas. De la misma manera se hace necesaria la obtención de distintos valores tabulados de una manera más rápida y sin errores de lectura al momento de tomar la data. Con esto, lo que se desea, no es cambiar o modificar el contenido dictado en la asignatura Aire Acondicionado, sino, más bien brindar al estudiante una herramienta que le ayude a la verificación de dichos cálculos, lo cual le hace el camino menos tedioso y repetitivo.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Elaborar una herramienta computacional que facilite el procedimiento de cálculo de las cargas térmicas que intervienen en un proceso de acondicionamiento de ambiente.

1.2.2 Objetivos Específicos

1. Seleccionar un método de cálculo teórico a seguir para la obtención de las cargas térmicas.

2. Determinar los parámetros necesarios para llevar a cabo el cálculo de las cargas térmicas según el criterio seleccionado.
3. Construir los algoritmos que definen el procedimiento a seguir por el programa.
4. Elegir un lenguaje de programación que permita desarrollar la interfaz visual y la codificación de la herramienta.
5. Validar los resultados obtenidos con el programa con resultados de ensayos prácticos realizados.

1.3 Justificación

La elaboración de un programa computarizado para el cálculo de cargas térmicas con el fin de ser utilizado como soporte en el curso de aire acondicionado es de gran utilidad, tanto para la parte docente, como para la parte estudiantil, ya que además de acortar el camino hacia la determinación de dichas cargas, por lo cual se ahorra tiempo, también se puede asegurar resultados muy veraces, tomando en cuenta el grado de aproximación a la realidad que el proceso de cálculo utilizado para la elaboración del programa brinde (esto, si los datos requeridos por el programa son correctamente suministrados al mismo por la persona que lo maneja), ya que dicho programa no se ve afectado por el error humano que se puede generar durante el extenso proceso que acarrea realizar dichos cálculos de manera manual.

De esta manera se le ayuda al estudiante a verificar los cálculos realizados manualmente durante la elaboración del proyecto requerido para la aprobación de dicha asignatura y al docente al momento de calificar los mismos.

1.4 Alcance

Se propone la realización de un programa computarizado mediante la asistencia de un lenguaje de programación que permita realizar los cálculos de las cargas térmicas para distintos recintos de acuerdo a cada una de las condiciones exteriores e interiores de los mismos.

El programa se diseña en base a los conocimientos previos y de investigación en el área de programación, obteniendo así un resultado bastante acertado y eficiente para su uso a nivel de enseñanza de la asignatura aire acondicionado.

1.5 Limitaciones

- Para la elaboración del programa computarizado, no se cuenta con un extenso conocimiento acerca de computación o programación.
- El programa computarizado trabaja en base al procedimiento para la determinación de cargas térmicas usado durante el curso de aire acondicionado de la Universidad de Carabobo y no toma en cuenta otros procesos existentes.
- El uso del programa se limita al tipo académico, ya que no se cuenta con la licencia legal del elemento de programación usado.

6 *Herramienta computacional para determinar las cargas térmicas que intervienen en el proceso de acondicionamiento de ambiente.*

CAPÍTULO 2

Bases Teóricas

2.1 Antecedentes

En la Universidad Politécnica de Valencia, España, (José Manuel Pinazo Ojer y José Carlos López Ruiz, 1997) presentan un nuevo método y programa de cálculo para la estimación de cargas térmicas de refrigeración. En este artículo, los autores toman en cuenta las inercias presentes en las diferentes cargas lo que permite conocer las evoluciones temporales de las mismas, el instante máximo de carga total y el valor de ésta. El programa que se obtiene permite estimar para cualquier condición de diseño exterior, cada una de las componentes de la carga térmica total del recinto en estudio, y por ende, la carga térmica total. También permite obtener cómo evolucionan las cargas térmicas en el recinto de acuerdo a las condiciones de diseño y a las variaciones que puedan ocurrir en los parámetros de estudio. Dicho programa toma en cuenta las condiciones del ambiente exterior, la transferencia de calor a través de puertas, superficies acristaladas, así como las aportaciones hechas por los ocupantes del recinto e infiltraciones del mismo. [1]

En la Universidad de Ibagué, Colombia, (Agustín Valverde y Mario Álvarez, 2006) describen un método computarizado para la determinación de las cargas térmicas de refrigeración, aire acondicionado, y selección de equipos para las principales ciudades de Colombia. Con dicho estudio se logra agilizar los cálculos para el diseño de dichos sistemas, así como también permitir variar las condiciones de diseño sin tener que realizar un cálculo engorroso sin el uso de la herramienta computacional. Dicha herramienta se denomina SEAAR (Selección de equipos de aire acondicionado y refrigeración) y toma en cuenta para el cálculo de dichas cargas las condiciones de diseño exterior y la ubicación del local respecto al territorio en estudio, así como también la ganancia calorífica a través de techos, ventanas, paredes y puerta, personas, por aparatos y equipos y por las infiltraciones de aire del exterior que puedan ocurrir en el recinto. La exactitud y precisión del programa pueden ser medidas de acuerdo a la comparación con aplicaciones reales, permitiendo así la corroboración de los resultados obtenidos por dicha herramienta.[2]

2.2 Bases teóricas

Una definición sencilla, aunque general, da respuesta suficiente a la siguiente pregunta: ¿Qué es la transferencia de calor? Y la respuesta: la transferencia de calor es la energía en tránsito debido a una diferencia de temperaturas. Siempre que exista una diferencia de temperaturas en un cuerpo o entre cuerpos, debe ocurrir una transferencia de calor. Cuando existe un gradiente de temperatura en un medio estacionario, que puede ser sólido o un fluido, utilizamos el término conducción para referirnos a la transferencia de calor que se producirá a través del medio. En cambio, el término convección se refiere a la transferencia de calor que ocurrirá entre una superficie y un fluido en movimiento cuando están a diferentes temperaturas. El siguiente modo de transferencia de calor se denomina

radiación térmica. Todas las superficies con temperatura finita emiten energía en forma de ondas electromagnéticas. Por tanto, en ausencia de un medio, existe una transferencia neta de calor por radiación entre dos superficies a diferentes temperaturas. [3]

2.2.1 Conducción

La conducción de calor es un mecanismo de transferencia de energía térmica basado en el contacto directo de las partículas de uno o más sistemas sin flujo de materia y que tiende a igualar la temperatura dentro de un cuerpo y entre diferentes cuerpos en contacto por medio de ondas. Para entender mejor el concepto de conducción, es necesario recurrir a los conceptos de actividad atómica y molecular, pues hay procesos en estos niveles que sustentan este modo de transferencia de calor. La conducción se considera como la transferencia de energía de las partículas más energéticas a las menos energéticas de una sustancia debido a las interacciones entre las mismas.

Para la *conducción* de calor, la ecuación o modelo se conoce como la *Ley de Fourier*. Para una pared plana unidimensional que tiene una distribución de temperaturas $T(x)$, la ecuación se expresa como:

$$q_x' = -k \frac{dT}{dx} \quad \text{Ec. (2.1)}$$

El flujo de calor o transferencia de calor por unidad de área q_x' (W/m^2) es la velocidad con que se transfiere el calor en la dirección x por área unitaria perpendicular a la dirección de transferencia, y es proporcional al gradiente de temperatura dT/dx en esta dirección. La constante de proporcionalidad k , es una propiedad de transporte conocida como conductividad térmica ($\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$) y es una característica del material de la pared. El signo menos es una consecuencia del

hecho de que el calor se transfiere en la dirección de la temperatura decreciente. Si la distribución de las temperaturas es lineal, el gradiente de temperatura se expresa como:

$$q_x' = k \frac{T_1 - T_2}{L} \quad \text{Ec. (2.2)}$$

Esta ecuación proporciona un flujo de calor, es decir, la velocidad del calor transferido por unidad de área. El calor transferido por conducción por unidad de tiempo, q_x (W) a través de una pared plana de área A es entonces [3]:

$$q_x = kA \frac{T_1 - T_2}{L} \quad \text{Ec. (2.3)}$$

2.2.2 Convección

El modo de transferencia por convección se describe como la transferencia de energía que ocurre dentro de un fluido debido a los efectos combinados de conducción y movimiento global del fluido. Se caracteriza porque la transferencia de calor se produce por intermedio de un fluido que transporta el calor entre las zonas de diferentes temperaturas. La transferencia de calor por convección se clasifica de acuerdo con la naturaleza del fluido. Se habla de convección forzada cuando el movimiento del fluido es causado por medios externos, como un ventilador, una bomba o vientos atmosféricos.

En cambio, en la convección libre o natural, el movimiento del fluido es inducido por fuerzas de empuje que surgen a partir de diferencias de densidad ocasionadas por variaciones de temperatura en el mismo.

Sin importar la naturaleza particular del proceso de transferencia de calor por convección, la ecuación apropiada es:

$$q' = h (T_s - T_\infty) \quad \text{Ec. (2.4)}$$

El flujo de calor q' que se transmite por convección (W/m^2) es proporcional a la diferencia entre las temperaturas de la superficie y del fluido, T_s y T_∞ , respectivamente. Esta expresión se conoce como la *Ley de enfriamiento de Newton* y la constante de proporcionalidad h ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$) se denomina coeficiente de transferencia de calor por convección. Para calcular el calor q (W) que se produce por convección a través de una pared plana de área A es [3]:

$$q = h A(T_s - T_\infty) \quad \text{Ec. (2.5)}$$

2.2.3 Radiación

La radiación térmica es la energía emitida por la materia que se encuentra a una temperatura finita. La radiación puede provenir de superficies sólidas, así como también de líquidos y gases. La radiación se puede atribuir a cambios en las configuraciones electrónicas de los átomos o moléculas constitutivos. La energía del campo de radiación es transportada por ondas electromagnéticas. Mientras la transferencia de energía por conducción o convección requiere la presencia de un medio material, la radiación no lo precisa. De hecho, ésta ocurre de manera más eficiente en el vacío.

Para cualquier superficie en estudio, se puede considerar que esta emite un flujo de calor debido a la capacidad de emisividad que presenta la superficie, y tiene una ganancia de calor debida a la absorción de radiación del medio que lo rodea. La expresión que proporciona la diferencia entre la energía térmica que se libera debido a la emisión por radiación y la que se gana debido a la absorción por radiación expresada por unidad de área de la superficie es la siguiente:

$$q_{rad'} = \varepsilon\sigma(T_s^4 - T_{alr}^4) \quad \text{Ec. (2.6)}$$

En dicha expresión, ε representa la propiedad radiactiva de la superficie denominada emisividad. Tiene valores entre 0 y 1 y proporciona una medida de la eficiencia con que una superficie emite energía en relación con un cuerpo negro. El parámetro σ se define como la constante de Stefan Boltzmann ($\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$), y las temperaturas T_s y T_{air} representan las temperaturas en la superficie y en los alrededores respectivamente [3].

2.2.4 Conductividad Térmica (K)

Para un gradiente de temperatura determinado, el flujo de calor por conducción aumenta con el incremento de la conductividad térmica. Dicha conductividad se define como la capacidad de los materiales de transferir calor a través de ellos. Esta conductividad térmica es elevada en metales y es baja en polímeros, siendo muy baja en materiales especiales que se denominan aislantes térmicos. La unidad más utilizada para la conductividad térmica es $(\text{W/m}\cdot\text{K})$ y ésta representa la cantidad de calor necesario por m^2 , para que atravesando durante la unidad de tiempo, 1 m de material homogéneo obtenga una diferencia de 1°C de temperatura entre las dos caras. Esta puede variar de acuerdo a la temperatura de referencia a la cual se tomen las mediciones para distintos materiales.

Este parámetro de conductividad térmica se utiliza para analizar la conducción a través de paredes planas, y dicho valor va a variar dependiendo del material de composición de la pared en estudio. [3]

2.2.5 Coeficiente Global de Transferencia de Calor (U)

El coeficiente global de transferencia de calor es un término que se suele utilizar para analizar la conducción a través de paredes compuestas por distintos

materiales y distintos medios tanto internos como externos a los cuales dicha pared se encuentre expuesta.

Para el caso particular de conducción unidimensional, en régimen estacionario, a través de una pared plana, de conductividad térmica constante en la que se mantiene una temperatura uniforme en cada una de las caras de la pared, la transferencia de calor por conducción viene dada por:

$$q_x' = k \frac{T_1 - T_2}{L}$$

Siendo L es el espesor de la pared y $T_1 - T_2$ es la diferencia de temperaturas entre la cara de la pared más caliente y la cara más fría, de forma que $T_1 > T_2$.

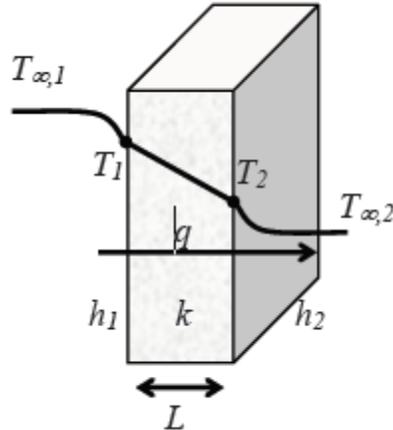


Figura N° 2.1 Conducción y Convección a través de una pared plana.[3]

Para cada uno de los mecanismos de transmisión de calor analizados, por analogía eléctrica con la ley de Ohm, podemos definir una resistencia térmica:

$$R_k = \frac{L}{KA} \text{ Para la conducción} \quad \text{Ec. (2.7)}$$

$$R_h = \frac{L}{hA} \text{ Para la convección} \quad \text{Ec. (2.8)}$$

Esto facilita el estudio de sistemas de transmisión compuestos. Así, en el caso particular de la pared plana de la figura anterior, en contacto con un fluido caliente por una cara y con otro más frío por la otra cara, tenemos que el flujo de energía térmica *que* se realiza mediante una combinación de los mecanismos de conducción y convección, pudiéndose expresar la transferencia de calor:

$$q = \frac{T_{\infty,1} - T_1}{\frac{1}{h_1 A}} = \frac{T_1 - T_2}{\frac{L}{kA}} = \frac{T_2 - T_{\infty,2}}{\frac{1}{h_2 A}} \quad \text{Ec. (2.9)}$$

Combinando estas ecuaciones, la transferencia de calor global por unidad de tiempo puede expresarse como:

$$q = \frac{T_{\infty,1} - T_{\infty,2}}{R_T} \quad \text{Ec. (2.10)}$$

o bien

$$q = UA(T_{\infty,1} - T_{\infty,2}) \quad \text{Ec. (2.11)}$$

Siendo R_{eq} la resistencia térmica equivalente del sistema que, en este caso, es la suma de las resistencias térmicas, ya que se encuentran en serie:

$$R_{eq} = \sum R_i = \frac{1}{h_1 A} + \frac{1}{kA} + \frac{1}{h_2 A} \quad \text{Ec. (2.12)}$$

Y entonces el coeficiente global de transferencia de calor

$$U = \frac{1}{R_{eq}A} \quad \text{Ec. (2.13)}$$

2.2.6 Estudio del local.

Para una estimación realista de las cargas de refrigeración, es necesario realizar un estudio completo de las componentes de carga en el espacio que va a ser acondicionado, donde se examinen las condiciones del local y de esta manera podrá proyectarse un sistema económico, de funcionamiento uniforme y exento de averías. Forman parte de este estudio los planos de detalles mecánicos y arquitectónicos, croquis sobre el terreno y en algunos casos fotografías de aspectos importantes del local. En todo caso deben considerarse los siguientes aspectos físicos [4]:

2.2.6.1 Orientación del edificio: para este caso se deben tomar en cuenta los puntos cardinales, efectos de sol y viento, estructuras permanentes próximas y efectos de sombra.

2.2.6.2 Destino del local: se debe conocer para que tipo de actividad se desarrolla en el local así como oficina, hospital, local de ventas, fábrica, taller, etc.

2.2.6.3 Dimensiones del local: largo, ancho y alto.

2.2.6.4 Condiciones exteriores de diseño: obtener información climática apropiada y seleccionarlas condiciones de diseño exterior. La condición climática puede ser obtenida de la estación meteorológica local o del centro climático.

2.2.6.5 Condiciones interiores de diseño : Según estudios realizados las condiciones optimas de confort están entre una temperatura de 20 a 28 °C y una humedad relativa entre el 40 al 60% para la época de verano y entre una temperatura de 18 y 21 °C y una humedad relativa entre el 40 y 50% para la época de invierno. Generalmente, estas condiciones de confort garantizan en las personas una sensación satisfactoria del estado fisiológico en donde se realiza el menor desgaste físico para realizar las actividades.

2.2.6.6 Condiciones exteriores de diseño: A partir de estudios climatológicos de los últimos 10 años aproximadamente se debe seleccionar el mes en el cual las temperaturas fueron las más altas, de las cuales a la vez se debe tomar la más recurrente y a la hora promedio que esta se dio, dicha temperatura será la crítica o la de diseño exterior, en cuanto a la humedad relativa se debe tomar un valor promedio de las observadas mientras que la velocidad del viento de diseño deberá ser la velocidad promedio del lugar en el que se ubique el local.

2.2.7 Cargas térmicas

Se entiende por carga térmica, la cantidad de energía que se requiere extraer en un área para mantener determinadas condiciones de temperatura y humedad para una aplicación específica.

La función principal del acondicionamiento de aire es mantener, dentro de un espacio determinado, condiciones de confort, o bien las necesidades para la conservación de un producto o para un proceso de fabricación. Para conseguirlo debe instalarse un equipo acondicionador de capacidad adecuada la cual se determina de acuerdo con las exigencias instantáneas de la máxima carga real o efectiva. Generalmente es imposible medir las cargas reales máxima o parcial en un espacio dado, por lo que es preciso hacer un cálculo a la estima de dichas cargas. [4]

Las cargas térmicas principales se dividen en dos grupos: Internas y externas. Estas a su vez se dividen en sensibles y latentes, las mismas se especifican a continuación.

2.2.7.1 Cargas sensibles

Son aquellas que sólo afectan la temperatura del aire en el local y no influyen en la humedad del mismo.

2.2.7.2 Cargas latentes

Son aquellas que sólo afectan la humedad del aire del local y no influyen en la temperatura del mismo.

2.2.7.3 Cargas externas

Estas son causadas principalmente por factores ambientales los cuales inciden o influyen en las condiciones del local por medio de las paredes, techo, ventanas, puertas, etc., a continuación se presentan las estudiadas en este caso.

a) Ganancias de calor por insolación a través de cristales ordinarios

La ganancia de calor por radiación través de un vidrio ordinario depende de su situación geográfica (Latitud), del instante considerado (Hora y Mes de diseño) y de su orientación. La componente de radiación directa origina ganancia de calor en el espacio acondicionado sólo cuando la ventana es atravesada por los rayos solares, mientras que la componente de radiación difusa origina ganancia de calor cualquiera que sea la posición de la ventana en relación con el sol. [4]

b) Ganancias de calor por conducción y convección a través de vidrios exteriores

Debido al diferencial de temperatura entre el ambiente exterior y el interior del local, se genera una transferencia de calor entre ambos, la cual dependerá del coeficiente global de transferencia, de dicho diferencial de temperatura y del tamaño o área ocupada por el vidrio.

c) Ganancias de calor por conducción y convección a través de vidrios, puertas y paredes interiores.

El diferencial de temperatura para vidrios, puertas y paredes interiores se selecciona como la diferencia entre la temperatura del ambiente no acondicionado ($T_e - 3^\circ\text{C}$) y la temperatura interior del ambiente acondicionado (T_i). Esto indica que sólo se tomará en cuenta la transferencia de calor en paredes, puertas y vidrios interiores que comuniquen con un ambiente no acondicionado o en sumo caso acondicionado por otro equipo distinto al que se diseña.

d) Ganancias de calor por conducción, convección y radiación combinada a través de techos y paredes que comunican al exterior.

Las ganancias de calor por las paredes exteriores se calculan a la hora de máximo flujo térmico, y se deben, no sólo a la diferencia entre las temperaturas del aire que baña sus caras exteriores e interiores, sino también al calor solar absorbido por dichas paredes y techos exteriores.

Esta transferencia de calor corresponde a un régimen transitorio y mediante un método conocido como “función de transferencia”, que convierte la ganancia de calor al ambiente (hora por hora) en carga de enfriamiento, se han definido

“las diferencias de temperatura” que toman en cuenta la combinación de todos los efectos térmicos.

Para el cálculo de la diferencia de temperatura se requiere determinar la temperatura sol-aire, que se define como la temperatura de aire exterior, la cual en ausencia de intercambios radiantes, produce la misma ganancia de calor en la superficie exterior como la combinación de radiación solar incidente e intercambio de calor por convección con el aire exterior. Esta diferencia de temperatura se toma desde el interior del local hasta el exterior del mismo.

Algunas ventanas, paredes o techos, se encuentran más o menos protegidos de la radiación directa a causa de la sombra que proyectan los salientes o los edificios próximos, de forma que las zonas sombreadas no se ven afectadas sino por la radiación difusa.

En este caso la posición del sol influye en la formación de dichas sombras, y dicha posición está definida por su altura y azimut (ver figura 2.2). El azimut (Az en la figura) es el ángulo que forman dos planos verticales, el que pasa por el sol y el que pasa por el norte terrestre y la altura es el ángulo que forma en el plano vertical la dirección del sol y el horizonte. [5]

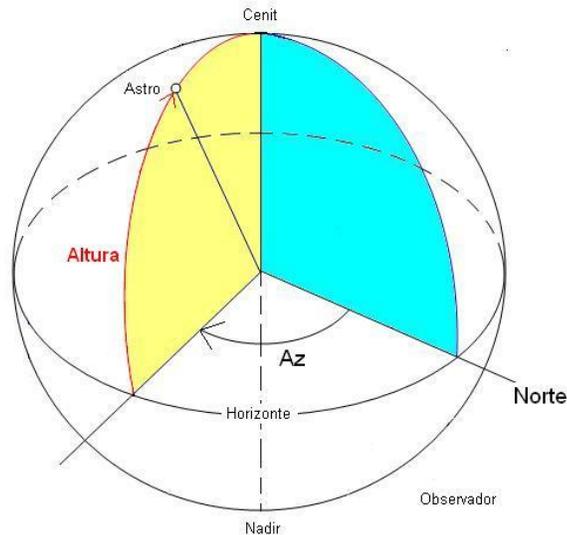


Figura N° 2.2.- Ángulos solares [5]

e) Ganancias de calor por infiltración de aire a través de puertas y ventanas que comunican con el exterior.

Las infiltraciones de aire exterior en un local climatizado se producirán siempre que el local este a una presión inferior. A este respecto, debe tenerse en cuenta la presión dinámica que puede ejercer el viento sobre una fachada que producirá un efecto de sobrepresión exterior. Las infiltraciones y, en particular, la entrada en el local acondicionado de vapor de agua que resulta de ellas, constituyen con frecuencia un origen de importantes ganancias o pérdidas de calor. El caudal de aire de infiltración varía según la estanqueidad de las puertas y ventanas, la porosidad de las paredes del edificio, su altura, escaleras, ascensores, dirección y velocidad del viento y caudales relativos de aire de ventilación y de extracción. Muchos de estos factores no pueden ser calculados con exactitud y deben ser objeto de una estimación más o menos empírica. Al momento de calcular las ganancias por infiltración se debe de comparar el caudal

de infiltración con el caudal de renovación ya que si este último es mayor el caudal por infiltración se anularía.

f) Ganancias de calor debido al aire exterior necesario para la renovación del aire interno.

Para evitar la sensación desagradable que produce el aire viciado, es necesario introducir una cierta cantidad de aire exterior que se llama de ventilación. En la práctica esta operación se hace mezclando aire del exterior con aire procedente del local. La cantidad de aire exterior que se debe utilizar para la mezcla, es estrictamente la necesaria para producir una renovación conveniente del aire del local y la misma debe estar estipulada según normas sanitarias.

Estas cantidades de aire exterior tienen, normalmente diferente contenido de calor que el existente en el espacio acondicionado y, por consiguiente, imponen una carga al equipo acondicionador.

2.2.7.4. Cargas internas

Se denominan cargas internas a las cantidades de calor latente y sensible que se producen en el interior de los locales acondicionados, emitidas por los ocupantes, alumbrado, aparatos diversos, motores, tuberías, entre otras, las cuales se especifican a continuación:

a) Ganancias de calor por ocupantes

En el cuerpo humano se producen unas transformaciones exotérmicas cuya intensidad es variable según el individuo y la actividad desarrollada. La temperatura interior más favorable a estas transformaciones es de 37 °C, con una tolerancia muy pequeña. El cuerpo humano es capaz de mantener estas temperaturas dentro de variaciones bastante amplias de la temperatura ambiente,

gracias a su facultad de expulsar hacia el exterior una cantidad más o menos importante de calor desarrollado.

Este calor llega a la epidermis a través de la circulación sanguínea y se disipa por radiación hacia las superficies que se ven desde la posición que ocupa, por convección hacia el aire ambiente a través de la piel y vías respiratorias, por evaporación hacia el aire ambiente a través de la piel y las vías respiratorias y por conducción a través de las superficies en contacto (normalmente despreciable)

b) Ganancias de calor por alumbrado

El alumbrado constituye una fuente de calor sensible. Este calor se emite por radiación conducción y convección. Un porcentaje del calor emitido por radiación es absorbido por los materiales que rodean el local, pudiendo también producirse estratificación del calor emitido por convección.

Las lámparas de incandescencia transforman en luz un 10% de la energía absorbida, mientras el resto se transforma en calor que se disipa por radiación, conducción y convección. Un 80% de la potencia absorbida se disipa por radiación y sólo el 10% restante por conducción y convección. El calor aportado es igual a la potencia eléctrica de la lámpara.

Los tubos fluorescentes transforman un 25% de la energía absorbida en luz, mientras que otro 25% se disipa por radiación hacia las paredes que rodean el local y el resto por conducción y convección. Como debe tomarse en cuenta la cantidad de calor liberada por la reactancia, la potencia térmica adjudicada a cada punto de luz será igual a la eléctrica multiplicada por 1,20.

c) Ganancias de calor por aparatos y utensilios diversos

La mayor parte de los aparatos son, a la vez, fuente de calor sensible y latente. Los aparatos eléctricos solo emiten calor latente en función de su utilización (cocción, secado, etc.) mientras que, a causa de la combustión, los aparatos de gas producen calor latente suplementario. En la mayoría de los casos se produce una disminución importante de ganancias tanto sensibles como latentes por medio de campanas de extracción ventiladas mecánicamente y bien concebidas.

d) Ganancias de calor por motores eléctricos

La potencia eléctrica consumida por un motor se utiliza, casi toda, para producir energía mecánica, la relación entre ambas viene dada por su rendimiento y la diferencia se convierte en calor sensible.

Teniendo en cuenta la ubicación del motor y del aparato o máquina accionado, pueden darse tres situaciones distintas, la primera si el motor está situado dentro del recinto y el aparato o máquina está situada fuera el aporte de calor será la diferencia entre la potencia eléctrica y la mecánica del motor, la segunda será si el motor está situado fuera del recinto y el aparato o máquina dentro, en este caso el aporte de calor será igual a la potencia mecánica de la máquina y la tercera, si ambos, motor y aparato, están dentro del recinto, el calor entregado será igual a la potencia eléctrica menos el calor extraído del local en forma de producto elaborado.

En el caso de bombas y ventiladores pueden darse dos situaciones, la primera si el fluido circula por un circuito exterior, el calor entregado al local será la diferencia entre la potencia eléctrica y mecánica, la segunda situación, si el

fluido circula por un circuito interior al local, el calor entregado será igual a la potencia eléctrica del motor.

e) Ganancias de calor por tuberías y depósitos abiertos o cerrados

Las tuberías que cruzan el local, o los depósitos cerrados que pudieran encontrarse en él, producen o absorben calor sensible según que su temperatura sea superior o inferior a la del local. Igualmente los depósitos abiertos, cuya temperatura es superior al punto de rocío del aire ambiente, constituyen una fuente de calor latente.

Los locales de uso industrial poseen con frecuencia hornos o secaderos que son fuente de calor sensible, o sensible y latente a la vez (secaderos).

El calor sensible se transfiere al ambiente mediante dos mecanismos, convección y radiación.

2.2.7.5 Ganancias de calor debido a la instalación

Estas ganancias están constituidas por las cantidades de calor, suministradas por los diferentes componentes de la instalación, como tuberías, conductos, ventiladores de impulsión, bombas, etc. Estas ganancias deben tenerse en cuenta en el balance térmico, aunque su importancia no puede establecerse de forma precisa más que después de haber determinado el tipo de instalación. A continuación se especifican cada una de estas ganancias.

a) Ganancias de calor por los conductos de aire

Cuando un conducto circula por una zona no climatizada, habrá un intercambio de calor entre el aire que pasa por el interior del mismo y el aire

ambiente que le rodea. Si el aire que circula por el conducto está más frío que el exterior, habrá un aporte de calor que deberá agregarse a la carga sensible del local climatizado.

b) Fugas por los conductos de impulsión

Las fugas de los conductos de impulsión antes que el aire llegue a los locales que se van a acondicionar, se traduce en una disminución de la potencia disponible que puede ser importante y es preciso compensarla mediante un aumento equivalente de las ganancias sensibles y latentes en los locales acondicionados. La experiencia dice que cualquiera que sea la importancia de la instalación, estas fugas representan un 10% del caudal de aire tratado. El porcentaje de fugas por metro lineal es más pequeño en los conductos de sección grande, pero esto se compensa por su mayor longitud. La calidad de la mano de obra, en estos casos, es el factor decisivo y se han podido registrar porcentajes que varían desde un 5 hasta un 30%. Las fugas en los conductos sólo se tomarán en cuenta en caso de que dicho conducto se encuentre en una zona no climatizada[4]. En la figura 2.3 se muestra la forma y una posible distribución de estos conductos en una casa.



Figura N° 2.3.- Forma y distribución de conductos de aire[6]

c) Ganancias de calos debido a los ventiladores de impulsión

La energía eléctrica que consume el motor del ventilador del equipo de acondicionamiento se utiliza para producir energía mecánica en el eje, disipación de energía en la transmisión motor-ventilador, turbulencias y rozamiento en el impulsor, energía cinética y por último en forma de presión comunicada al aire circulante. A la larga toda la energía eléctrica consumida degenera calor sensible, que deberá tomarse en cuenta al calcular la carga térmica que deberá cubrir la máquina frigorífica.

La fracción de energía eléctrica que debe añadirse a la carga de refrigeración del local depende de la situación del motor respecto a la circulación del aire. Normalmente, el motor eléctrico está inmerso en la corriente de aire, en estas condiciones, toda la energía eléctrica se convierte en calor sensible que deberá sumarse a la carga de refrigeración. Si el motor está situado fuera de la corriente de aire, sólo deberá añadirse la energía comunicada al mismo. En la figura 2.4 se muestra un bosquejo de la forma de instalación de dichos ventiladores en un conducto.

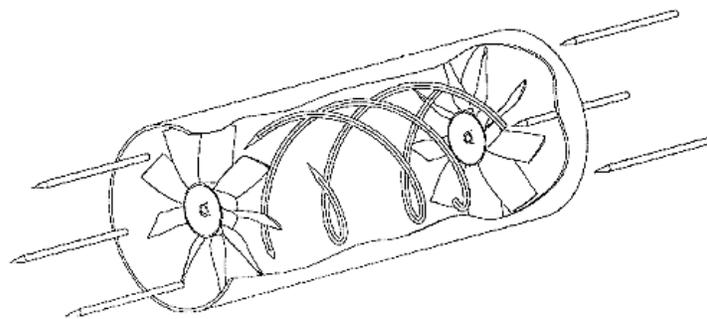


Figura N° 2.4- Ventiladores de aspiración e impulsión en un ducto de aire.[7]

2.2.7.6 Coeficiente de seguridad

Puede ser necesario aplicar un coeficiente de seguridad a las ganancias sensibles de un local, al objeto de compensar ciertos elementos mal conocidos. Este varía de 0 a 5% de la carga sensible total del local, lo cual dependerá del criterio del diseñador, tomando en cuenta la cantidad de elementos pasados por alto o mal conocidos.

2.2.8 Lenguaje de programación Visual Basic

Visual Basic (Visual Studio) constituye un IDE (entorno de desarrollo integrado o en inglés Integrated Development Enviroment) que ha sido empaquetado como un programa de aplicación, es decir, consiste en un editor de código (programa donde se escribe el código fuente), un depurador (programa que corrige errores en el código fuente para que pueda ser bien compilado), un compilador (programa que traduce el código fuente a lenguaje de máquina), y un constructor de interfaz gráfica o GUI (es una forma de programar en la que no es necesario escribir el código para la parte gráfica del programa, sino que se puede hacer de forma visual).

Su entorno de desarrollo es muy similar al de otros lenguajes e IDE's. Se compone principalmente de su barra de herramientas y menús que se pueden personalizar con prácticamente la completa totalidad de los comandos del IDE a necesidad.

- El **espacio de trabajo** donde se muestran todas las ventanas del proyecto, las vistas de código de módulos y objetos, y las vistas de diseño de formularios y componentes.
- El **Cuadro de herramientas** contiene los controles con los que componer las ventanas de nuestra aplicación. Por defecto disponemos los controles básicos:

(PictureBox) Caja de Imagen, (Label) Etiqueta, (TextBox) Caja de texto, (Frame) Marco, (CommandButton) Botón de comando, (CheckBox) Casilla de verificación, (OptionButton) Botón de opción, (ComboBox) Lista desplegable, (ListBox) Lista, (HScrollBar) Barra de desplazamiento horizontal, (VScrollBar) Barra de desplazamiento vertical, (Timer) Temporizador, (DriveListBox) Lista de unidades de disco, (DirListBox) Lista de directorios (FileListBox) Lista de archivos, (Shape) Figura, (Line) Línea, (Image) Imagen, (Data) Conexión a origen de datos, (OLE) Contenedor de documentos embebidos compatibles con Object Linking and Embedding

En este caso la herramienta debe contar con una conexión a origen de datos (base de datos precargada, la cual es un conjunto de datos pertenecientes a un mismo contexto y almacenados sistemáticamente para su posterior uso, de la cual extraer la información requerida para la realización de cálculos.

CAPÍTULO 3

Marco Metodológico

3.1 Introducción.

En este capítulo se especifican cada uno de los aspectos relacionados con la metodología que se ha seleccionado para desarrollar el proceso de determinación de cargas térmicas en un local. En el mismo se evidencia el “cómo” de dicho proceso, así como los instrumentos de recolección de información utilizados, el proceso usado para agrupar y combinar dicha información para llegar al objetivo final.[8]

3.2 Tipo de investigación.

Debido a la naturaleza de la investigación, ésta se define como una investigación o proyecto factible, el cual consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos.

3.3 Etapas metodológicas de la investigación.

A continuación se muestra la descripción detallada por etapas de la metodología a seguir que explica cómo se desarrollan cada una de las actividades que permiten lograr los objetivos planteados.

3.3.1 Etapa I. Selección de la metodología de cálculo y determinación de variables o parámetros a tomar en cuenta según la misma.

- Investigación bibliográfica de métodos de cálculo utilizados para la obtención de cargas térmicas en procesos de acondicionamiento de ambiente.
- Selección del método a seguir por el programa, que proporcione toda la información y la confiabilidad necesaria de acuerdo a sus características.

Luego de indagar entre las distintas metodologías de cálculo existentes en el proceso de acondicionamiento de ambientes, entre las cuales destacan como los de mayor importancia el procedimiento de cálculo desarrollado por la Compañía de reconocida trayectoria internacional Carrier, y el desarrollado por la Sociedad Americana para Acondicionamiento, Calefacción y Refrigeración (ASHRAE, por sus siglas en inglés), se selecciona el primero, es decir, la metodología de cálculo desarrollada por el Carrier.

Ésta selección se debe principalmente al hecho de que la información de la metodología de Carrier se encuentra estructurada de una manera bastante didáctica y secuencial en Manuales, proporcionando paso a paso el cálculo de cada uno de los calores que intervienen en el proceso y que contribuyen a la carga térmica del local, así como también las deducciones de las ecuaciones y la explicación de cada una de ellas. También influye de sobremanera el hecho del conocimiento previo de este método, que fue la base de la enseñanza en el

cátedra de Aire Acondicionado cursada previa al desarrollo de esta investigación, por lo cual se poseía bastante material bibliográfico para su desarrollo. Es de gran importancia señalar que ambos métodos toman en cuenta las mismas cargas térmicas al momento de caracterizar las ganancias de un local, por lo que éstas tienen valores muy cercanos por ambos procedimientos, con pequeñas variaciones de acuerdo a los factores tomados por cada uno.

3.3.2 Etapa II. Determinación de variables y parámetros a tomar en cuenta según la metodología de cálculo.

- Identificación mediante el estudio a fondo del método seleccionado, de los diferentes tipos de variables que pueden generar cargas térmicas en un local en estudio.
- Estudio y caracterización de los parámetros y factores necesarios para llevar a cabo el cálculo según la metodología seleccionada.

Una vez seleccionado el método de cálculo, es necesario identificar cada una de las variables, parámetros y factores que son tomados en cuenta por el mismo, para comprenderlo a fondo y luego poder llevar ese procedimiento a un lenguaje de programación. A continuación se muestra el procedimiento de cálculo:

3.3.2.1 Condiciones exteriores de Diseño:

Las condiciones de diseño exterior deben estar basadas en un estudio preliminar del comportamiento de los registros de la estación meteorológica de la zona en la cual se encuentra el local, tomando en cuenta los últimos diez años. Dichas condiciones a tomar en cuenta para el diseño son: Temperatura máxima, temperatura mínima, humedad relativa promedio y velocidad del viento.

También es necesario seleccionar mediante un proceso de análisis y observación el mes, día y hora más críticos a considerar para obtener las cargas térmicas más desfavorables para el local en estudio.

3.3.2.2 Condiciones interiores de Diseño:

Para poder obtener el equipo adecuado a las necesidades del diseñador, se deben fijar como parámetros preliminares la temperatura interna de diseño y la humedad relativa a la cual se desea mantener el local. Dependiendo de la aplicación y uso del local en estudio, se debe entrar a las tablas 4 y 5 [1] (ver anexos N°1 y N°2) y seleccionar dichos parámetros.

3.3.2.3 Determinación de cargas térmicas externas

A continuación se muestran los procedimientos a seguir para determinar cada una de las cargas térmicas externas que afectan las condiciones de confort del local.

3.3.2.3.1 Conducción, convección y radiación combinada a través de techos y paredes que comunican al exterior.

Para calcular la ganancia de calor total que se produce a través de las paredes y techos se utiliza la siguiente ecuación:

$$\dot{Q}_{te/pe} = U A_{te/pe} \Delta T_e \quad \text{Ec(3.1)}$$

Donde:

$\dot{Q}_{te/pe}$ = Flujo de calor a través del techo o pared exterior (kcal /h)

U = Coeficiente de transmisión global (kcal /h m² °C)

$A_{te/pe}$ = Área total de techo o pared (m^2)

ΔT_e = Diferencia equivalente de temperatura ($^{\circ}C$)

El coeficiente de transferencia de transmisión global U mostrado en la ecuación anterior toma en cuenta los efectos compuestos de conducción, convección y la radiación desde el exterior del local hasta el interior. Este coeficiente se encuentra desde la tabla 4 hasta la tabla 11, Pág. I.40-1.46 [4] (ver anexos N°5, N°6, N°11 y N°12), y se encuentra entrando a la tabla con el tipo de configuración en cuanto a materiales se refiere que tienen la pared o techo. Se recomienda leer también el valor del peso por área del techo y de la pared para uso posterior.

La ecuación anterior debe ser modificada si se encuentra algún local adyacente al de estudio, que proyecte sombra sobre el techo o las paredes del mismo. Dicha ecuación se muestra a continuación [9]:

$$\dot{Q}_{te/pe} = U A_{sol} \Delta T_e + U A_{sombra} (T_e - T_i) \quad \text{Ec. (3.2)}$$

Donde:

$\dot{Q}_{te/pe}$ = Flujo de calor a través del techo o pared exterior (kcal/h)

U = Coeficiente de transmisión global a través de la pared o techo (kcal /h m^2 $^{\circ}C$).

A_{sol} = Área expuesta al sol (m^2).

A_{sombra} = Área sombreada (m^2). Ver sombras proyectadas por salientes y edificios vecinos.

T_e = Temperatura exterior ($^{\circ}C$)

T_i = Temperatura interior ($^{\circ}C$)

ΔT_e = Diferencia equivalente de temperatura ($^{\circ}C$)

Para calcular la diferencia equivalente de temperatura es necesario aplicar la ecuación que se muestra a continuación [9]:

$$\Delta T_e = a + \Delta T_{som} + b \frac{R_s}{R_m} (\Delta T_{sol} - \Delta T_{som}) \quad \text{Ec.(3.3)}$$

Donde:

ΔT_e = Diferencia de temperatura corregida (°C)

R_s = Máxima insolación, correspondientes al mes y latitud supuestos de diseño. Tabla N°1, Pág. I.21 [4] (ver anexo N°6). (kcal/h m²)

R_m = Máxima insolación, mes de julio 40° latitud norte. Tabla N°1 Pág. I.21 [4] (ver anexo 5) (kcal/h m²).

a = Factor de Corrección de ΔT_e (°C). Entrar a la Tabla N° 3 Pág. 5-I.38 [4] (ver anexo N°10) con la diferencia de temperatura entre T_i y T_e y con el valor de la variación de la temperatura exterior en 24 horas.

ΔT_{som} = Diferencia equivalente de temperatura a la hora considerada para la pared a la sombra. Entrar a la Tabla N°1 y N°2 Pág. 5-I-37 [4] (ver anexos N°8 y N°9). con la orientación, la hora de diseño y el peso por área del muro o techo. (°C).

ΔT_{sol} = Diferencia equivalente de temperatura a la hora considerada para la pared al sol con la orientación, la hora de diseño y el peso por área del muro o techo. (°C), Pág. 5-I-37 [4] (ver anexos N°8 y N°9).

b = Corrección por el color del muro.

$b = 1$; Paredes de color oscuro (azul oscuro, rojo oscuro, marrón oscuro, etc.)

$b = 0,78$; Paredes de color medio (verde, azul, gris claro, etc.)

$b = 0,55$; Paredes de color claro (blanco, crema, etc.)

3.3.2.3.2 Sombras proyectadas por los salientes y edificios próximos.

La posición del sol se define por su altura y su azimut, como se muestra a continuación en la Figura 3.1, el azimut es el ángulo que forman dos planos verticales, el que pasa por el sol y el que pasa por el Norte terrestre. La altura es el ángulo que forma el plano vertical la dirección del sol y el horizonte.

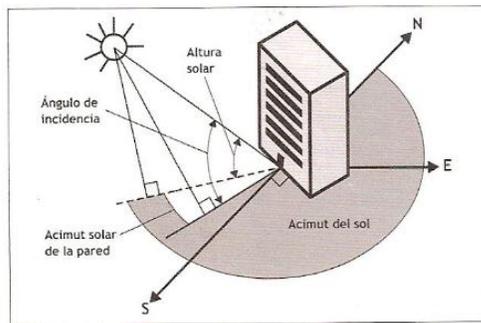


Figura 3.1 Ángulos solares con respecto a un local

También se puede definir la posición del sol respecto a un plano vertical (azimut solar del plano vertical), una pared, por ejemplo. Éste azimut se podrá definir como el ángulo formado por el plano vertical normal a la pared y el plano vertical que pasa por el sol (ángulo B, Figura 3.2)

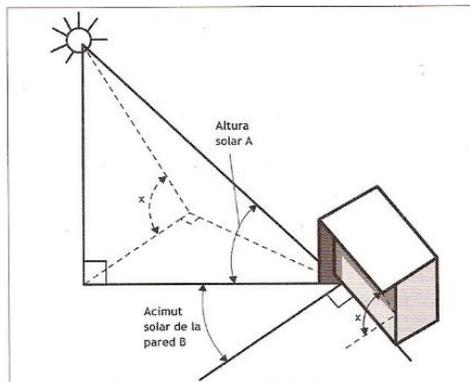


Figura 3.2 Sombras producidas por los salientes

La longitud de la sombra en dirección horizontal, producida por un saliente vertical viene dada por la expresión

$$L = d.tg(B) \quad \text{Ec.(3.4)}$$

Donde:

d = Profundidad del saliente

B= Azimut solar de la pared

La longitud de la sombra, en dirección vertical, producida por un saliente horizontal viene dada por la expresión:

$$H = l.tg(A) / \cos(B) \quad \text{Ec.(3.5)}$$

Donde:

l= Profundidad del saliente

A= Altitud del sol sobre el horizonte

Los valores de A y B se obtienen de de la Tabla N°4 Pág. 4-I-31 [4] (ver anexo N°7) con el mes, la hora de diseño y la latitud del local.

A continuación se muestra el ejemplo de cálculo para las sombras proyectadas por un edificio vecino sobre otro que se va a acondicionar, los datos a toma en cuenta son

Ambos edificios orientados al Oeste, a las 16 horas del 24 de Julio y Latitud Norte de 40°, la disposición de los mismos se muestra en la Figura 3.3

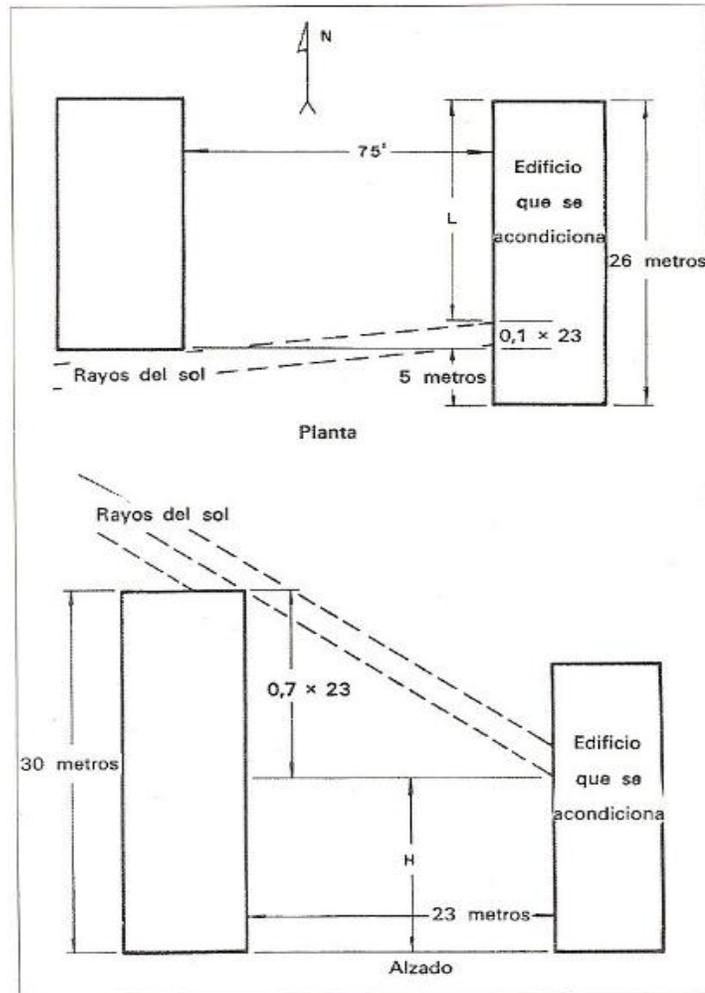


Figura 3.3 Sombras producidas por edificio próximo

Para esta hora, día y situación tenemos, de la Tabla N°4 Pág. 4-I-31 [4]
(ver anexo N°7):

Azimut del sol 267°

Altura del sol $A=35^\circ$

Orientación de la pared sombreada= Oeste = 270°

De la figura 3.1 se tiene que Azimut solar de la pared= $B= 270^\circ-267^\circ= 3^\circ$

Longitud de la parte del edificio situada a la sombra:

$$L= 26 - 5 - 23\text{tg}(3)= 19,3\text{m}$$

Altura de la parte del edificio situada a la sombra:

$$H = 30 - 23 \operatorname{tg}(3) / \cos(3) = 13,9\text{m}$$

Entonces, el 23 de Julio a las 16 horas, la fachada del edificio en estudio tiene una sombra de 13,9m de altura y 19,3m de longitud.

3.3.2.3 Sombras proyectadas por los salientes de la ventana.

Algunas ventanas se encuentran más o menos protegidas de la radiación directa a causa de las sombras que proyectan los salientes, de forma que las zonas sombreadas no se ven afectadas más que por la radiación difusa.

La forma de determinación de las sombras por salientes en ventanas es similar a la determinación de las sombras proyectadas por edificios próximos, utilizándose las mismas ecuaciones.

A continuación se presenta un ejemplo de cálculo en el cual se determina la sombra proyectada el 23 de Julio, a las 14 horas. Latitud 40° Norte por una ventana de marco metálico, orientada al Oeste y retirada 0,2m de la fachada como se observa en la Figura 3.4

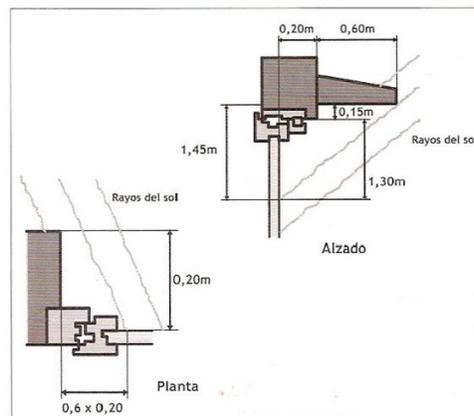


Figura 3.4 Sombras proyectadas por salientes en la ventana

Para esta hora, día y situación tenemos, de la Tabla N°4 Pág. 4-I-31 [4] (ver anexo N°7):

Azimut del sol = 242°

Altura del sol A = 57°

Orientación de la pared sombreada = Oeste = 270°

Azimut solar de la ventana B = 270° - 242° = 28°

Sombra vertical = $0,2 \operatorname{tg}(57) / \cos(28) = 0,35 \text{ m}$

Sombra lateral = $0,2 \operatorname{tg}(28) = 0,11 \text{ m}$

3.3.2.3.4 Aportaciones solares a través de vidrios que comunican al exterior

Las ganancias de calor por aportaciones solares (radiación) a través de vidrios ordinarios se determinan a través de la siguiente ecuación [4]:

$$\dot{Q}_{RS} = (R_s f_{MM} f_{Alt} f_{TR}) A_{VS} (F_s) \quad \text{Ec. (3.6)}$$

Donde

\dot{Q}_{RS} = Aportaciones solares de calor a través de vidrios que comunican al exterior (kcal/h).

R_s = Máxima insolación, a las condiciones de diseño, mes, orientación y latitud del local, Tabla N°1, Pág. I.21 [4] (ver anexo N°6).

f_{MM} = Factor de Corrección por marco metálico. Ver pie de la Tabla N°1, Pág. I.21 [4] (ver anexo N°6).

f_{Alt} = Factor de Corrección por Altitud sobre el nivel del mar. Ver pie de la Tabla N°1, Pág. I.21 [4] (ver anexo N°6).

f_{TR} = Factor de Corrección por Temperatura de Rocío. Ver pie de la Tabla N°1, Pág. I.21 [4] (ver anexo N°6).

F_S = Factor de Sombras debido a los elementos internos ó externos. Entrar a la Tabla N°2, Pág. I.28 [4] (ver anexo N°28), con el tipo de vidrio y persianas (si posee).

A_{VS} = Área de vidrio soleada (m²). Se determina mediante el procedimiento ya explicado para el cálculo de sombras proyectadas por salientes y edificios vecinos.

3.3.2.3.5 Conducción y convección a través de vidrios que comunican al exterior

Las ganancias de calor generadas por conducción y convección a través de vidrios que comunican con el exterior se calcular por medio de la siguiente ecuación [4]:

$$\dot{Q}_{VE} = U A_{VE} (T_e - T_i) \quad \text{Ec. (3.7)}$$

Donde:

\dot{Q}_{VE} = Ganancia de calor a por conducción y convección través de vidrios exteriores (kcal /h).

U = Coeficiente de transmisión global (kcal /h m² °C). Entrar en la Tabla N°16, Pág. I.50 [4] (ver anexo N°13), según sea el tipo de ventana.

A_{ve} = Área total de vidrios exteriores (m²)

T_e := Temperatura exterior (°C)

T_i = Temperatura interior (°C)

3.3.2.3.6 Conducción y convección a través de vidrios, puertas y paredes interiores.

Si los vidrios, puertas o paredes internas están en contacto con otro ambiente acondicionado (por el mismo equipo que se está diseñando) el flujo de calor a través de estas se considera nulo, de lo contrario dicha ganancia de calor se calcula como:

a) Vidrios interiores:

$$\dot{Q}_{VI} = U A_{VI} (Te - Ti - 3) \quad \text{Ec. (3.8)}$$

Donde:

\dot{Q}_{VI} = Ganancia de calor a través de vidrios interiores (kcal /h).

U = Coeficiente de transmisión global (kcal /h m² °C). Entrar en la Tabla N°16, Pág. I.50 [4] (ver anexo N°13) según sea el tipo de ventana.

A_{VI} = Área total de vidrios interiores (m²)

Te = Temperatura exterior (°C)

Ti = Temperatura interior (°C)

b) Puertas interiores:

$$\dot{Q}_{PI.I} = U A_{PI.I} (Te - Ti - 3) \quad \text{Ec. (3.9)}$$

Donde:

$\dot{Q}_{PI.I}$ = Ganancia de calor a través de puertas interiores (kcal /h).

U : Coeficiente de transmisión global (kcal /h m²°C). Entrar en la Tabla N°16 o N°17, Pág. I.50-I.51 [4] (ver anexo N°13), según sea el tipo de puerta.

$A_{pta.I}$ = Área total de puerta interior (m²)

T_e = Temperatura exterior (°C)

T_i = Temperatura interior (°C)

c) Paredes interiores:

$$\dot{Q}_{Pared.I} = U A_{Pared.I} (T_e - T_i - 3) \quad \text{Ec. (3.10)}$$

Donde:

$\dot{Q}_{Pared.I}$ = Flujo de calor a través de paredes interiores (kcal /h).

U = Coeficiente de transmisión global (kcal /h m² °C). Entrar en la Tabla 4. a la Tabla 11., Pág. I.40-I.46 [4] (ver anexo N°14), según sea el material y tipo de pared.

$A_{Pared.I}$: Área total de paredes interiores (m²)

T_e = Temperatura exterior (°C)

T_i = Temperatura interior (°C)

3.3.2.3.7 Calor por infiltración de aire a través de puertas y ventanas que comunican con el exterior.

Las ganancias de calor latente como sensible causadas por la infiltración de aire a través de puertas y ventanas, debido tanto a su apertura como a las

infiltraciones a través de las rendijas de las mismas se calculan por medio de las siguientes ecuaciones:

$$\dot{Q}_{s, \text{ inf}} = 0,29 \dot{V}_{\text{ inf}} (T_e - T_i) \quad \text{Ec. (3.11)}$$

$$\dot{Q}_{l, \text{ inf}} = 0,71 \dot{V}_{\text{ inf}} (\omega_e - \omega_i) \quad \text{Ec. (3.12)}$$

Donde:

$\dot{Q}_{s, \text{ inf}}$ = Ganancia de calor sensible debido a infiltración (kcal /h)

$\dot{Q}_{l, \text{ inf}}$ = Ganancia de calor latente debido a infiltración (kcal /h)

$\dot{V}_{\text{ inf}}$ = Caudal de aire infiltrado por puertas, ventanas y rendijas (m³/h)

T_e = Temperatura del aire exterior o del aire infiltrado (°C)

T_i = Temperatura interior (°C)

ω_e = Humedad específica del aire exterior o del aire infiltrado (g_v/kg_a)

ω_i = Humedad específica interior (g_v/kg_a)

La determinación del aire infiltrado por puertas, ventanas y rendijas

$\dot{V}_{\text{ inf}}$, se lleva a cabo de la siguiente manera:

El cálculo del caudal infiltrado por puertas y ventanas se realiza mediante el siguiente proceso:

$$\dot{V}_{\text{ inf}} = \dot{V}_{\text{ inf Ptas.}} + \dot{V}_{\text{ inf Vent.}} \quad \text{Ec. (3.14)}$$

Tal que:

$$\dot{V}_{\text{ inf Ptas.}} = \dot{V}_P A_{\text{Pta}} F_{\text{Vel. Viento}} F_{\text{Direccion Viento}} \quad \text{Ec. (3.15)}$$

44 Herramienta computacional para determinar las cargas térmicas que intervienen en el proceso de acondicionamiento de ambiente.

$$\dot{V}_{\text{inf Vent.}} = \dot{V}_V A_{\text{Vent}} (\% \text{Apert.}) F_{\text{Vel. Viento}} F_{\text{Direccion Viento}} \quad \text{Ec. (3.16)}$$

Donde:

$\dot{V}_{\text{inf Ptas.}}$ = Volumen de infiltración por puertas (m³/h).

$\dot{V}_{\text{inf Vent.}}$ = Volumen de infiltración por ventanas (m³/h).

\dot{V}_P = Volumen de infiltración por puertas por unidad de área (m³/h/m²). Entrar a la Tabla N°1, Pág. I.61-I.62 [4] (ver anexo N°15), dependiendo del tipo de puerta, su aplicación y utilización (este dato incluye las infiltraciones a través de rendijas)

\dot{V}_V = Volumen de infiltración por ventanas por unidad de área (m³/h/m²). Entrar a la Tabla N°1, Pág. I.61-I.62 [4] (ver anexo N°15), dependiendo del tipo de ventana, su aplicación y utilización (este dato incluye las infiltraciones a través de rendijas).

A_{Pta} = Área total de la puerta (m²)

A_{Vent} = Área total de la ventana (m²)

%Apert = Porcentaje de apertura de la ventana

$F_{\text{Vel. Viento}}$ = Factor de corrección por velocidad del viento = $\frac{\text{Velocidad de viento}}{12 \text{ km/h}}$

$F_{\text{Direccion Viento}}$ = Factor de corrección por la dirección del viento = 1 si el viento \perp a

la ventana o puerta, 0.6 si el viento no es \perp a la ventana o puerta y 0 si el viento no incide sobre la ventana o puerta.

3.3.2.3.8 Caudal de aire exterior necesario para la renovación del aire interno.

La ganancia de calor debida al aire de renovación se puede calcular de dos maneras [10]:

a) En base al área del piso

$$\dot{V}_1 = Ap N_1 \quad \text{Ec. (3.17)}$$

Donde:

\dot{V}_1 = Caudal de aire de renovación (m^3/h)

Ap = Área de piso (m^2)

N_1 = Caudal de aire fresco por área de piso ($\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$), Tabla N°3 [11]
(ver anexo N°16).

b) En base al número de personas

$$\dot{V}_2 = (N^\circ \text{ personas}) N_2 \quad \text{Ec. (3.18)}$$

Donde:

\dot{V}_2 = Caudal de aire fresco (m^3/h)

N_2 = Caudal de aire fresco por persona ($\text{m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$). Tabla N°3 [11]
(ver anexo N°16).

De los valores resultantes \dot{V}_1 y \dot{V}_2 se selecciona el mayor, el cual será \dot{V}_{AE}
(Volumen de aire exterior de renovación)

3.3.2.4 Cargas térmicas internas.

A continuación se muestran los procedimientos a seguir para determinar cada una de las cargas térmicas internas que afectan las condiciones de confort del local.

3.3.2.4.1 Ganancias de calor por ocupantes

El flujo de calor debido a las personas que se encuentran en el ambiente a acondicionar se puede estimar con la siguiente ecuación [4]:

$$\dot{Q}_{Total, pers} = \dot{Q}_{l, pers} + \dot{Q}_{s, pers} \quad \text{Ec. (3.19)}$$

Donde:

$\dot{Q}_{Total, pers}$ = Ganancia total de calor debido a personas (kcal/h).

$\dot{Q}_{l, pers}$ = Ganancia de calor latente debido a personas (kcal/h).

$\dot{Q}_{s, pers}$ = Ganancia de calor sensible debido a personas (kcal/h).

Las cargas sensibles y latentes se pueden determinar con las siguientes ecuaciones:

$$\dot{Q}_{l, pers} = (N^\circ \text{ Personas}) ML \quad \text{Ec. (3.20)}$$

$$\dot{Q}_{s, pers} = (N^\circ \text{ Personas}) MS \quad \text{Ec. (3.21)}$$

Donde:

ML = Disipación metabólica latente (kcal /h). Tabla N°1, Pag 7-I.69 [4] (ver anexo N°17).

MS = Disipación metabólica sensible (kcal /h). Tabla N°1, Pag 7-I.69 [4] (ver anexo N°17).

3.3.2.4.2 Ganancias de calor por alumbrado

El calor producido por los elementos de iluminación del local se determina con las siguientes ecuaciones:

Si las luces son fluorescentes:

$$\dot{Q}_{ilum} = 1,2 (Pu) \left(0,86 \frac{kcal/h}{W} \right) \quad \text{Ec. (3.22)}$$

Si las luces son incandescentes:

$$\dot{Q}_{ilum} = (Pu) \left(0,86 \frac{kcal/h}{W} \right) \quad \text{Ec. (3.23)}$$

Donde:

\dot{Q}_{ilum} = Flujo de calor debido a la iluminación (kcal /h)

P_u = Potencia útil de las luminarias (W)

3.3.2.4.3 Ganancias de calor por equipos diversos y de restaurantes

El calor producido por equipos diversos y de restaurantes se determina mediante la siguiente ecuación:

$$\dot{Q}_{Equipos} = (CSE) + (CLE) \quad \text{Ec. (3.24)}$$

Donde:

\dot{Q}^{Equipo} = Flujo de calor debido a equipos (kcal /h)

(*CSE*) = Calor Sensible del Equipo (kcal /h). Entrar a las Tablas N°1, N°2 ó N°3, Pág. I.70-72 [4] (ver anexos N°18, N°19 y N°20) con las características del equipo.

(*CLE*) = Calor Latente del Equipo (kcal /h). Entrar a las Tablas N°1, N°2 ó N°3, Pág. I.70-72 [4] (ver anexos N°18, N°19 y N°20) con las características del equipo.

3.3.2.5 Determinación del calor total del local (RTH)

Una vez obtenidas todas las ganancias de calor en el local, se procede a sumar todas las cargas sensibles para obtener la carga sensible total de local (RSH) y todas las cargas latentes para obtener así la carga latente total de local (RLH), y con la suma de estas se obtendrá finalmente la carga total del local (RTH). Éste resumen se ve reflejado en la Tabla 4.1 que se muestra a continuación:

Tabla 3.1 Resumen de cargas sensibles y latentes del local

Calor Sensible del Local (RSH)		Calor Latente del Local (RLH)	
Ecuación	Calor	Ecuación	Calor
$\dot{Q}_{te/pe} = U \cdot A_{sol} \cdot (\Delta T_e)_{corr} + U \cdot A_{sombra} \cdot (Te - Ti)$			
$\dot{Q}_{RS} = (R_s \cdot f_{MM} \cdot f_{Alr} \cdot f_{TR}) \cdot A_{VS} \cdot (F_A \cdot F_S)$			
$\dot{Q}_{VE} = U \cdot A_{VE} \cdot (Te - Ti)$			
$\dot{Q}_{VI} = U \cdot A_{VI} \cdot (Te - Ti - 3)$			
$\dot{Q}_{Pta.I} = U \cdot A_{Pta.I} \cdot (Te - Ti - 3)$			
$\dot{Q}_{Ped.I} = U \cdot A_{Ped.I} \cdot (Te - Ti - 3)$			
$\dot{Q}_{s, inf} = 0,29 \cdot V_{inf} \cdot (Te - Ti)$		$\dot{Q}_{l, inf} = 0,71 \cdot V_{inf} \cdot (\omega_e - \omega_i)$	
$\dot{Q}_{s, pers} = (N^\circ \text{ Personas}) \cdot MS$		$\dot{Q}_{l, pers} = (N^\circ \text{ Personas}) \cdot ML$	
$\dot{Q}_{ilum} = 1,25 \cdot (Pu) \cdot \left(0,86 \frac{kcal/h}{W}\right) \cdot (FAC)$			
$\dot{Q}_{itum} = (Pu) \cdot \left(0,86 \frac{kcal/h}{W}\right) \cdot (FAC)$			
$\dot{Q}_{s, Equipo} = (CSE)_{Tabla50} + (CSE)_{Tabla51} + (CSE)_{Tabla52}$		$\dot{Q}_{l, Equipo} = (CLE)_{Tabla50} + (CLE)_{Tabla51} + (CLE)_{Tabla52}$	
$\dot{Q}_{Motor Eléct.} = (CSM)_{Tabla53} \cdot FPC$			
$\dot{Q}_{Bomba / Ventil.} = (CSM)_{Tabla53} \cdot (1 - FPC)$			
$\dot{Q}_{TNA} = (CST)_{Tabla54} \cdot L_{Tub.} \cdot (T_{Tub.} - T_i)$			
$\dot{Q}_{TA} = (CST)_{Tabla55} \cdot (f_{Aislam.}) \cdot L_{Tub.} \cdot (T_{Tub.} - T_i)$			
$\dot{Q}_{s, DNA} = \left[(csp)_{T57} \cdot A_{Ped} + (cst)_{T57} \cdot A_{Tap} + (csf)_{T57} \cdot A_{Fdo} \right] \cdot (T_{Liq.} - T_i)$		$\dot{Q}_{l, DA} = (CLS)_{Tabla58} \cdot A_{Sup. Abiert}$	
(RSH) =		(RLH) =	
Calor Total del Local (RTH) =		(RSH) + (RLH)	

3.3.2.6 Balance Psicrométrico

El objetivo de este balance es determinar las condiciones de suministro del equipo.

3.3.2.6.1 Factor de calor sensible del local (RSHF)

El factor de calor sensible del local (RSHF) se obtiene con el uso de la siguiente ecuación:

$$RSHF = \frac{RSH}{RSH+RLH} = \frac{RSH}{RTH} \quad \text{Ec. (3.25)}$$

Donde:

RSH = Cargas térmicas sensible del local (kcal /h).

RLH = Cargas térmicas latente del local (kcal /h).

RTH = Cargas térmicas total del local (kcal /h).

Para trazar la recta RSHF en la carta Psicrométrica se debe determinar el valor del RSHF, así como también se deben conocer las condiciones internas de diseño, con estos datos se procede a seguir el procedimiento explicado a continuación:

- 1) Ubicar el punto de RSHF en la escala de SHF situada a la derecha de la carta y unir dicho punto con el punto de referencia (26.7°C, 50%) para obtener una recta.
- 2) Ubicar el punto que representa las condiciones internas de diseño (T_i , ω_i) y hacer pasar por este una recta paralela a la encontrada en el paso anterior para hallar así la recta RSHF.

Estos pasos se observan gráficamente a continuación:

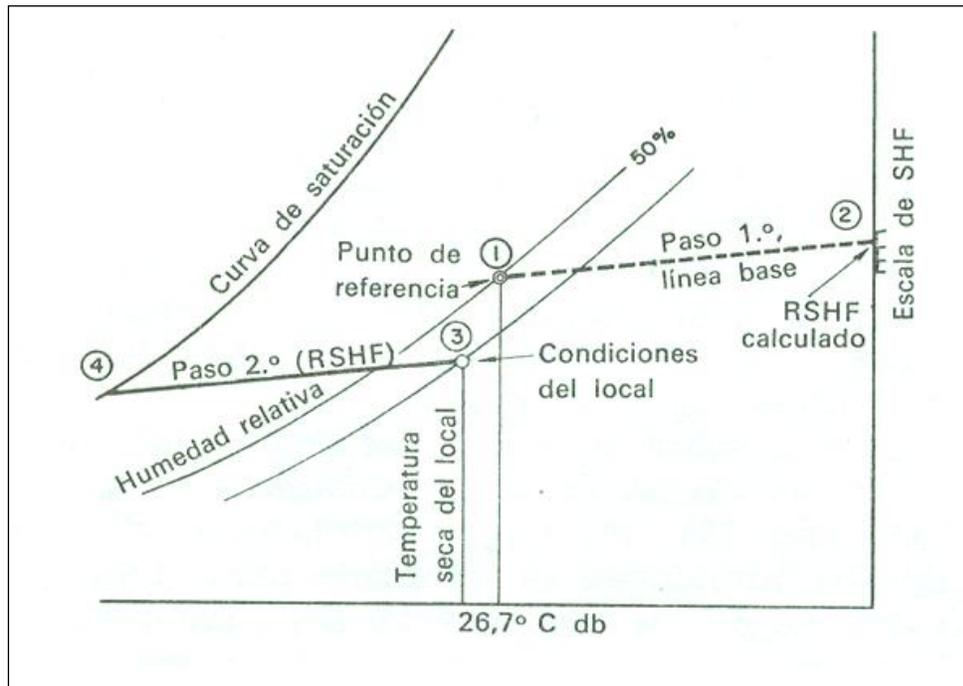


Figura 3.5 Determinación de la recta RSHF [4]

3.3.2.6.2 Factor de calor sensible total (GSHF).

El factor de calor sensible total se obtiene con el uso de la siguiente ecuación:

$$GSHF = \frac{TSH}{TSH+TLH} = \frac{TSH}{GTH} \quad \text{Ec. (3.26)}$$

Donde:

TSH = Cargas térmicas sensible total de la instalación (kcal /h).

TLH = Cargas térmicas latente total de la instalación (kcal /h).

GTH = Cargas térmicas totales de la instalación (kcal /h).

Para trazar la recta GSHF en la carta psicrométrica se debe conocer el valor del GSHF y las condiciones del punto de mezcla a la entrada del equipo, con estos datos se procede a seguir el procedimiento explicado a continuación:

1) Ubicar el punto de GSHF en la escala de SHF situada a la derecha de la carta y unir dicho punto con el punto de referencia (26.7°C, 50%) para obtener una recta.

2) Ubicar el punto que representa las condiciones del punto de mezcla a la entrada del equipo (T_m , ω_m) y hacer pasar por este una recta paralela a la encontrada en el paso anterior para hallar así la recta GSHF.

Estos pasos se observan gráficamente a continuación:

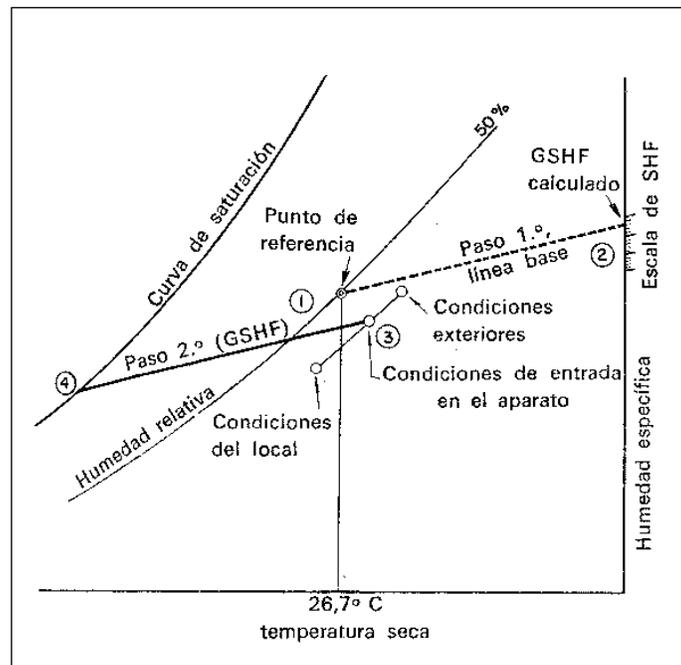


Figura 3.6 Determinación de la recta GSHF[4]

Al interceptar las curvas RSHF y GSHF se obtiene un punto, el cual representa las condiciones de suministro del aire al local.

Si no es posible determinar el valor del GSHF, es posible determinar dicha recta de otras maneras explicadas a continuación:

3.3.2.6.3 Factor de calor sensible efectivo (ESHF).

Para determinar el valor de factor de calor sensible efectivo (ESHF) se hace uso de la siguiente ecuación:

$$ESHF = \frac{ERSH}{ERSH+ERLH} = \frac{ERSH}{ERTH} \quad \text{Ec. (3.27)}$$

Donde:

ERSH = Cargas térmicas sensibles efectivo total de la instalación (kcal /h).

ERLH = Cargas térmicas latentes efectivo total de la instalación (kcal /h).

ERTH = Cargas térmicas efectivas totales de la instalación (kcal /h).

El factor ERSH se determina de la siguiente manera:

$$ERSH = RSH + BF \left(\dot{Q}_{s, AE} \right) \quad \text{Ec. (3.28)}$$

Donde:

RSH = Cargas térmicas sensibles del local (kcal /h).

$\dot{Q}_{s, AE}$ = Cargas térmicas sensibles del caudal de aire del exterior (kcal /h).

BF = Factor de Bypass, entrar en la Tabla 3. o la Tabla 4., Pág. I.94 [4] (ver anexo N°21, según la aplicación del equipo).

El $\dot{Q}_{s,AE}$ se determina de la siguiente manera:

$$\dot{Q}_{s,AE} = 0,29 V_{AET} (Te - Ti) \quad \text{Ec. (3.29)}$$

Donde:

V_{AET} = Caudal de aire total del exterior (m³/h)

Te = Temperatura del aire exterior de diseño (°C)

Ti = Temperatura interior de diseño (°C)

El factor ERLH se determina de la siguiente manera:

$$ERLH = RLH + BF(\dot{Q}_{l,AE}) \quad \text{Ec. (3.30)}$$

Donde:

RLH = Cargas térmicas latentes del local (kcal /h).

$\dot{Q}_{l,AE}$ = Cargas térmicas latentes del caudal de aire del exterior (kcal /h).

BF = Factor de Bypass, en la Tabla 3. o la Tabla 4., Pag. I.93-I.94 [4], según la aplicación del equipo.

El $\dot{Q}_{l,AE}$ se determina de la siguiente manera:

$$\dot{Q}_{l,AE} = 710 V_{AET} (\omega_e - \omega_i) \quad \text{Ec. (3.31)}$$

Donde:

V_{AET} = Caudal de aire total del exterior (m³/h)

ω_e = Humedad específica del aire exterior de diseño (kgv/kg)

ω_i = Humedad específica interior de diseño (kgv/kg)

Es importante señalar que el V_{AET} toma en cuenta el volumen de aire de renovación exterior, el volumen de aire de renovación de baños y el volumen de aire de renovación de cocinas, como se muestra a continuación:

$$V_{AET} = V_{AE} + V_{AEB} + V_{AEC} \quad \text{Ec. (3.32)}$$

Donde:

V_{AE} = Volumen de aire de renovación exterior (m^3/h).

V_{AEB} = Volumen de aire de ventilación de baños (m^3/h).

V_{AEC} = Volumen de aire de ventilación de cocinas (m^3/h).

Existen dos maneras de hallar la recta ESFH, la primera requiere del valor del factor ESFH y conocer las condiciones de diseño del local, de esta manera se debe seguir el siguiente procedimiento para hallar dicha recta:

- 1) Ubicar el punto de ESHF en la escala de SHF situada a la derecha de la carta y unir dicho punto con el punto de referencia (26.7°C , 50%) para obtener una recta.
- 2) Ubicar el punto que representa las condiciones de diseño del local (T_i , ω_i) y hacer pasar por este una recta paralela a la encontrada en el paso anterior para hallar así la recta ESFH.

Estos pasos se observan gráficamente a continuación:

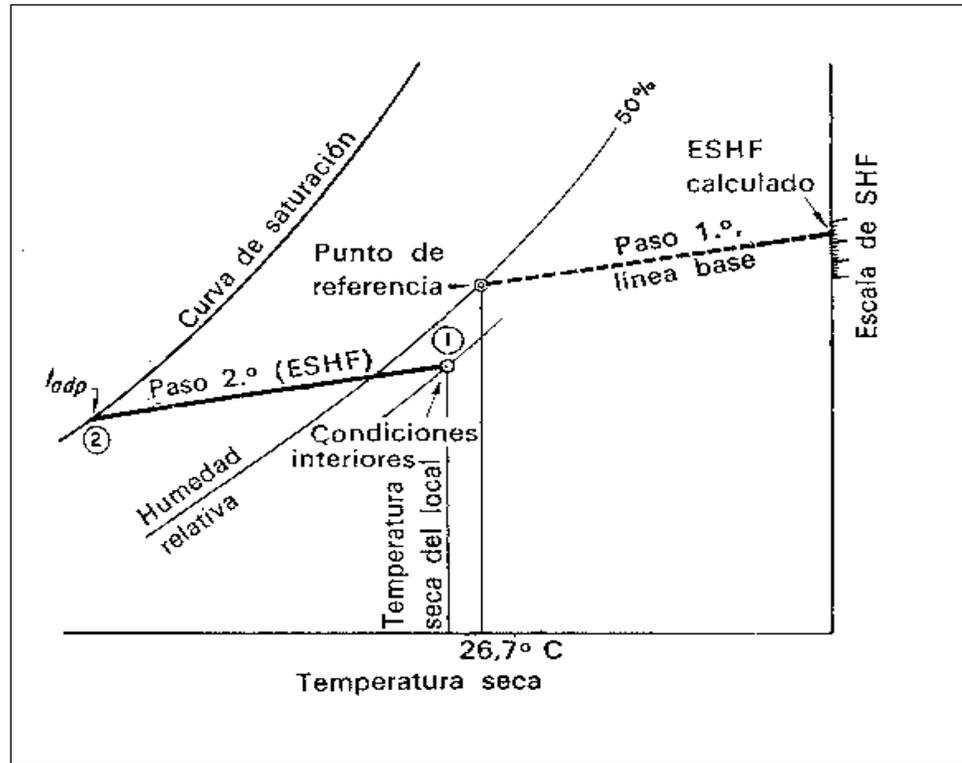


Figura 3.7 Determinación de la recta ESFH [4]

La segunda manera consiste en hallar directamente el valor del punto ADP directamente de la Tabla N° 65 Pág. I-121 [4] (ver anexos N°22 hasta N°28) con el valor de ESHF y las condiciones internas de diseño, y unir dicho punto con el punto que representa las condiciones de diseño del local (T_i , ω_i) y obtener de este modo la recta ESFH.

El objetivo de hallar tal recta es encontrar consigo el punto ADP del equipo (por lo cual si se halla dicho punto directamente de la tabla 65 no es necesario el trazado de la misma) para unirlo con el punto de mezcla a la entrada del equipo y hallar así la recta GSFH e interceptarla con la recta RSFH para finalmente hallar el valor de las condiciones de suministro, este proceso se representa en la figura 4.5 que se muestra a continuación:

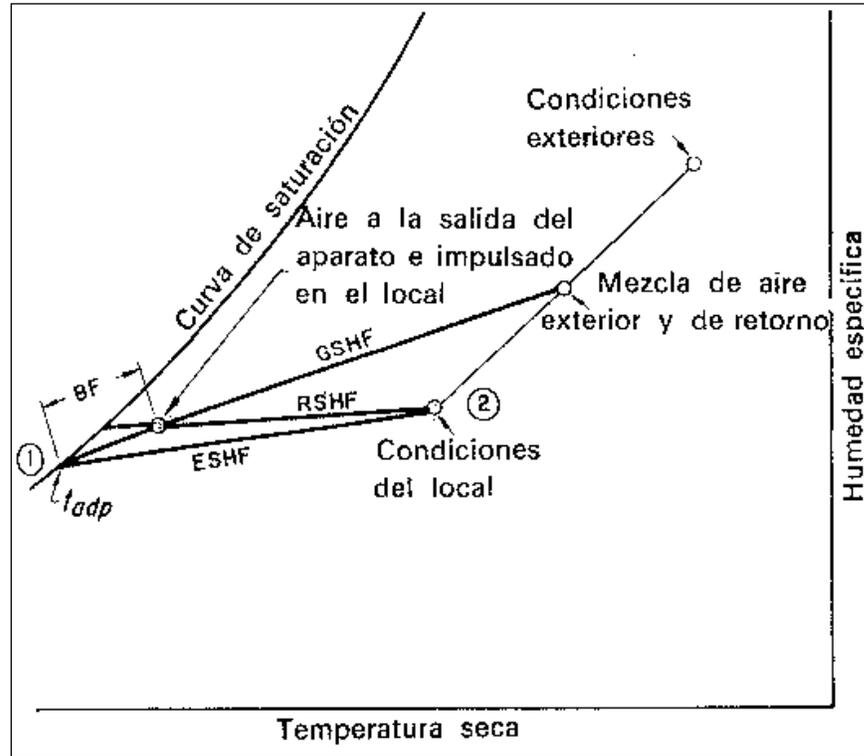


Figura 3.8 Determinación de la recta ESFH [4]

3.3.2.6.4 Determinación del caudal de aire de suministro (\dot{V}_s).

El caudal de aire de suministro se puede determinar a partir de parámetros ya definidos que se relacionan por medio de la siguiente ecuación:

$$\dot{V}_s = \frac{ERSH}{0,29 (T_i - ADP) (1 - BF)} \quad \text{Ec. (3.33)}$$

Donde:

\dot{V}_s = Caudal de aire de suministro total (m^3/h)

ERSH = Cargas térmicas sensibles efectivo total de la instalación (kcal /h).

T_i = Temperatura interior de diseño (°C).

ADP = Punto de rocío del aparato (°C).

BF = Factor de Bypass

3.3.2.6.5 Condiciones de aire de suministro.

Después de realizado el balance psicrométrico se deben determinar las condiciones del aire de suministro, esto con la finalidad de verificar con la ayuda del diagrama psicrométrico que dichas condiciones no generen condensación del vapor contenido en el aire, dichas condiciones son la temperatura y humedad específica de suministro las cuales se determinan mediante las siguientes ecuaciones:

-Temperatura de suministro:

$$T_s = (T_e - ADP) BF + ADP \quad \text{Ec. (3.34)}$$

Donde

T_s = Temperatura de suministro (°C).

T_e = Temperatura de entrada del aire a la UTA (°C).

ADP = Temperatura de ADP (°C).

BF = Factor de bypass del equipo

De modo que

$$T_e = \left(\frac{V_{AE}}{V_s} \right) (T_e - T_i) + T_i \quad \text{Ec. (3.35)}$$

Donde

V_{AE} = Caudal de aire exterior (m^3/h).

V_s = Volumen de suministro (m^3/h).

T_e = Temperatura exterior de diseño (m^3/h).

T_i = Temperatura interna de diseño (m^3/h).

-Humedad específica de suministro:

$$X_s = X_{ADP} + BF(X_e - X_{ADP}) \quad \text{Ec. (3.36)}$$

Donde

X_s = Humedad específica de suministro (gr/Kg)

X_{ADP} = Humedad específica del punto de rocío del aparato (gr/Kg)

BF = Factor de bypass

X_e = Humedad específica a la entrada del aparato (gr/Kg)

De modo que

$$X_e = \frac{(V_{AE}T_e) + (V_R T_i)}{V_s} \quad \text{Ec. (3.37)}$$

Donde

X_e = Humedad específica de suministro (gr/Kg)

V_{AE} = Caudal de aire exterior (m^3/h)

V_R = Caudal de aire de retorno (m^3/h)

T_e = Temperatura exterior de diseño ($^{\circ}C$)

T_i = Temperatura interna de diseño

V_S = Caudal de aire de suministro

De modo que

$$V_R = (V_S - V_{AE}) \quad \text{Ec. (3.38)}$$

Después de determinadas las condiciones de suministro, se debe graficar dicho punto en el diagrama psicrométrico y verificar que dichas condiciones no alcancen valores de humedad relativa mayores al 90%, ya que si esto pasa, es muy probable que se genere condensación del vapor en el aire en los conductos, en caso de que ocurra, se debe aumentar el factor de bypass del equipo y recalcular y verificar nuevamente las condiciones de suministro.

3.3.2.7. *Cargas térmicas debido a la Instalación.*

Las cargas térmicas por la instalación están constituidas por las cantidades de calor suministradas por los diferentes componentes de la misma tales como conductos y ventiladores de impulsión de aire, entre otros. A continuación se divide este cálculo en distintas etapas:

3.3.2.7.1 Por los conductos de suministro de aire

Las ganancias de calor a través de las paredes de los conductos de suministro por diferencia de temperaturas en los ambientes no acondicionados por los que atraviesan los mismos se pueden determinar mediante las siguientes ecuaciones:

$$\dot{Q}_{CS} = U_{cond} P L \left[T_a - \left(\frac{T_e + T_s}{2} \right) \right] \quad \text{Ec. (3.38)}$$

$$\dot{Q}_{CS} = 1200 A_{cond} c (T_s - T_e) \quad \text{Ec. (3.39)}$$

Donde:

\dot{Q}_{CS} = Ganancia de calor a través de las paredes de los conductos de suministro (kcal/h)

A_{cond} = Área de la sección transversal del conducto (m^2)

c = Velocidad media de circulación del aire dentro de los conductos (m/s)

L = Longitud del conducto que atraviesa la zona no acondicionada (m)

U_{cond} = Coeficiente global de transferencia de calor en las paredes del conducto (kcal/ m^2 °C h), Tabla N°7, pag.I-76 [4] (ver anexo N°29).

P = perímetro el conducto (m)

T_a = Temperatura del ambiente exterior (°C)

T_e = Temperatura a la entrada al conducto (°C)

T_s = Temperatura a la salida del conducto (°C)

Para determinar el valor de \dot{Q}_{CS} con el uso de las ecuaciones anteriores se lleva a cabo el siguiente proceso:

- 1) Calcular un valor aproximado de \dot{Q}_{CS} con el uso de la Ec. (3.38) suponiendo $T_e=T_s$ =Temperatura del aire dentro del conducto
- 2) Con el valor de \dot{Q}_{CS} calculado en el paso anterior y con el uso de la Ec. (3.39), despejar el valor de T_s suponiendo T_e = Temperatura del aire dentro del conducto
- 3) Regresar al paso 1 y recalcular el nuevo valor de \dot{Q}_{CS} con el valor de T_s calculado en el paso 2 y suponiendo T_e = Temperatura del aire dentro del conducto, éste se tomara como el valor real de \dot{Q}_{CS} .

3.3.2.7.2 Por los conductos de retorno de aire.

Para el determinar el valor de las ganancias de calor a través de las paredes de los conductos de retorno por diferencia de temperaturas en los ambientes no acondicionados por los que atraviesan los mismos (\dot{Q}_{CR}) se utilizan las mismas ecuaciones Ec. (3.36) y Ec. (3.37) y el mismo procedimiento usado para el cálculo de las ganancias en los conductos de suministro.

3.3.2.7.3 Por fugas en los conductos de suministro de aire.

La cantidad de aire que debe suministrar adicionalmente para compensar las fugas en los conductos de suministro se determina mediante la siguiente ecuación:

$$\dot{V}_F = 0,1 \dot{V}_S \left(\frac{L_{Ext.}}{L_{Total}} \right) \quad \text{Ec. (3.40)}$$

Donde:

\dot{V}_F = Caudal de aire fresco para compensar las fugas (m^3/h).

\dot{V}_S = Caudal de aire de suministro (m^3/h)

$L_{\text{Ext.}}$ = Longitud del conducto situado en el exterior del local (m).

L_{Total} = Longitud de conducto total del conducto de suministro del local (m).

Entonces, las cargas adicionales para compensar las fugas serán:

$$\dot{Q}_{s, F} = 0,29 \dot{V}_F (T_e - T_i) \quad \text{Ec. (3.41)}$$

$$\dot{Q}_{l, F} = 0,71 \dot{V}_F (\omega_e - \omega_i) \quad \text{Ec.(3.42)}$$

Donde:

$\dot{Q}_{s, F}$ = Flujo de calor sensible debido a las fugas en a los conductos de suministro (kcal /h)

$\dot{Q}_{l, F}$ = Flujo de calor latente debido a las fugas en a los conductos de suministro (kcal /h).

\dot{V}_F = Caudal de aire fresco para compensar las fugas (m^3/h)

T_e = Temperatura del aire exterior de diseño ($^{\circ}\text{C}$)

T_i = Temperatura interior de diseño ($^{\circ}\text{C}$)

ω_e = Humedad específica del aire exterior de diseño (g_v/kg_a)

ω_i = Humedad específica interior de diseño (g_v/kg_a)

3.3.2.7.4 Por los ventiladores de impulsión y aspiración.

La carga adicional generada por la energía disipada en el ventilador del equipo se puede calcular de la siguiente manera:

a) Cuando el motor del ventilador se encuentra inmerso en la corriente de aire tratado:

$$\dot{Q}_{vent} = \dot{V} \left(\Delta p + \frac{c_i^2 - c_a^2}{2} \cdot \rho \right) / (\eta_{vent} \cdot \eta_{Trans} \cdot \eta_{Mot}) \quad \text{Ec.(3.43)}$$

b) Cuando el motor del ventilador se encuentra fuera de la corriente de aire tratado.

$$\dot{Q}_{vent} = \dot{V} \left(\Delta p + \frac{c_i^2 - c_a^2}{2} \rho \right) / (\eta_{vent} \eta_{Trans}) \quad \text{Ec.(3.44)}$$

Donde:

\dot{Q}_{vent} = Carga adicional generada por el ventilador (W)

\dot{V} = Caudal volumétrico de suministro (m³/s)

Δp = Incremento de presión entre aspiración e impulsión (Pa)

C_i = Velocidad del aire en la boca de impulsión (m/s)

C_a = Velocidad del aire en la boca de aspiración (m/s)

ρ = Densidad media del aire entre la aspiración e impulsión (Aprox. 1,2) (kg/m³)

η_{Vent} = Rendimiento del ventilador (entre 0,5-0,65)

η_{Trans} = Rendimiento del mecanismo de transmisión Motor-Ventilador (entre 0,94-0,98)

η_{Mot} = Rendimiento del motor eléctrico (entre 0,6-0,95)

3.3.2.8 Capacidad requerida por el equipo.

Una vez obtenidas todas las cargas térmicas tomadas en cuenta para el acondicionamiento de un ambiente determinando, tanto externas como internas, como las referentes a la instalación, se deben tomar en cuenta ciertos factores para garantizar que el equipo pueda manejar de forma satisfactoria la carga a la cual va a ser sometido. Uno de esos factores que se maneja es el coeficiente de seguridad:

3.3.2.8.1 Coeficiente de seguridad

Para compensar ciertos factores desconocidos y/o que se han omitido en la estimación las cargas térmicas se deben multiplicar las cargas sensibles en el local por un factor de seguridad f_{seg} que varía entre 0 y 5%.

3.3.2.8.2 Capacidad del equipo de acondicionamiento

La capacidad del equipo de acondicionamiento se obtiene sumando al calor total del local (RTH), los incrementos por instalaciones y el incremento por el factor de seguridad, por lo que la ecuación será:

$$CAP_{Equipo} = (RTH) + \dot{Q}_{CS} + \dot{Q}_{CR} + \dot{Q}_{vent} + [(RSH) \cdot f_{Seg.}] + (OASH) + (OALH) \quad Ec(3.43)$$

Donde:

RTH = Calor total del local (kcal /h).

RSH = Total de las cargas térmicas sensible del local en estudio (kcal /h).

\dot{Q}_{CR} = Flujo de calor sensible debido a los conductos de retorno (kcal /h).

\dot{Q}_{CS} = Flujo de calor sensible debido a los conductos de suministro (kcal /h).

\dot{Q}_{vent} = Flujo de calor sensible debido al ventilador de suministro (kcal /h).

f_{seg} = Factor de Seguridad de la capacidad del equipo

OASH = Flujo de calor sensible que toma en cuenta las cargas térmicas que se originan por las fugas en los conductos, y por el caudal de aire fresco de renovación exigido por la Tabla N°3 [11] (ver anexo N°16) (kcal /h).

OALH = Flujo de calor latente que toma en cuenta las cargas térmicas que se originan por las fugas en los conductos, y por el caudal de aire fresco de renovación exigido por la Tabla N°3 [11] (ver anexo N°16) (kcal /h).

Tal que:

$$(OASH) = \dot{Q}_{s,AE} + \dot{Q}_{s,F} \quad \text{Ec(3.44)}$$

$$(OALH) = \dot{Q}_{l,AE} + \dot{Q}_{l,F} \quad \text{Ec(3.45)}$$

Donde:

$\dot{Q}_{s,AE}$ = Flujo de calor sensible debido al caudal de aire fresco de renovación total (kcal /h).

$\dot{Q}_{l,AE}$ = Flujo de calor latente debido al caudal de aire fresco de renovación total (kcal /h).

$\dot{Q}_{s,F}$ = Flujo de calor sensible debido a las fugas en a los conductos de suministro (kcal /h)

$\dot{Q}_{l,F}$ = Flujo de calor latente debido a las fugas en a los conductos de suministro (kcal /h).

3.3.2.9 Digitalización de Tablas.

- Digitalización de las tablas que contengan los factores y parámetros requeridos para el proceso.

Con el fin de poder cargar al programa las tablas de los distintos factores y parámetros requeridos para llevar a cabo el procedimiento anteriormente descrito, se hace necesario transcribir dichas tablas y digitalizarlas ya que se encuentran en libros en físico. Una vez digitalizadas, se deben pasar a archivos de texto, con extensión “.txt” para utilizarlas de manera más sencilla en el programa.

3.3.3 Etapa III. Elaboración de algoritmos que definen el procedimiento a seguir por el programa.

- División del método de cálculo por cada tipo de carga térmica a fin de facilitar la aplicación del procedimiento.
- Definición de las variables de entrada en cada etapa de cálculo, como se muestra a continuación:

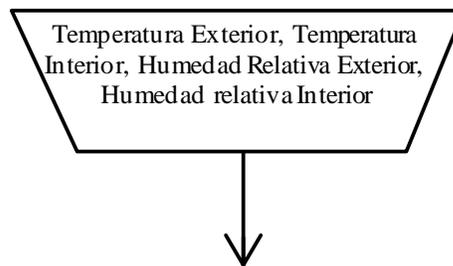


Fig. 3.9 Forma utilizada para variables de entrada en algoritmos

- Desarrollo de las etapas de cálculo y procesamiento de datos, como se muestra a continuación:

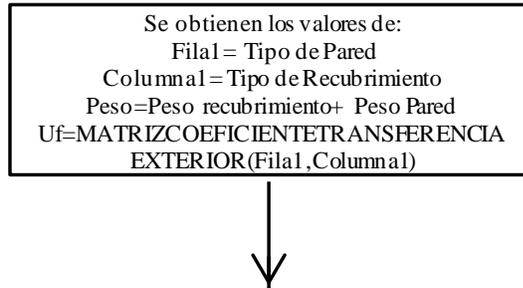


Fig. 3.10 Forma utilizada para procesamiento de datos en algoritmos

- Desarrollo de estructuras condicionales en el proceso de cálculo, como se puede observar a continuación:

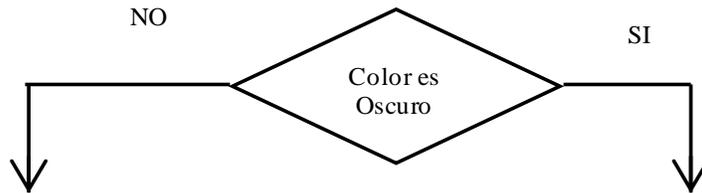


Fig. 3.11 Forma utilizada para estructuras condicionales en algoritmos

- Desarrollo de ciclos o instrucciones repetitivas, como sigue a continuación:

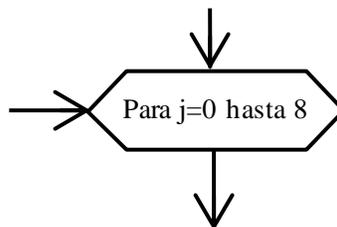


Fig. 3.12 Forma utilizada para estructuras repetitivas en algoritmos

3.3.4 Etapa IV. Elección de lenguaje de programación para realización de interfaz visual y codificación del programa.

- Selección de un lenguaje de programación para computadora que se adapte a las necesidades visuales y de programación manejada y requerida por el procedimiento.
- Construcción de la interfaz visual con distintas ventanas de acuerdo a la división realizada por los distintos tipos de cargas térmicas que pueden afectar el local.
- Codificación de las distintas ventanas de acuerdo a cada uno de los elementos de recepción de datos y de ejecución introducidos, a fin de obtener el valor de la carga térmica, tomando en cuenta los parámetros y factores digitalizados, que permiten el cálculo de la misma.

3.3.5 Etapa V. Validación de resultados con ensayos prácticos.

- Realización de un proyecto real de acondicionamiento de ambiente mediante el método de cálculo seleccionado de forma escrita, e ir comparando paso a paso los resultados obtenidos de forma manual con los obtenidos a través de la herramienta computacional.

3.4 Instrumentos de recolección de información.

La información necesaria para llevar a cabo el proceso general de determinación de cargas térmicas y la totalidad de las variables que influyen en el mismo, se halla englobada en el siguiente compendio bibliográfico:

- Manual de Aire Acondicionado (Handbook of Air Conditioning System Desing), por CARRIER AIR CONDITIONING Co, usado para la determinación de las cargas térmicas
- Fundamentos de Transferencia de Calor , Frank P. Incropera y David P. De Witt, usado para la determinación teórica de los coeficientes globales de transferencia de calor y otras variables importantes.
- Norma Venezolana COVENIN 2250:2000 (1^{ra} Revisión), Ventilación de los lugares de trabajo, usado para la determinación del caudal y equipos de ventilación necesarios en el local.

3.5 Técnicas de procesamiento y análisis de datos.

Para la obtención de las cargas térmicas que intervienen en el acondicionamiento de un local, es necesario, según el método que se esté utilizando para realizar el cálculo, evaluar cada una de las variables y parámetros que se deben tomar en cuenta y entender de qué manera pueden afectar el local en estudio. Por esto se hace necesario realizar dicho análisis, de manera que al estructurar la herramienta computacional, ésta contenga las variables precisas de acuerdo a la aplicación. Estas variables se modelan de acuerdo a las ecuaciones que resultan de la investigación bibliográfica del procedimiento seleccionado, empleando interfaces gráficas y programación de objetos para una mayor comprensión y manejo de datos.

3.6 Aspectos administrativos.

Los aspectos materiales, se refieren a los recursos materiales, humanos y financieros necesarios para la realización de este proyecto.

3.6.1 Recursos materiales.

- Dos computadoras.
- Fuentes bibliográficas de información.
- Lenguaje de programación Visual Studio 2008.

3.6.2 Recursos humanos.

- Autores y tutor del presente trabajo.
- Asesores de programación.

72 Herramienta computacional para determinar las cargas térmicas que intervienen en el proceso de acondicionamiento de ambiente.

CAPÍTULO 4

Resultados y Análisis

4.1 Introducción.

En el capítulo que se muestra a continuación, se evidencia el desarrollo de cada una de las etapas de la investigación de acuerdo a la metodología establecida, mostrando los resultados obtenidos durante las mismas.

4.2 Algoritmos que definen el proceso a seguir por el programa.

A continuación se muestran los algoritmos que definen el procedimiento seguido por el programa a grandes rasgos, de una manera simplificada y organizada, para una mejor comprensión y entendimiento del procedimiento, y para poder realizar la codificación con bases en una estructura secuencial. Los algoritmos se dividen en distintos subprogramas, que representan distintos menús del programa de acuerdo a la carga que se esté calculando.

4.2.1 Algoritmo para obtener condiciones interiores de diseño.

Se utiliza para poder conseguir las condiciones interiores de diseño, tales como humedad relativa, humedad específica y temperatura de bulbo seco, a partir de la selección del tipo de aplicación del local que se esté acondicionando, como se puede observar en la figura 4.1.

4.2.2 Algoritmo para determinar cargas térmicas por conducción, convección y radiación a través de paredes que comunican con el exterior.

Permite obtener el calor que se transmite a través de las paredes exteriores, tanto por conducción, como por convección y radiación que afectan las condiciones de deseadas dentro del local, siguiendo un procedimiento como el que se muestra en la figura 4.2. Para esto es necesario tomar en cuenta la orientación de la pared, el tipo de construcción, y sus dimensiones.

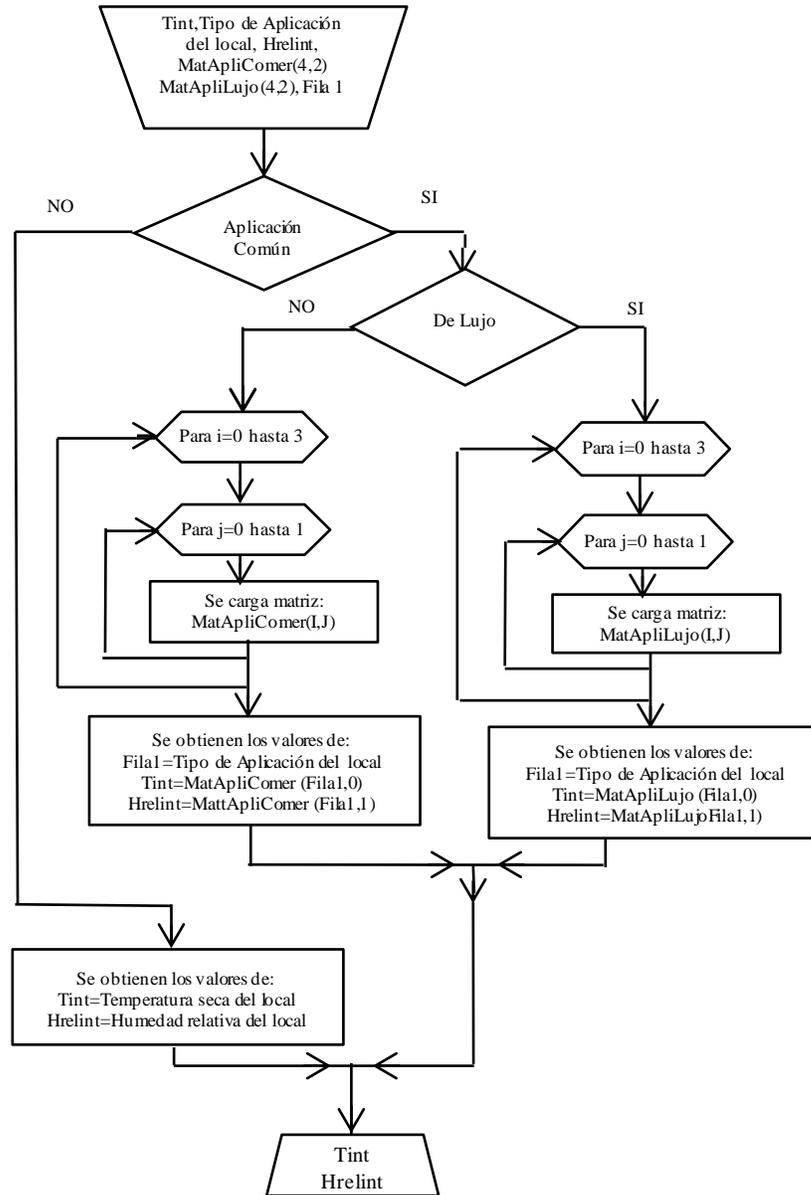


Figura N° 4.1 Algoritmo: Condiciones interiores de diseño

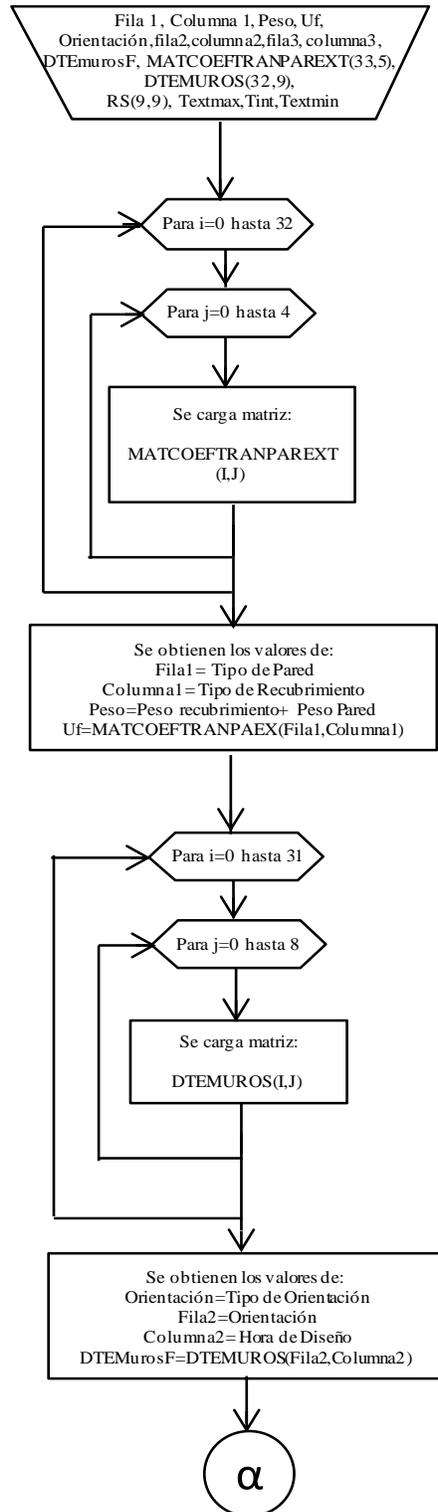


Figura N° 4.2 Algoritmo cargas térmicas a través de paredes exteriores

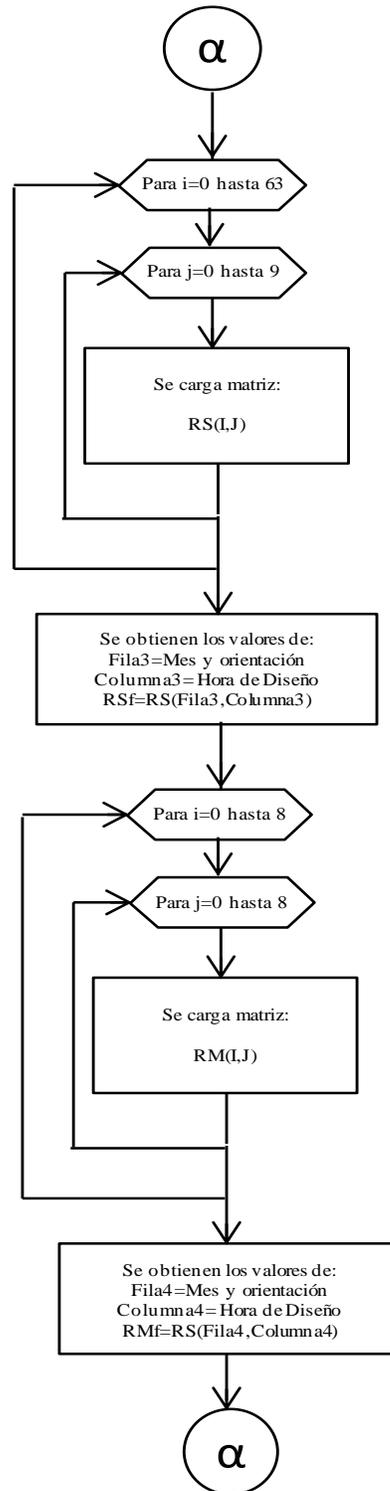


Figura N° 4.2 Algoritmo Cargas Térmicas a través de paredes exteriores

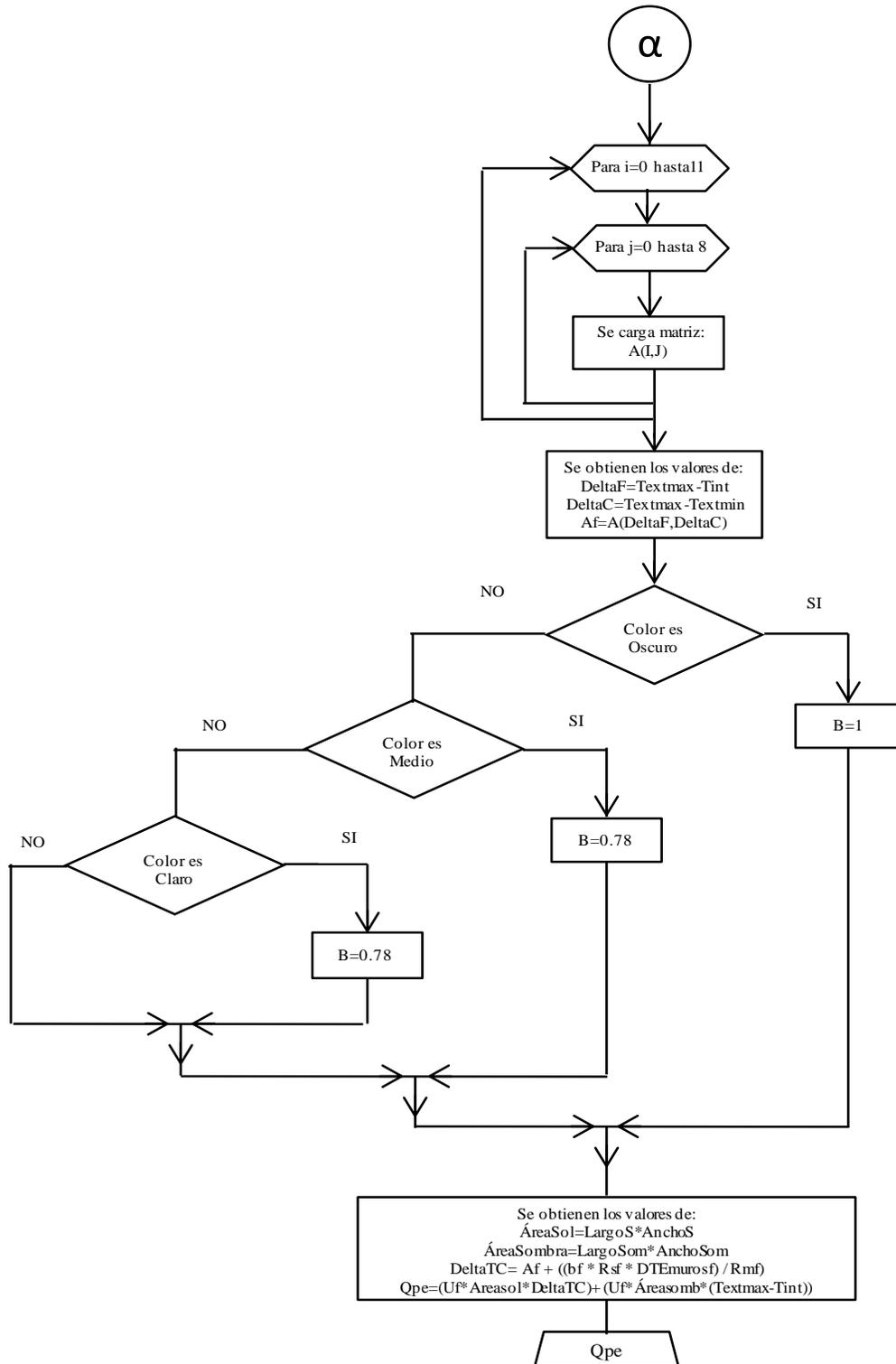


Figura N° 4.2 Algoritmo: Cargas Térmicas a través de paredes exteriores

4.2.3 Algoritmo para obtener cargas térmicas por conducción y convección a través de vidrios que comunican con el exterior.

Este algoritmo proporciona la posibilidad de calcular el calor que se infiltra hacia el local a través de las ventanas exteriores, por la ocurrencia de los fenómenos térmicos de conducción y convección, tomando en consideración la disposición y composición del vidrio, así como también sus dimensiones y las condiciones iniciales de diseño, como se muestra en la figura 4.3.

4.2.4 Algoritmo para obtener calor por aportaciones solares en vidrios que comunican con el exterior.

Se utiliza con la finalidad de cuantificar las aportaciones solares que afectan el local, por vidrios que comunican con el exterior. Como se puede observar en la figura 4.4, es necesario tomar en cuenta la ubicación del vidrio respecto a la posición del sol, las condiciones iniciales de diseño, y las dimensiones del mismo, entre otros.

4.2.5 Algoritmo para cálculo de cargas térmicas por conducción y convección a través paredes, puertas y ventanas interiores.

Esta secuencia lógica permite obtener la cantidad de calor que se transfiere al local por paredes, puertas y ventanas que comunican con ambientes no acondicionados, y no con el exterior. Para esto, se toman en cuenta la composición y las dimensiones de estos elementos, así como las condiciones iniciales de diseño. Lo anteriormente mencionado se puede observar en la figura 4.5.

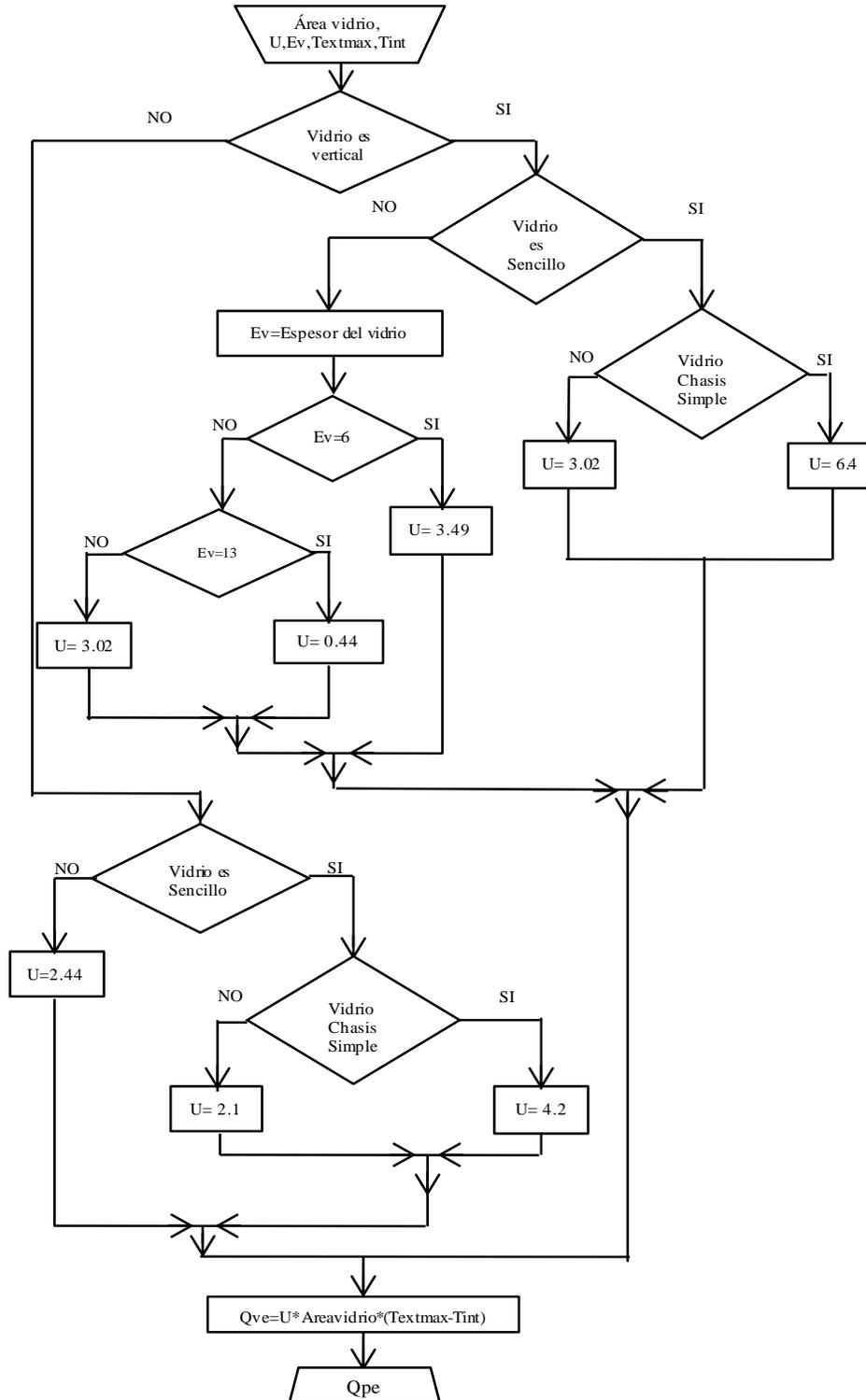


Figura N° 4.3 Algoritmo: Conducción y convección por vidrios exteriores

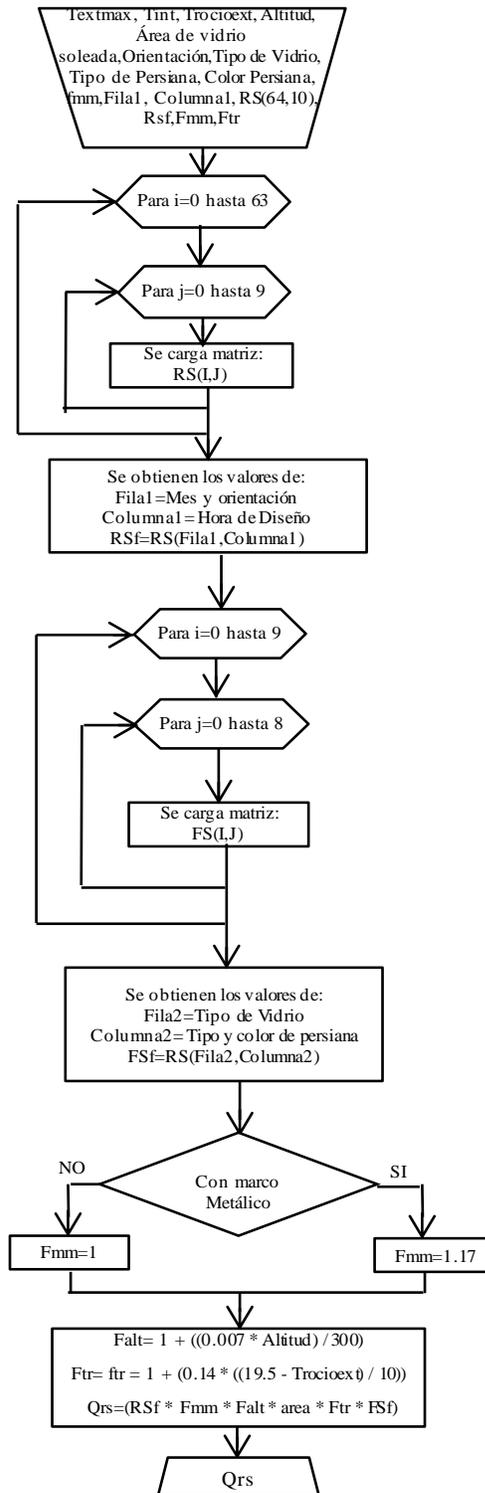


Figura N° 4.4 Algoritmo: Aportaciones Solares por vidrios exteriores

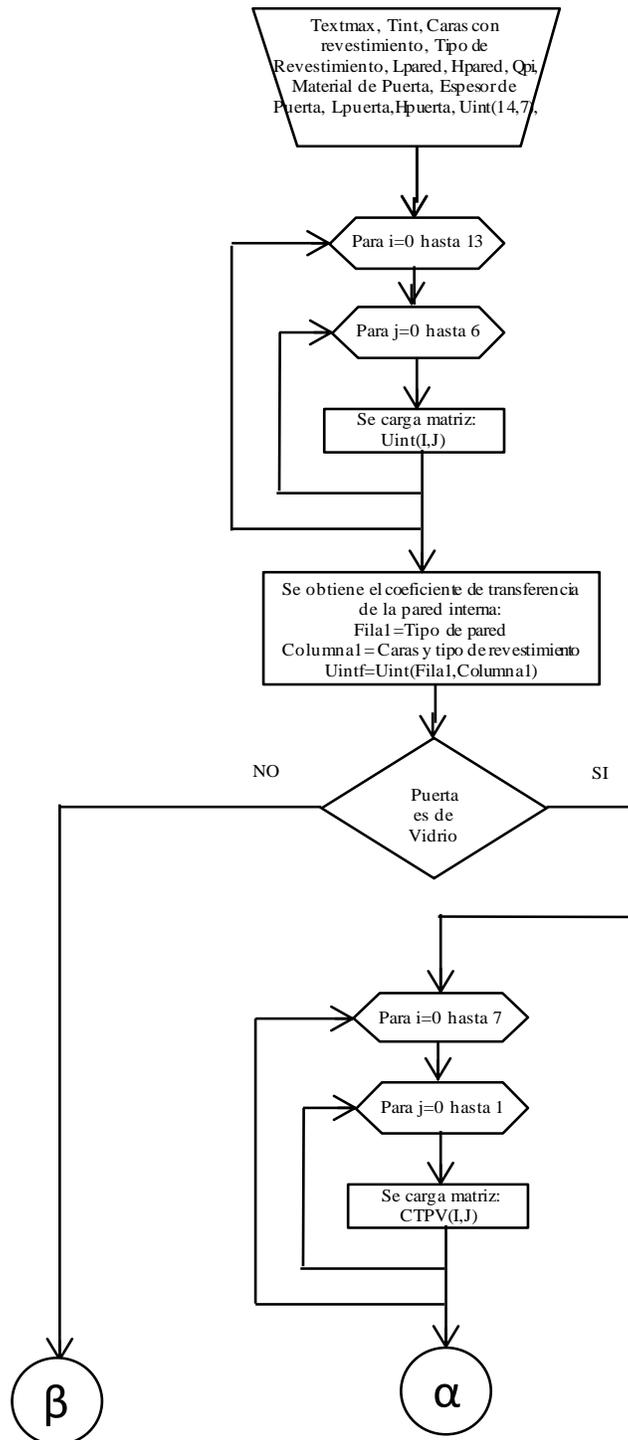


Figura N° 4.5 Algoritmo: Convección y conducción por paredes, puertas y ventanas internas

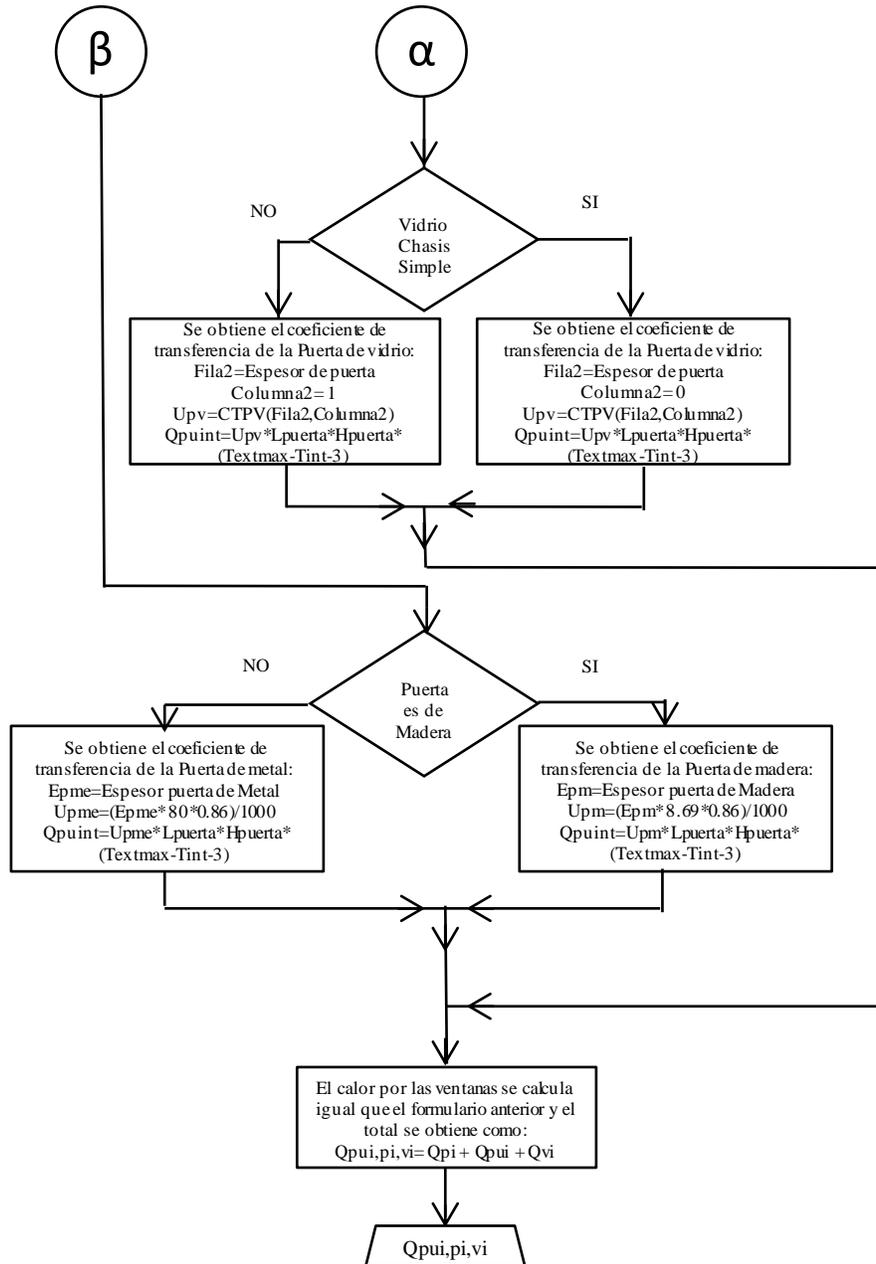


Figura N° 4.5 Algoritmo: Convección y conducción por paredes, puertas y ventanas internas

4.2.6 Algoritmo para cálculo de cargas térmicas por infiltraciones por apertura de puertas y ventanas

Este algoritmo se encarga de identificar si existen o no puertas o ventanas en una pared específica de un área específica del local en estudio, inicialmente verifica si existen ventanas y si es así, posteriormente se encarga de determinar el tipo de ventana y otras características presentes en las mismas, para precargar los datos de la tabla que se requiera y realizar así los cálculos correspondientes para determinar finalmente el caudal de infiltración de aire por apertura de ventanas. Luego se lleva a cabo el mismo proceso pero para la selección del tipo de puerta y cálculo del caudal de infiltración en caso de existir alguna. Esto se evidencia en la figura 4.6.

4.2.7 Algoritmo para obtener Calor por Alumbrado y por ocupantes.

Este algoritmo tiene como objetivo determinar el tipo de alumbrado existente en el local (fluorescente o incandescente), y dependiendo de esto, y otras características de las lámparas, determina las cargas sensibles generadas por éstas. Posteriormente se cargan las tablas de cargas sensibles y latentes generadas por los ocupantes y define la aplicación del local, para determinar finalmente según el número de personas las cargas generadas por dichos ocupantes. Dicho procedimiento se puede observar en la figura 4.7.

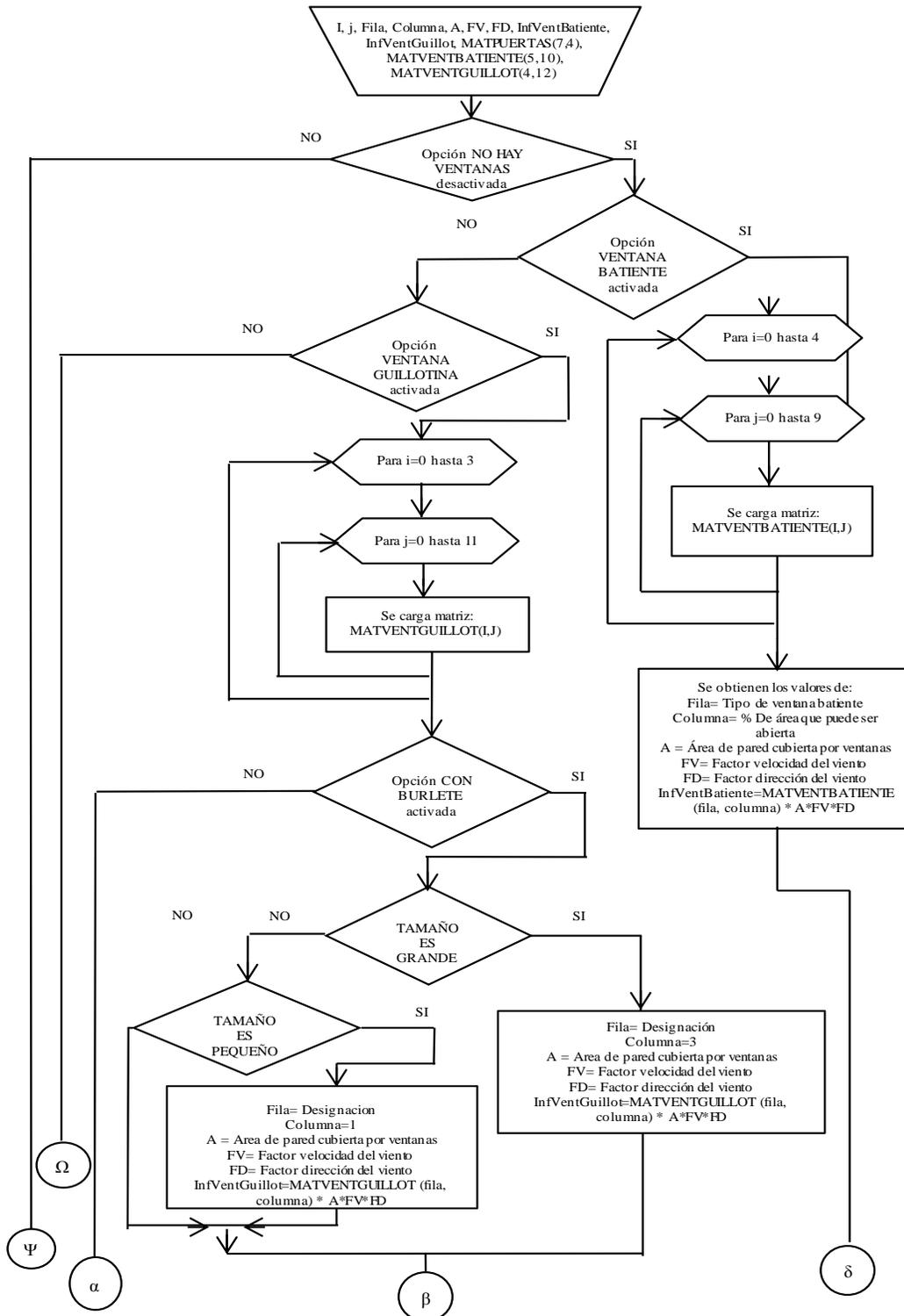


Figura N° 4.6 Algoritmo: Infiltraciones a través de puertas y ventanas

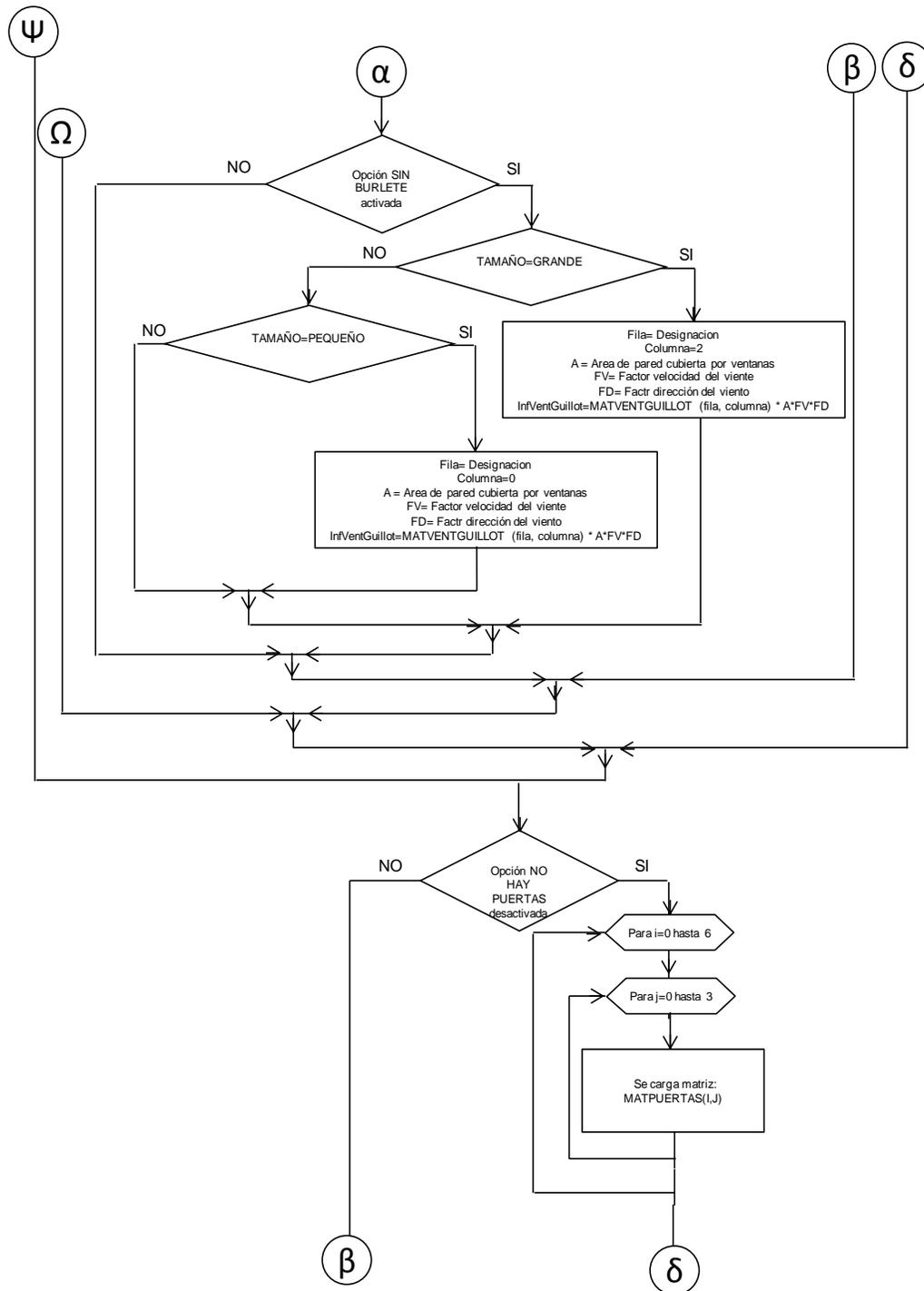


Figura N° 4.6 Algoritmo: Infiltraciones a través de puertas y ventanas

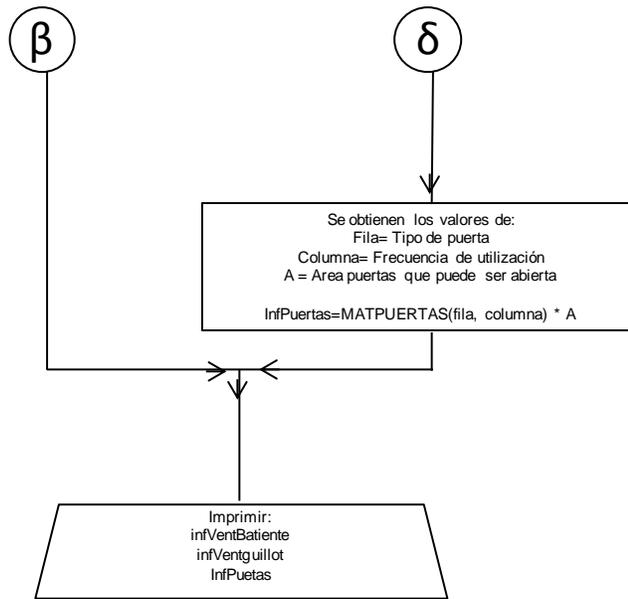


Figura N° 4.6 Algoritmo: Infiltraciones a través de puertas y ventanas

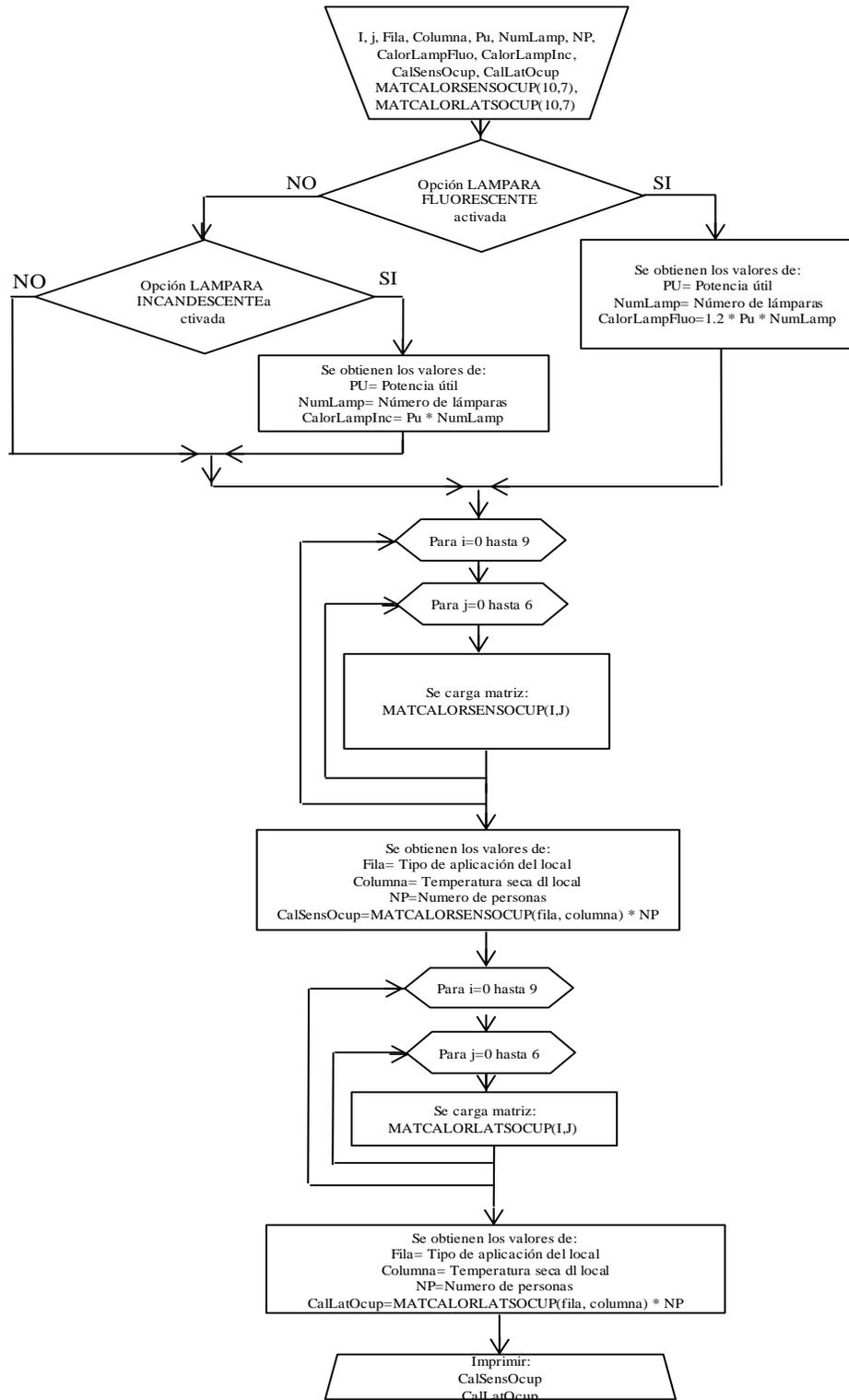


Figura N° 4.7 Algoritmo: Cargas por alumbrado y ocupantes

4.2.8 Algoritmo para obtener cargas térmicas por aparatos diversos.

Este algoritmo se encarga de cargar inicialmente las matrices con los datos de cargas sensibles y latentes para los diversos tipos de aparatos, luego según el tipo de aparato seleccionado se determinan dichas cargas. Este procedimiento se muestra en la figura 4.8.

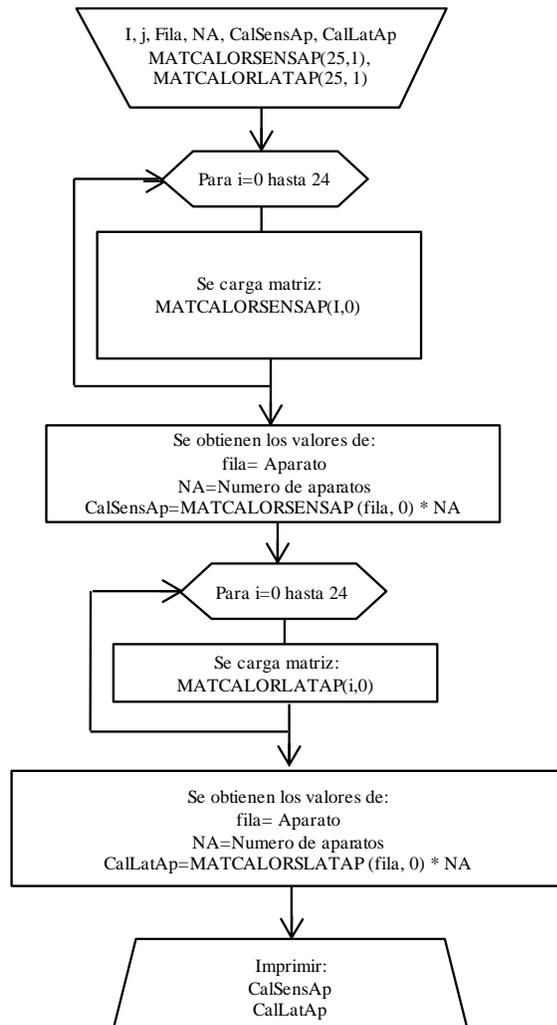


Figura N° 4.8 Algoritmo: Cargas térmicas por aparatos diversos

4.2.9 Algoritmo para obtener cargas térmicas por fugas en las instalaciones.

El procedimiento que se muestra a continuación en la figura 4.9, es el encargado de llevar a cabo los cálculos para totalizar las cargas térmicas que originan las fugas de aire por la instalación de conductos de suministro y de retorno.

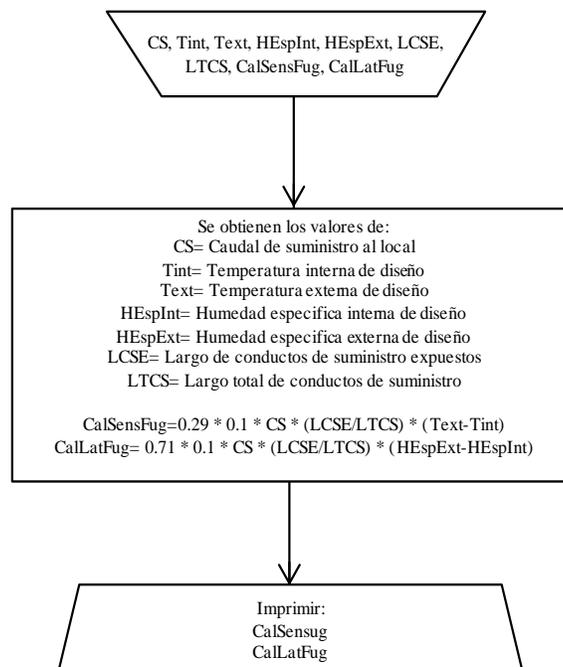


Figura N° 4.9 Algoritmo: Cargas térmicas por fugas en instalaciones

4.2.10 Algoritmo para calcular el calor aportado a través de conductos de suministro y de retorno.

Permite cargar una matriz con los datos de velocidades del aire dentro del conducto según sea la aplicación requerida, posteriormente recolecta los datos referentes a la instalación de conductos y su aplicación para determinar la velocidad. Luego se carga una matriz con los distintos coeficientes globales de transferencia de calor y según sea el tipo de conducto se determina dicho valor

para finalmente determinar las cargas por transferencia de calor en los mismos, como se ilustra en la figura 4.10.

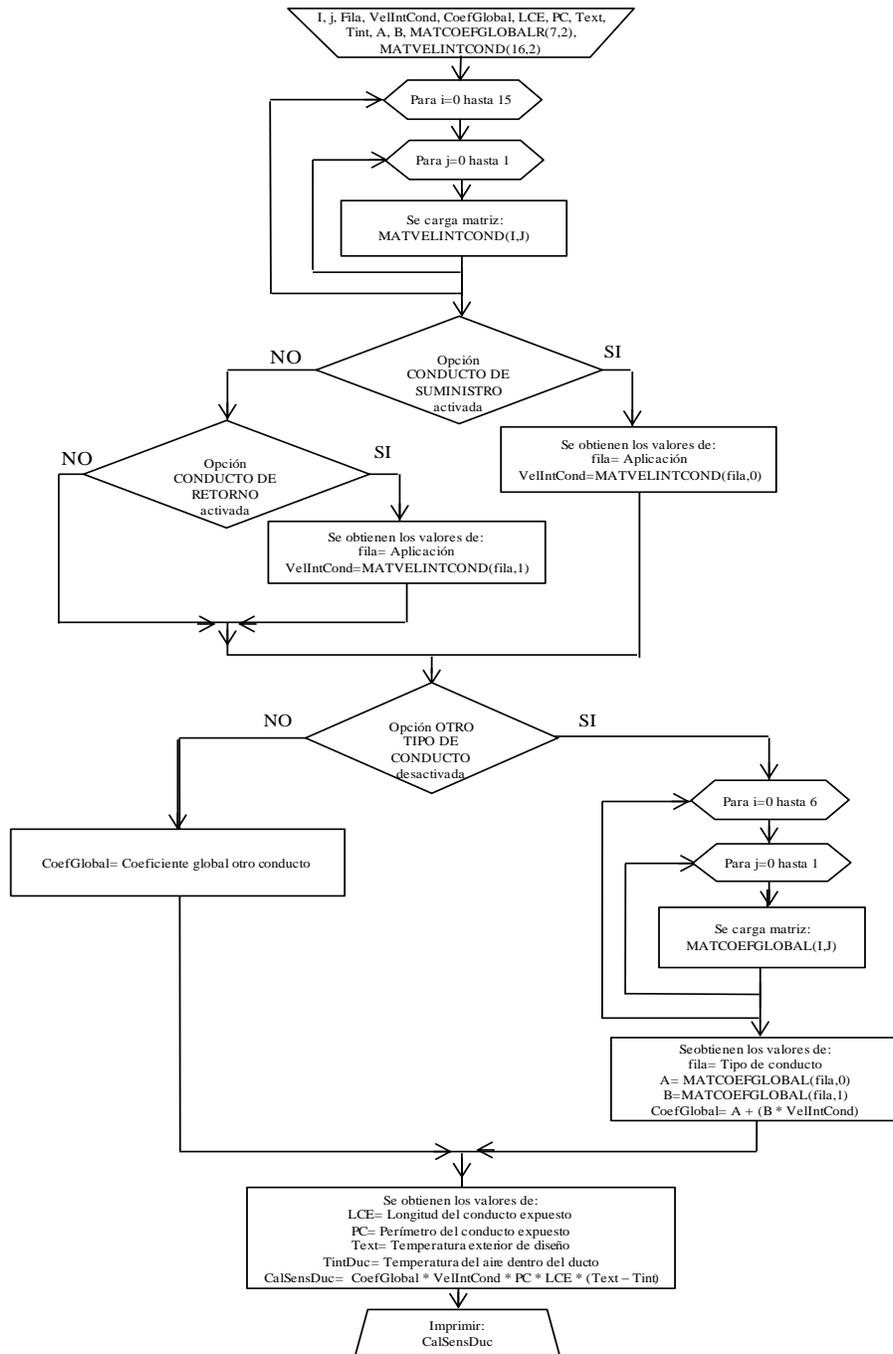


Figura N° 4.10 Algoritmo: Cargas térmicas conductos de suministro y retorno

4.4.11 Algoritmo para calcular la carga térmica generada por el ventilador de impulsión.

Obtiene los datos referentes al ventilador de impulsión y su motor, para luego determinar si el motor se encuentra dentro o fuera de la corriente de aire en el ducto y con esto determinar las cargas sensibles generadas por dicho motor, lo que se puede observar en la figura 4.11.

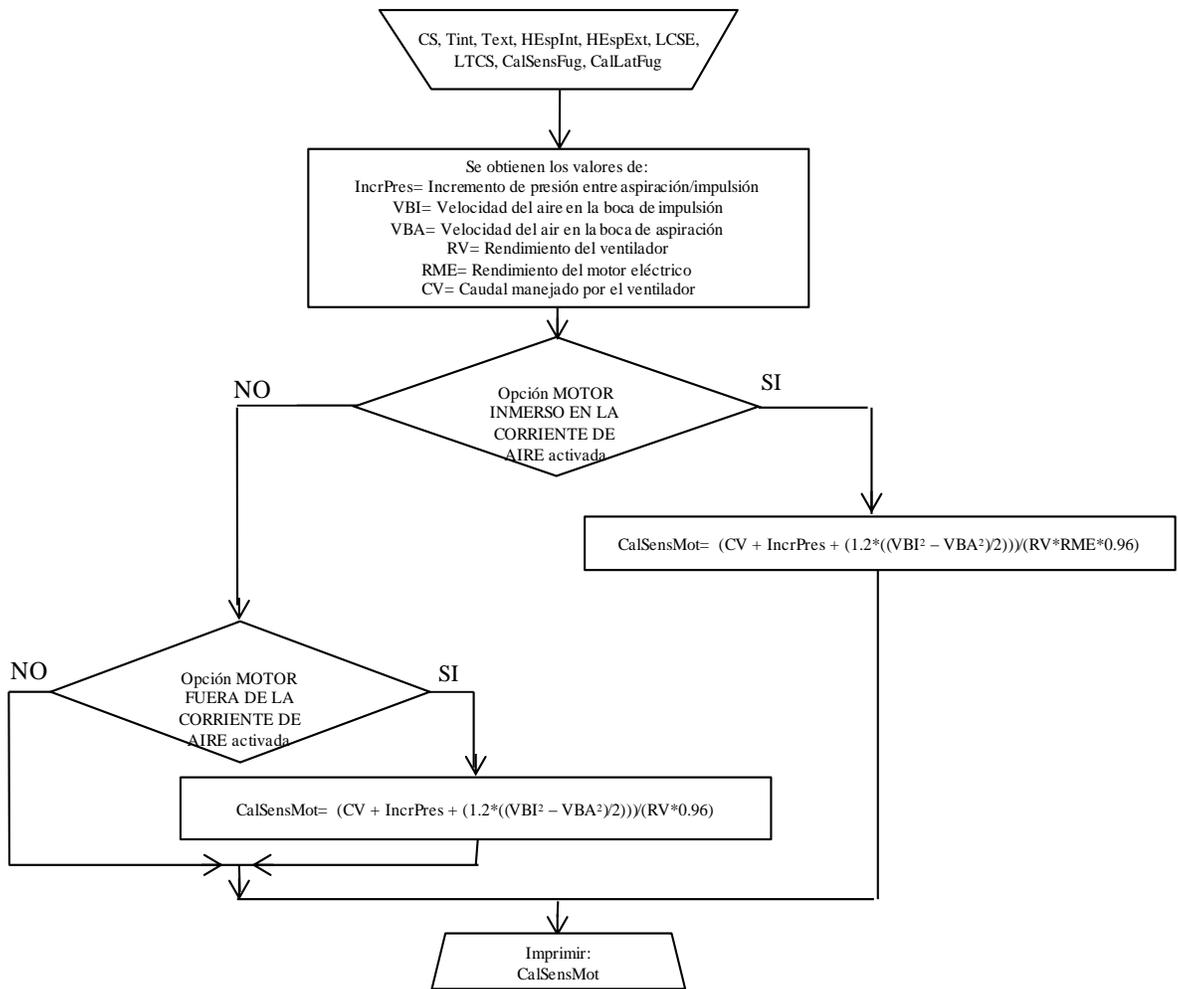


Figura N° 4.11 Algoritmo: Cargas térmicas por motor de impulsión

4.2.12 Algoritmo para obtener cargas térmicas debidas al aire de renovación proveniente del exterior

Este algoritmo se encarga inicialmente de seleccionar el tipo de método a usar para determinar el caudal de aire de renovación, luego carga la matriz con los datos de los caudales necesarios según la aplicación, además de otros datos requeridos, para finalmente calcular las cargas latentes y sensibles generadas por el dicho caudal de renovación. Esto se evidencia en la figura 4.12

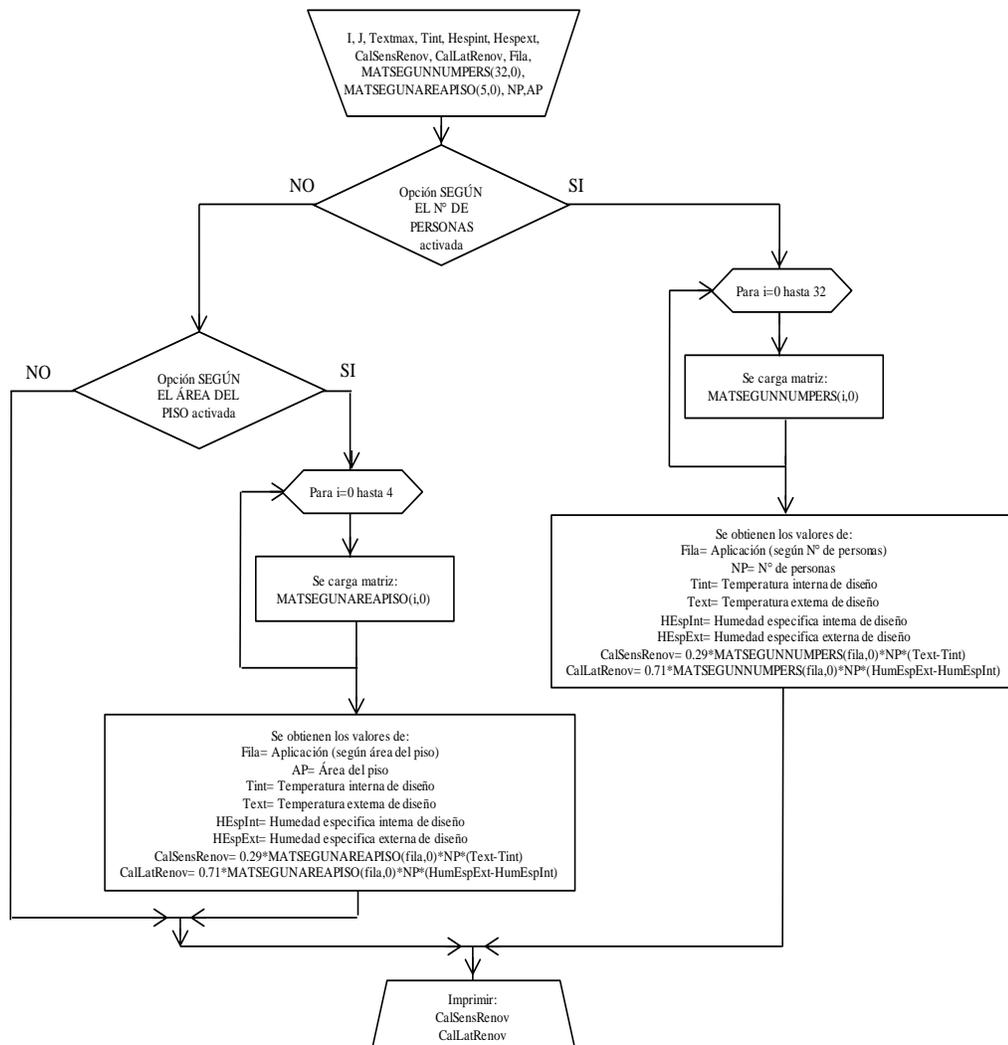


Figura N° 4.12 Algoritmo: Cargas térmicas por aire de renovación exterior

4.2.13 Algoritmo para calcular el volumen de suministro del local.

Se encarga de realizar el cálculo del volumen de suministro del local de acuerdo a las cargas térmicas totales, y tomando en cuenta factores tales como el ADP, y el factor de calor sensible efectivo del local. Se muestra a continuación en la figura 4.13. También obtiene valores importantes a manejar, tales como la temperatura de suministro, la temperatura de entrada al equipo, y el caudal de retorno.

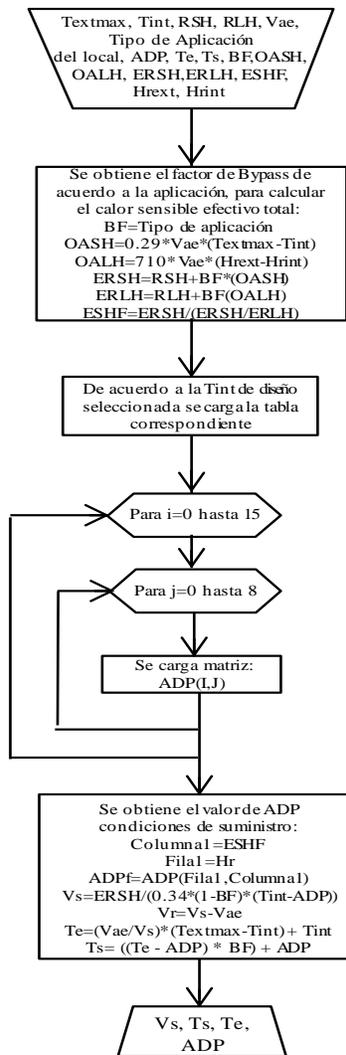


Figura N° 4.13 Algoritmo: Cálculo de volumen de suministro

4.2.14 Algoritmo para obtener la capacidad de enfriamiento total del equipo.

Este algoritmo permite visualizar como finalmente se totalizan los resultados de todas las cargas térmicas consideradas de acuerdo a las distintas condiciones del local. Éste imprime los valores en distintas unidades para su mejor manipulación. A continuación se muestra en la figura 4.14

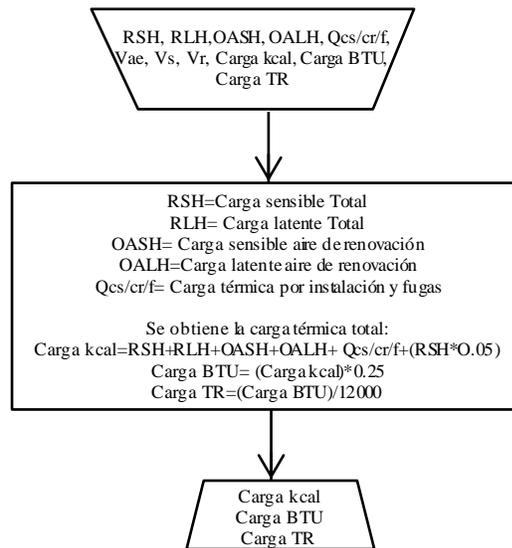


Figura N° 4.14 Algoritmo: obtención de capacidad de enfriamiento

4.3 Elección del lenguaje de programación para desarrollo de interfaz visual y codificación de la herramienta.

A continuación se selecciona el lenguaje de programación que se utiliza para el desarrollo de la herramienta, se explica acerca de la interfaz visual del programa y su composición, así como también se muestra la codificación del mismo.

4.3.1 Lenguaje de programación a utilizar.

El lenguaje de programación que se emplea en el desarrollo de la herramienta computacional, es Visual basic net en su versión 2008, el cual proporciona todas las características requeridas para la realización de la misma. Principalmente resulta éste lenguaje como el seleccionado, ya que se tiene un conocimiento previo del mismo gracias a la cátedra de Computación para ingenieros, cursada durante desarrollo de la carrera, que permite un manejo más sencillo del mismo. También es importante destacar, que de acuerdo a la aplicación a desarrollar, y el procedimiento necesario que debe seguir la herramienta, este lenguaje brinda una interacción visual y gráfica altamente satisfactoria, que le permite al usuario poder navegar a través de diferentes menús, siguiendo una secuencia lógica de cálculo, de acuerdo a un conjunto de variables, condiciones y parámetros previamente cargados desde la programación del creador de la herramienta. Visual basic net 2008 permite al programador, contar con un conjunto de elementos, tales como botones de ejecución, cajas de texto, archivos de texto, listas desplegables, casillas de selección, mensajes de error, entre otros, los cuales contienen una amplia lista de funciones y aplicaciones de acuerdo a lo que se desee que ejecuten. Este lenguaje tiene una trayectoria internacional de envergadura, por lo que se facilita la documentación e investigación acerca de las funciones del mismo.

4.3.2 Descripción de interfaz visual y codificación de la herramienta.

Principalmente la interfaz visual de la herramienta permite introducir los datos necesarios para el cálculo de las cargas térmicas, dependiendo de la distribución del local, así como de las paredes, puertas, ventanas y elementos internos que se encuentran en éste. Dicha interfaz permite al usuario dividir el proceso de cálculo en distintas áreas a fin de obtener por pasos y siguiendo los esquemas planteados en los algoritmos, la carga térmica total del local.

Para una mayor comprensión de la interfaz visual del programa, así como de la codificación y de la correcta utilización de la herramienta, es necesario consultar el Apéndice A del presente trabajo, donde se muestra el Manual del usuario del programa. Dicho manual presenta una descripción detallada sobre cada uno de los elementos que se encuentran en cada una de las ventanas de cálculo, su función dentro del programa, y cuál es el procedimiento más idóneo en cuanto a la manipulación del mismo se refiere.

4.4 Validación de la herramienta con ensayo práctico.

En esta etapa se lleva a cabo la validación de la herramienta, mediante la determinación de las cargas térmicas de un local específico por medio del método manual y comparando dichos resultados con los obtenidos mediante el uso de la herramienta computacional.

4.4.1 Estudio del local

Orientación del Edificio y Destino del Local:

A continuación se muestra un esquema representativo de la ubicación de la casa respecto a los puntos cardinales, así como también la dirección e influencia del aire y el sol del local, el cual es una vivienda de tipo familiar ubicada en el sector el Rincón, Municipio Naguanagua, Estado Carabobo.

98 Herramienta computacional para determinar las cargas térmicas que intervienen en el proceso de acondicionamiento de ambiente.

PLANTA BAJA

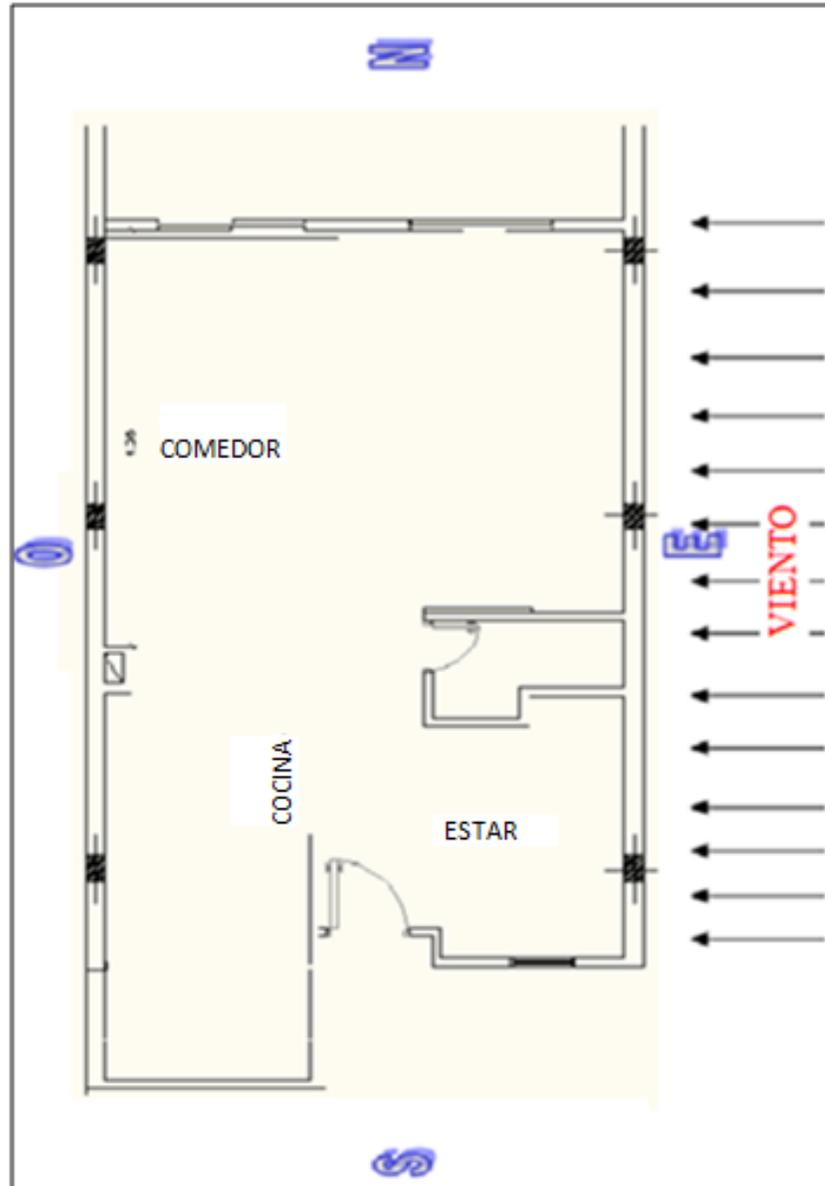


Figura N° 4.15 Orientación del local e influencia del viento (planta baja)

PLANTA ALTA

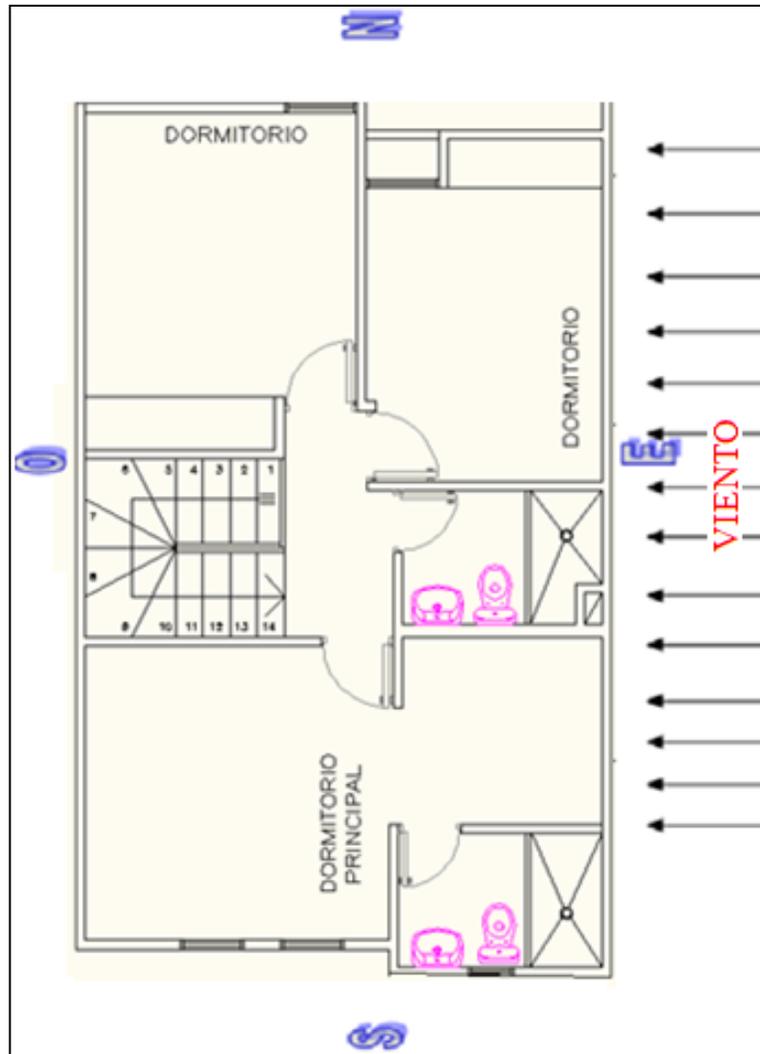


Figura N° 4.16 Orientación del local e influencia del viento (planta alta)

Dimensiones del Local:

A continuación se muestra un plano con las dimensiones específicas de cada una de las habitaciones y espacios que componen la casa, a fin de poder tener los datos necesarios para la estimación de las cargas térmicas posteriormente.

100 Herramienta computacional para determinar las cargas térmicas que intervienen en el proceso de acondicionamiento de ambiente.

Planta alta: Ancho 6 m Profundidad 10.6 m Altura: 3.2 m

PLANTA ALTA

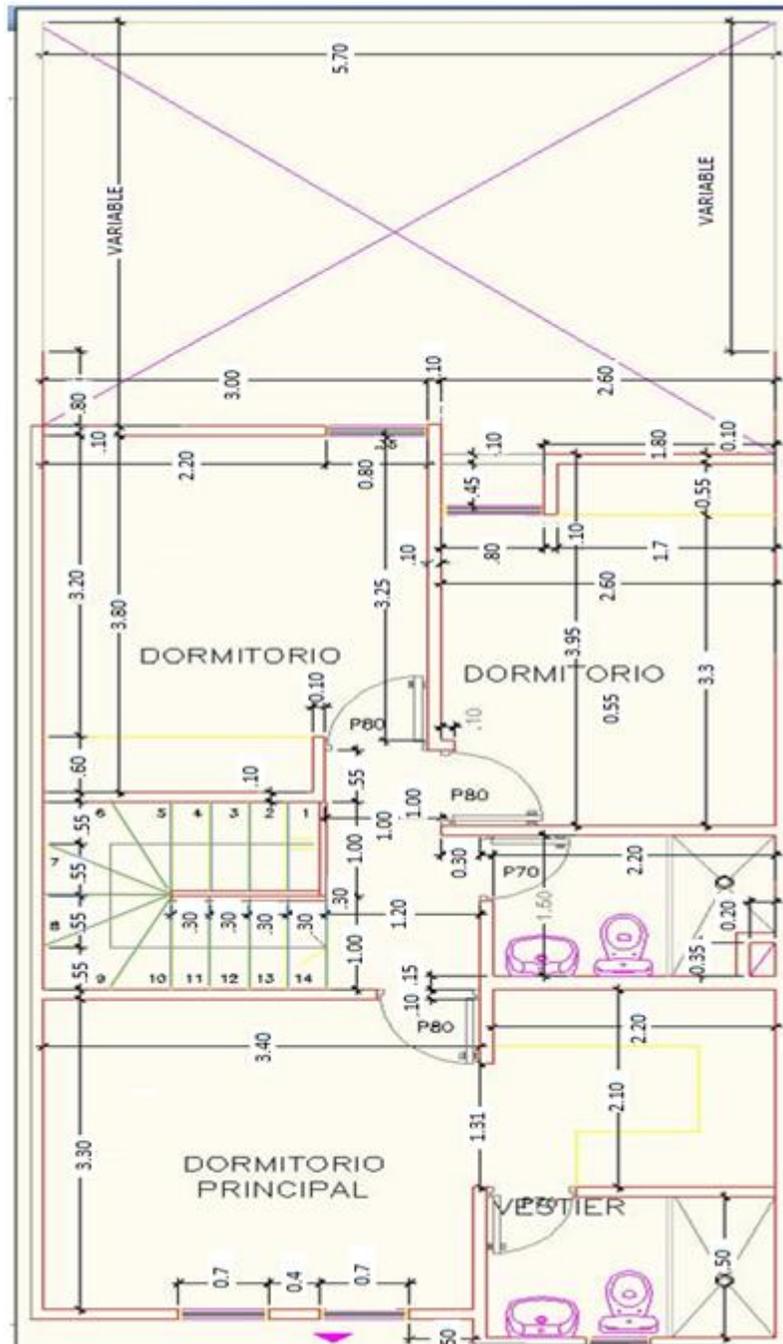


Figura N° 4.17 Dimensiones del local (planta alta)

Planta baja: Ancho 6 m Profundidad 10.6 m Altura: 2.45 m

PLANTA BAJA

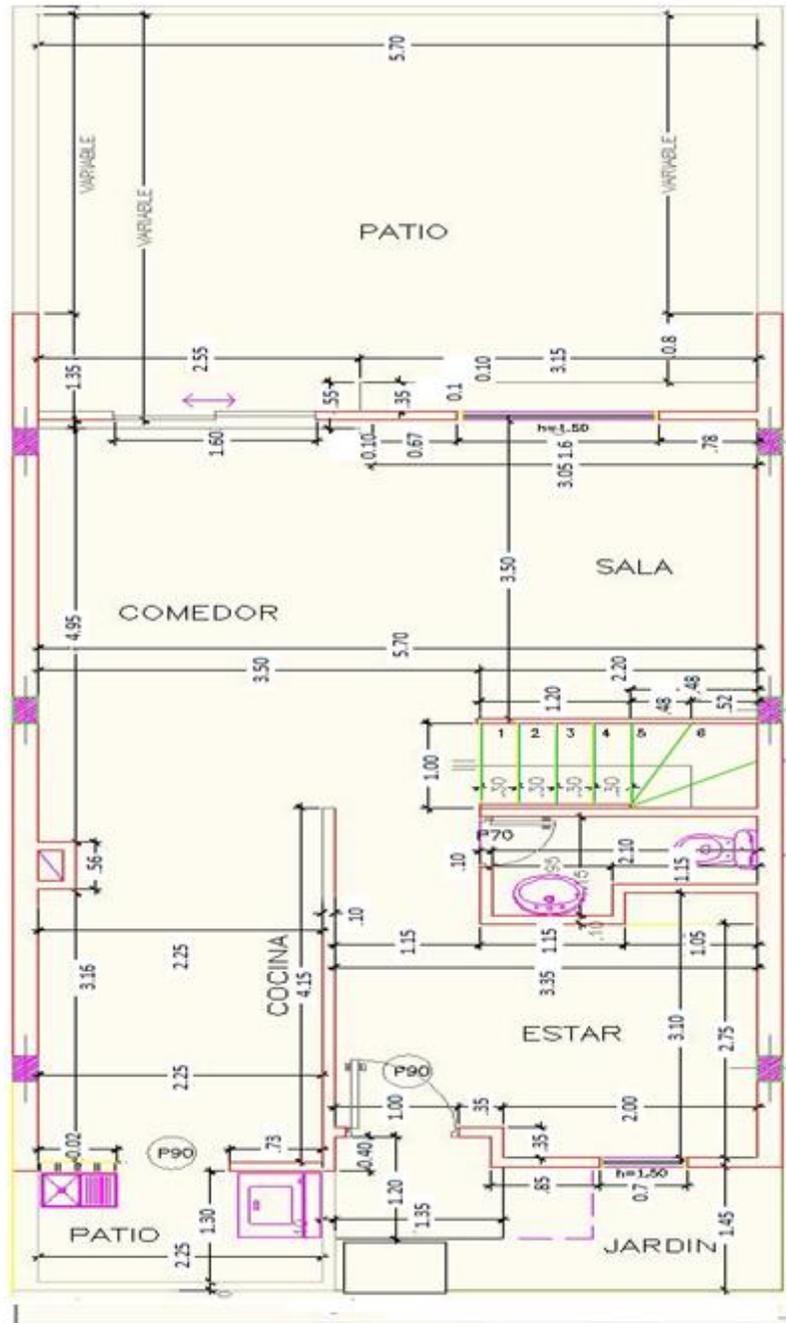


Figura N° 4.18 Dimensiones del local (planta alta)

Condiciones Exteriores de Diseño:

Después de realizado el estudio meteorológico de las condiciones ambientales del lugar en los últimos 10 años, se obtuvo un promedio de los datos obtenidos, lo cual se muestra a continuación

Tabla N° 4.1 Condiciones ambientales de la ciudad de Valencia

MES	T.Max(°C)	Día
Enero	39	18
Febrero	34.3	16
Marzo	38.8	25
Abril	38.9	19
Mayo	36.5	13
Junio	35.5	19
Julio	32.8	30
Agosto	33.4	20
Septiembre	34.4	8
Octubre	34.2	23
Noviembre	34.4	2
Diciembre	34.6	15

Tabla N° 4.2 Temperatura Mínima del día 18 de enero

Mes	Temp. Min (°C)	Día
Enero	20	18

Tabla N° 4.3 Promedio mensual de humedades relativas

MES	Humedad Relativa(%)
Enero	61.5
Febrero	57.8
Marzo	55.8
Abril	60.4
Mayo	65.9
Junio	68.5
Julio	77.1
Agosto	76.6
Septiembre	78
Octubre	79.7
Noviembre	77.3
Diciembre	66.1

Las condiciones exteriores de diseño determinadas fueron:

- Temperatura máxima exterior de diseño= 39°C, para este caso se toma en cuenta la mayor temperatura registrada en el año que además sea recurrente.
- Temperatura mínima exterior de diseño= 20°C, para este caso se toma en cuenta la menor temperatura registrada.
- Mes de diseño= Enero, ya que en dicho mes se registran las mayores temperaturas.
- Hora de diseño= 14 Hrs (2:00 pm), hora a la cual se producen más recurrentemente las mayores temperaturas.
- Humedad relativa exterior de diseño= 69% , se toma un promedio de las humedades registradas entre todos los meses.

Con la temperatura exterior de 39°C y la humedad relativa exterior de 69% se determina con la ayuda de la carta psicrométrica el valor de la Humedad específica exterior de diseño, tal que,

- Humedad específica exterior de diseño: 31,5 gv/kg

Condiciones interiores de diseño:

Método manual:

Manualmente, las condiciones interiores de diseño obtenidas, para una vivienda, son:

Tabla N° 4.4 Condiciones interiores de diseño obtenidas mediante el método manual

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
Temperatura interna de diseño(°C)	23
Humedad relativa interna de diseño (%)	45
Humedad específica interna (gv/kg)	8,8

Mediante la Herramienta computacional:

Con el uso de la herramienta computacional se obtienen los siguientes resultados:

Tabla N°4.5 Condiciones interiores de diseño obtenidas mediante el uso de la herramienta

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
Temperatura interna de diseño(°C)	23
Humedad relativa interna de diseño (%)	45
Humedad específica interna (gv/kg)	8,8

En la herramienta, esto se observa de la siguiente manera:



Figura N° 4.19 Resultados de las condiciones internas de diseño mostrados por la herramienta

El resto de las condiciones interiores de diseño son:

Materiales de Construcción:

El material de construcción para las paredes es bloques de arcilla con un recubrimiento a base de arena por ambas caras, para las ventanas vidrio sencillo de 6 mm y para el piso es de cerámica. El espesor de las paredes es de 15 cm para las exteriores y 10cm para las interiores.

Ventanas:

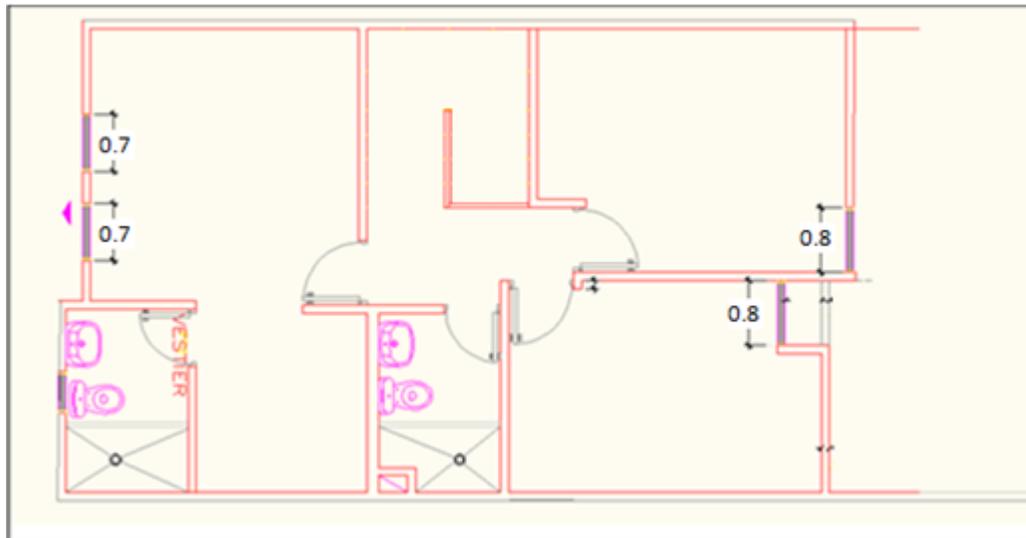


Figura N° 4.20 Ubicación y dimensiones de las ventanas en el local (planta alta)

Todas las ventanas de la planta superior tienen una altura de 1,35 m, un ancho de 0,7 m y 0,8 m respectivamente.

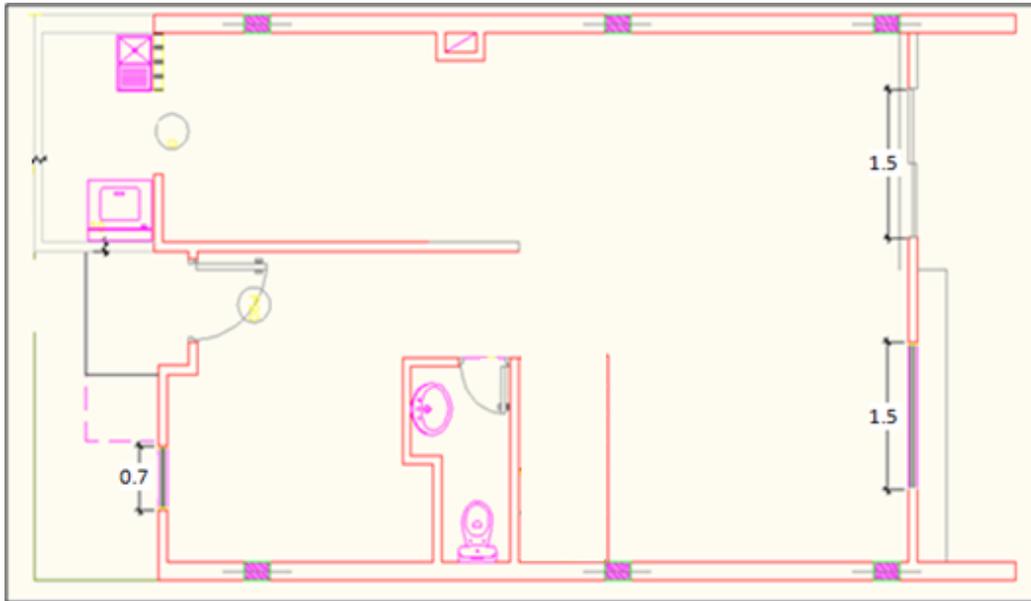


Figura N° 4.21 Ubicación y dimensiones de las ventanas en el local (planta baja)

La altura de todas las ventanas aquí acotadas es de 1,5m.

Ocupantes:

El número de habitantes de la edificación son 5, el tiempo de ocupación de la edificación de cada habitante varía entre 10 a 24 horas, dependiendo del día, el grado de actividad de los habitantes del local se pueden considerar como sentados con trabajo muy ligero o empleado de oficina según la tablas de Carrier. Las personas se distribuyen de la siguiente manera: dos en el dormitorio principal, dos en una de las habitaciones individuales y una persona en la otra habitación.

Alumbrado:

La edificación consta con 30 lámparas de fluorescentes. Las lámparas usadas en el local usan bombillos de 15 watts, el tiempo de uso de las lámparas varía dependiendo de la ubicación de la misma, con un promedio de uso de 6 horas/día cada una de ellas.

Fuentes de calor internas:

Las fuentes de calor presentes en la edificación en estudio son utensilios y equipos eléctricos de uso común en todos los hogares de Venezuela y el mundo. Estos equipos son los siguientes:

Tres computadoras.

Tres televisores.

Un horno microondas.

Una nevera.

Equipo de sonido.

Cocina.

Lavadora

Secadora.

Licuadora.

4.4.2 División del local en un número de áreas específicas para la determinación de las cargas térmicas en cada una de éstas

El local se divide en 4 áreas específicas, las cuales se muestran a continuación:

Área 1 (Dormitorio 1):

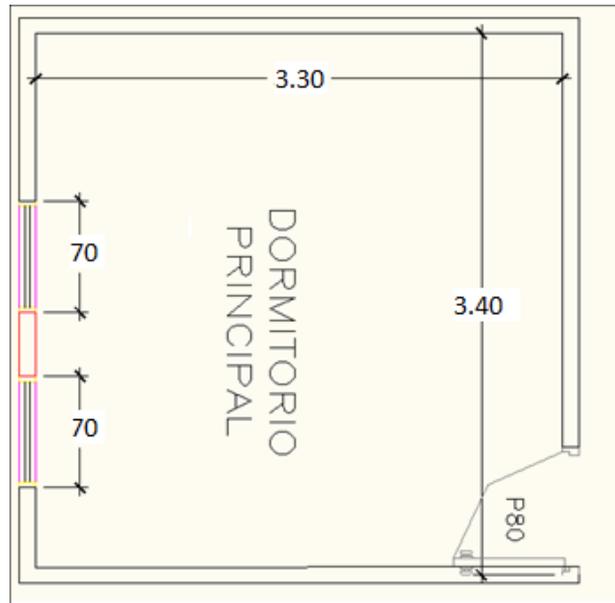


Figura N° 4.22 Área 1 del local

Área 2 (Dormitorio 2):

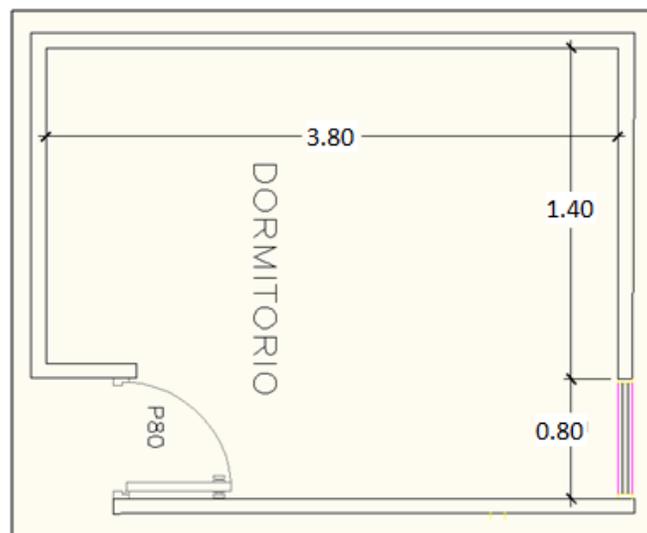


Figura N° 4.23 Área 2 del local

Área 3 (Dormitorio 3)

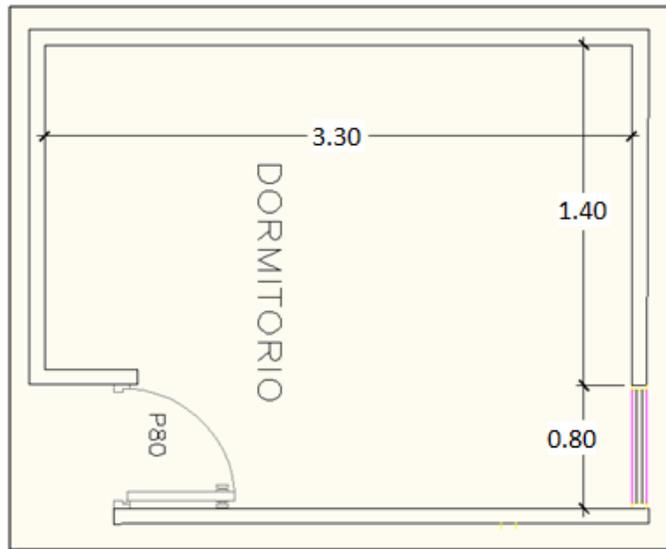


Figura N° 4.24 Área 3 del local

Los tres dormitorios se encuentran ubicados en la planta alta, para tener una mejor idea de la ubicación de cada uno, se muestra la siguiente figura:

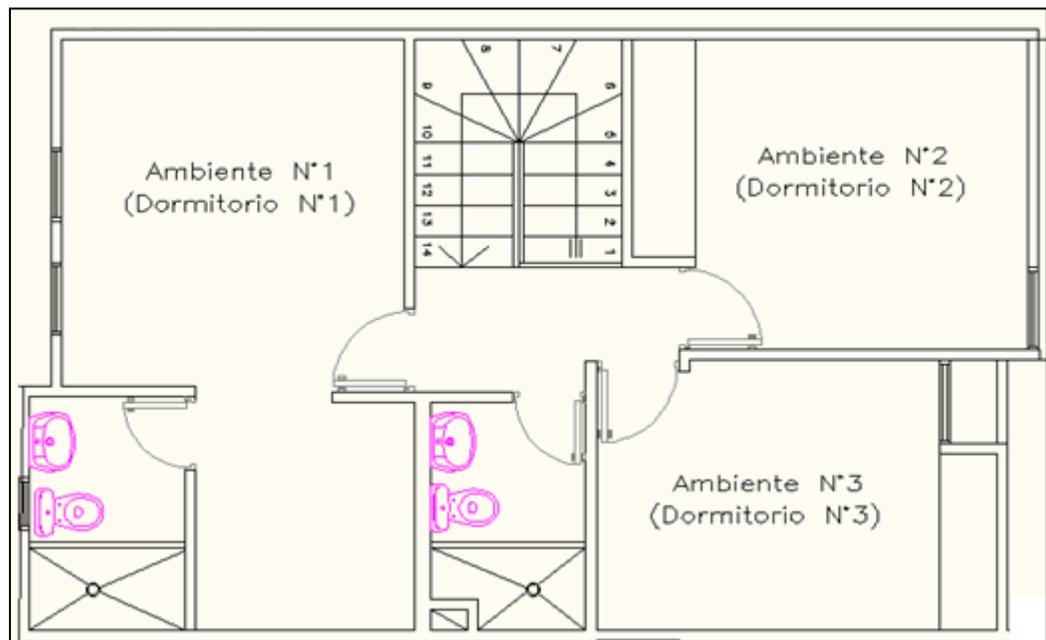


Figura N° 4.25 Ubicación de las áreas en el local

Área 4 (planta baja)

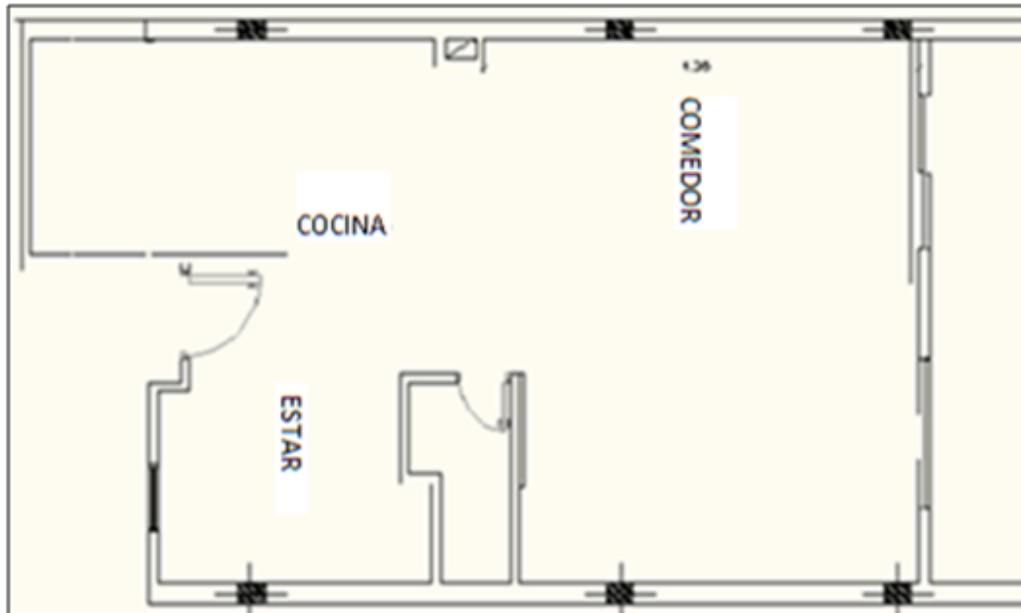


Figura N° 4.26 Área 4 del local

4.4.3 Determinación de las cargas térmicas del Área 1 (dormitorio1):

Conducción, convección y radiación combinada a través de techos y paredes que comunican al exterior.

Como se puede observar en la figura 4.27 correspondiente al área 1, la pared Sur que da hacia la fachada de la casa, es la única que se encuentra expuesta al sol. Para la planta superior, no existe ninguna saliente ni vertical ni horizontal que proyecte alguna sombra sobre dicha pared, por lo cual se considera que no existe área de sombra. De igual manera se realiza la consideración para el cálculo de la carga a través del techo del dormitorio.

Para la determinación de estos resultados se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

Pared sur: de ladrillo macizo ordinario de 20cm de espesor con enlucido de arena de 15 mm ,sus dimensiones son de 3,4m X 3,18m, posee dos ventanas de dimensiones 0,7m X 1.35m, no se genera sombra sobre esta, orientación sur y de color claro.

Techo: Techumbre (techo) de tejas ordinarias y papel sobre contra-placado de 8mm con paneles de madera de 20mm, totalmente al sol, de color medio y dimensiones de 3,4m x 3,3m.

Los resultados obtenidos mediante el método manual son:

Tabla N° 4.6 Conducción, convección y radiación combinada a través de techos y paredes que comunican al exterior obtenidas mediante el método manual (área 1)

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$\dot{Q}_{psur}(kcal/h)$	207,62
$\dot{Q}_{techo}(kcal/h)$	275,94

Tomando en cuenta las mismas consideraciones y con el uso de la herramienta computacional, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla N° 4.7 Conducción, convección y radiación combinada a través de techos y paredes que comunican al exterior obtenidas mediante la herramienta (área 1)

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$\dot{Q}_{psur}(kcal/h)$	207,8
$\dot{Q}_{techo}(kcal/h)$	283,78

En la herramienta, esto se puede observar de la siguiente manera:

112 Herramienta computacional para determinar las cargas térmicas que intervienen en el proceso de acondicionamiento de ambiente.

Para la pared:

CONDUCCIÓN, CONVECCIÓN Y RADIACIÓN A TRAVÉS DE PAREDES Y TECHOS EXTERIOR...

Calor por Conducción, convección y radiación a través de paredes que comunican con el exterior

Tipo de pared: LADRILLO MACIZO (Ordinario Solamente, 20cm de esp.)

Recubrimiento: 15 mm arena Color: Paredes de color claro (blanco, crema, etc.)

Área soleada en la pared: 8.92 m² Orientación: S

Con Área de Sombra

Área sombreada en la pared: m²

Qte/pe: 207.793483809002 kcal/h

BORRAR CALCULAR SIGUIENTE

Figura N° 4.27 Resultados de la conducción, convección y radiación combinada a través de paredes que comunican al exterior mostrados por la herramienta

Conducción, Convección y radiación a través de Techos

Techumbre que comunica con ambiente exterior

Tipo de cubierta y bajo techumbre: Embaldosado sobre cemento con madera de 50 mm

Cielo raso: Madera 20 mm

VER ESQUEMA DE TCHOS

Color: Paredes de color medio (verde, azul, gris claro, etc.)

Área de techo Soleada: 11.22 m²

Área de techo sombra: 0 m²

Qte/pe: 283.781325566 kcal/h

BORRAR CALCULAR SIGUIENTE

Figura N° 4.28 Resultados de la conducción, convección y radiación combinada a través de techos que comunican al exterior mostrados por la herramienta

Aportaciones solares a través de vidrios que comunican con el exterior.

En la habitación principal, se debe calcular las aportaciones solares a través de los vidrios que comunican con el exterior debido a que la pared que da con el sur posee dos ventanas.

Para la determinación de estos resultados se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

Ventanas: 2 ventanas de dimensiones 1,35m x 0,7m, de vidrio sencillo ordinario, sin persianas, orientadas hacia el sur y con marco metálico.

Otras condiciones: local ubicado a 500m sobre el nivel del mar y temperatura de punto de rocío del ambiente exterior de 32,5 °C (determinada con la carta psicrométrica y las condiciones exteriores de diseño)

Los resultados obtenidos mediante el método manual son:

Tabla N° 4.8 Aportaciones solares a través de vidrios que comunican con el exterior obtenidas mediante el método manual (área 1)

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$Q_{RS}(kcal/h)$	472

Tomando en cuenta las mismas consideraciones y con el uso de la herramienta computacional, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla N° 4.9 Aportaciones solares a través de vidrios que comunican con el exterior obtenidas mediante la herramienta (área 1)

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$Q_{RS}(kcal/h)$	476,84

APORTACIONES SOLARES A TRÁVÉS DE VIDRIOS QUE COMUNICAN CO...

Área Total de Vidrio: 1.89 m² Altitud respecto al Nivel del mar: 500 m

Orientación: S Temperatura de Punto de Rocío: 32.5 C

Marco Metálico Con marco metálico Sin marco metálico

ELEMENTOS DE SOMBRA

Tipo de Vidrio: Vidrio sencillo ordinario

Tipo de Persiana: Sin Persiana o Pantalla

Color: No aplica

Qrs: 476.8474 kcal/h

BORRAR CALCULAR

SIGUIENTE

Figura N° 4.29 Resultados de la conducción, convección y radiación combinada a través de paredes que comunican al exterior mostrados por la herramienta

Conducción y convección a través de vidrios que comunican al exterior

Para calcular el calor por conducción y por convección, se toman los vidrios ubicados en la pared sur.

Para la determinación de estos resultados se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

Ventanas: 2 ventanas de dimensiones 1,35m x 0,7m, de disposición vertical y estructura sencilla de chasis simple.

Los resultados obtenidos mediante el método manual son:

Tabla N° 4.10 Conducción y convección a través de vidrios que comunican al exterior obtenidas mediante el método manual (área 1)

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$Q_{ve}(kcal/h)$	166,32

Tomando en cuenta las mismas consideraciones y con el uso de la herramienta computacional, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla N° 4.11 Conducción y convección a través de vidrios que comunican al exterior obtenidas mediante la herramienta (área 1)

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$Q_{ve}(kcal/h)$	166,32

En la herramienta, esto se puede observar de la siguiente manera:

116 Herramienta computacional para determinar las cargas térmicas que intervienen en el proceso de acondicionamiento de ambiente.

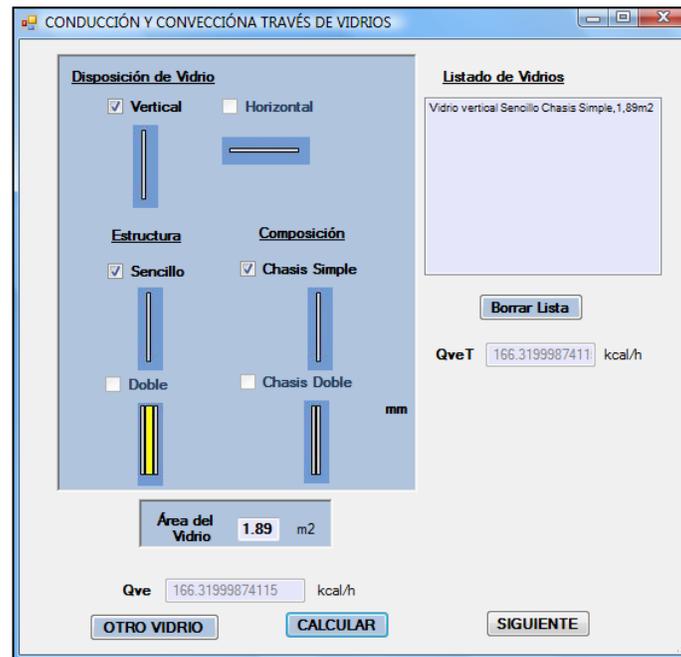


Figura N° 4.30 Resultados de la conducción y convección a través de vidrios que comunican al exterior mostrados por la herramienta

Conducción y convección a través de vidrios, puertas y paredes interiores:

Para la determinación de este cálculo, se toman en cuenta las paredes este y oeste, ya que están en contacto con ambientes no acondicionados, que en este caso son las viviendas vecinas. Para la determinación de estos resultados se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

Paredes: Ladrillo Aglomerado Hueco (escorias) de 10 cm de espesor con enlucido de arena de doble revestimiento, como las dos paredes son iguales, se puede acumular el área ocupada por las mismas, las dimensiones de ambas paredes son 3,4m x 3,18m.

Los resultados obtenidos mediante el método manual son:

Tabla N° 4.12 Conducción y convección a través de vidrios, puertas y paredes interiores obtenidas mediante el método manual (área 1)

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$Q_{PI}(kcal/h)$	508,82

Con la herramienta computacional, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla N° 4.13 Conducción y convección a través de vidrios, puertas y paredes interiores obtenidas mediante la herramienta (área 1)

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$Q_{PI}(kcal/h)$	508.72

En la herramienta, esto se puede observar de la siguiente manera:

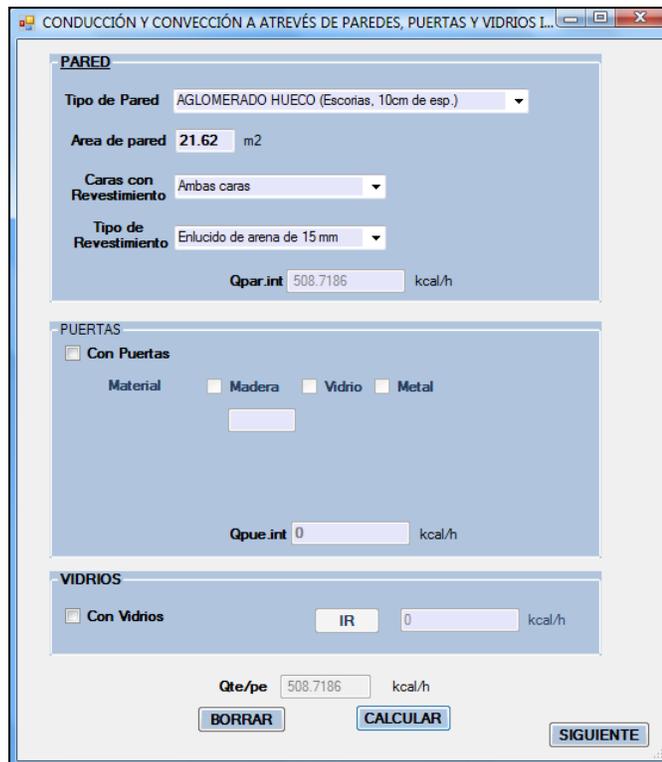


Figura N° 4.31 Conducción y convección a través de vidrios, puertas y paredes interiores mostrados por la herramienta

Calor por infiltración de aire a través de puertas y ventanas que comunican con el exterior.

Debido a la dirección con la que incide el viento respecto a la ubicación de la casa, no se tiene volumen de aire por infiltración, ya que va paralelo a la pared sur en estudio, por lo cual $V_{inf} = 0$ y el $Q_{inf} = 0$.

Calor debido al aire exterior requerido para la renovación del aire interior.

Más adelante se muestra este cálculo para todas las áreas del local simultáneamente.

Determinación de las cargas internas

Cargas por ocupantes.

Para la determinación de estos resultados se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

Ocupantes y aplicación: Se considera en el área la presencia de dos ocupantes, y por ser un dormitorio se supone que están sentados en reposo.

Los resultados obtenidos mediante el método manual son:

Tabla N° 4.14 Cargas por ocupantes obtenidas mediante el método manual (área 1)

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$\dot{Q}_{l,pers}(kcal/h)$	84,28
$\dot{Q}_{s,pers}(kcal/h)$	110

Tomando en cuenta las mismas consideraciones y con el uso de la herramienta computacional, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla N° 4.15 Cargas por ocupantes obtenidas mediante la herramienta (área 1)

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$\dot{Q}_{l,pers}(kcal/h)$	84,28
$\dot{Q}_{s,pers}(kcal/h)$	110,08

En la herramienta, esto se puede observar de la siguiente manera:

CARGAS TÉRMICAS POR OCUPANTES

Tipo de aplicación del local: Oficina, hotel, apartamento, casa, escuela superior

Número de personas: 2

Cargas sensibles: 110.08 kcal/h

Cargas latentes: 84.28 kcal/h

BORRAR CALCULAR

Figura N° 4.32 Cargas por ocupantes mostradas por la herramienta

Cargas térmicas por alumbrado:

En este caso de deben tomar en cuenta todos los elementos de iluminación y alumbrado en el dormitorio.

Para la determinación de estos resultados se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

Lámparas: el dormitorio cuenta con tres (3) lámparas de tipo fluorescente, las cuales poseen cada una, una potencia útil de 15W.

Los resultados obtenidos mediante el método manual son:

Tabla N° 4.16 Cargas por alumbrado obtenidas mediante el método manual (área 1)

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$\dot{Q}_{s,alumb}(kcal/h)$	46.44

Tomando en cuenta las mismas consideraciones y con el uso de la herramienta computacional, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla N° 4.17 Cargas por alumbrado obtenidas mediante la herramienta (área 1)

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$\dot{Q}_{s,alumb}(kcal/h)$	46,44

En la herramienta, esto se puede observar de la siguiente manera:

The screenshot shows a software window titled "CARGAS TÉRMICAS POR ALUMBRADO". It contains two sections for selecting lamp types: "Lámpara fluorescente" and "Lámpara incandescente". Each section has input fields for "Potencia útil" (W) and "Número de lámparas". A "Listado de Lámparas" window is open, displaying "3 Lamp. Fluoresc. de 15Watts". There are "BORRAR" and "CALCULAR" buttons. At the bottom, the result "Cargas sensibles" is shown as 46.44 kcal/h.

Figura N° 4.33 Cargas por alumbrado mostradas por la herramienta

Cargas térmicas por equipos

En este caso se deben tomar en cuenta los aparatos eléctricos y de cualquier otro tipo que puedan generar calor hacia el ambiente en esta área.

Para la determinación de estos resultados se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

Aparatos: 1 secador, 1 televisor, 1 DVD.

Los resultados obtenidos mediante el método manual son:

Tabla N° 4.18 Carga térmica por equipos obtenidas mediante el método manual (área 1)

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$\dot{Q}_{s,eq}(kcal/h)$	1023.9
$\dot{Q}_{l,eq}(kcal/h)$	98.94

Tomando en cuenta las mismas consideraciones y con el uso de la herramienta computacional, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla N° 4.19 Cargas térmicas por equipos obtenidas mediante la herramienta (área 1)

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$\dot{Q}_{s,eq}(kcal/h)$	1023.4
$\dot{Q}_{l,eq}(kcal/h)$	98.9

En la herramienta, esto se puede observar de la siguiente manera:

The screenshot shows a software interface titled "CARGAS TÉRMICAS POR APARATOS". It features several input fields and a list of equipment. On the left, there are checkboxes for "No existen aparatos en el área" and "Otros aparatos". Below these are input fields for "Cargas Sensibles" and "Cargas Latentes" in kcal/h, and a field for "N° De aparatos". In the center, there is a dropdown menu labeled "Aparato". On the right, a box titled "Listado de Aparatos" contains a list: "DVD x 1", "Secador de pelo x 1", and "Televisor x 1". Below this list are "BORRAR" and "CALCULAR" buttons. At the bottom right, there are two rows of results: "Cargas Sensibles Totales" with a value of 1023.4 kcal/h, and "Cargas Latentes Totales" with a value of 98.9 kcal/h.

Figura N° 4.34 Cargas por equipos mostradas por la herramienta

A continuación se muestra una tabla que generaliza las cargas calculadas en esta área:

Para el método manual se tiene:

Tabla N° 4.20 Resumen de cargas térmicas en el área 1 obtenidas mediante el método manual (área 1)

Calor Sensible del Local (RSH)		Calor Latente del Local (RLH)	
Ecuación	Calor	Ecuación	Calor
$\dot{Q}_{\text{te}/\text{pe}} = U \cdot A_{\text{te}/\text{pe}} \cdot (\Delta T_e)_{\text{corr}} + U \cdot A_{\text{sombra}} \cdot (T_e - T_i)$	483,56		
$\dot{Q}_{RS} = (R_s \cdot f_{MM} \cdot f_{AL} \cdot f_{TR}) \cdot A_{VS} \cdot (F_A F_S)$	472		
$\dot{Q}_{VE} = U \cdot A_{VE} \cdot (T_e - T_i)$	166,32		
$\dot{Q}_{VI} = U \cdot A_{VI} \cdot (T_e - T_i - 3)$	0		
$\dot{Q}_{\text{Pta.1}} = U \cdot A_{\text{Pta.1}} \cdot (T_e - T_i - 3)$	0		
$\dot{Q}_{\text{Pta.1}} = U \cdot A_{\text{Pta.1}} \cdot (T_e - T_i - 3)$	508,82		
$\dot{Q}_{s, \text{inf}} = 0,29 \cdot \dot{V}_{\text{inf}} \cdot (T_e - T_i)$	0	$\dot{Q}_{l, \text{inf}} = 0,71 \cdot \dot{V}_{\text{inf}} \cdot (\omega_e - \omega_i)$	0
$\dot{Q}_{s, \text{pers}} = (N^\circ \text{ Personas}) \cdot MS$	110	$\dot{Q}_{l, \text{pers}} = (N^\circ \text{ Personas}) \cdot ML$	84,28
$\dot{Q}_{\text{ilum}} = 1,25 \cdot (PU) \cdot \left(0,86 \frac{\text{kcal/h}}{\text{W}}\right) \cdot (FAC)$	46,44		
$\dot{Q}_{\text{ma}} = (PU) \cdot \left(0,86 \frac{\text{kcal/h}}{\text{W}}\right) \cdot (FAC)$	0		
$\dot{Q}_{s, \text{equip}} = (CSE)_{\text{ref100}} + (CSE)_{\text{ref101}} + (CSE)_{\text{ref102}}$	1023,9	$\dot{Q}_{l, \text{equip}} = (CLE)_{\text{ref100}} + (CLE)_{\text{ref101}} + (CLE)_{\text{ref102}}$	98,94
(RSH) =	2811,04	(RLH) =	183,22
(RSH) + (RLH) =	2994,26		

124 Herramienta computacional para determinar las cargas térmicas que intervienen en el proceso de acondicionamiento de ambiente.

Para el método con la herramienta se tiene:

Tabla N° 4.21 Resumen de cargas térmicas en el área 1 obtenidas mediante la herramienta (área 1)

Calor Sensible del Local (RSH)		Calor Latente del Local (RLH)	
Ecuación	Calor	Ecuación	Calor
$\dot{Q}_{te/pa} = U \cdot A_{te/pa} \cdot (\Delta T_e)_{corr} + U \cdot A_{sombra} \cdot (T_e - T_i)$	491,58		
$\dot{Q}_{RS} = (R_s \cdot f_{MM} \cdot f_{Al} \cdot f_{TR}) \cdot A_{VS} \cdot (F_A \cdot F_S)$	476,84		
$\dot{Q}_{VE} = U \cdot A_{VE} \cdot (T_e - T_i)$	166,32		
$\dot{Q}_{VT} = U \cdot A_{VT} \cdot (T_e - T_i - 3)$	0		
$\dot{Q}_{pda.1} = U \cdot A_{pda.1} \cdot (T_e - T_i - 3)$	0		
$\dot{Q}_{pda.1} = U \cdot A_{pda.1} \cdot (T_e - T_i - 3)$	508,72		
$\dot{Q}_{i, inf} = 0,29 \cdot \dot{V}_{inf} \cdot (T_e - T_i)$	0	$\dot{Q}_{i, inf} = 0,71 \cdot \dot{V}_{inf} \cdot (\omega_e - \omega_i)$	
$\dot{Q}_{s, pers} = (N^\circ \text{ Personas}) \cdot MS$	110,08	$\dot{Q}_{i, pers} = (N^\circ \text{ Personas}) \cdot ML$	84,28
$\dot{Q}_{flow} = 1,25 \cdot (P_u) \cdot \left(0,86 \frac{kcal}{h} \cdot W\right) \cdot (FAC)$	46,44		
$\dot{Q}_{sun} = (P_u) \cdot \left(0,86 \frac{kcal}{h} \cdot W\right) \cdot (FAC)$	0		
$\dot{Q}_{Equip} = (CSE)_{Teatido} + (CSE)_{Teatet1} + (CSE)_{Teatet2}$	1023,4	$\dot{Q}_{i, Equip} = (CLE)_{TabB0} + (CLE)_{TabB1} + (CLE)_{TabB2}$	98,94
(RSH) =	2823,38	(RLH) =	183,22
(RSH) + (RLH) =	3006.6		

4.4.4 Determinación de las cargas térmicas del Área 2 (dormitorio2):

Conducción, convección y radiación combinada a través de techos y paredes que comunican al exterior.

Como se puede observar en la figura correspondiente al área 2, la pared norte es la única en contacto con el ambiente exterior y debido a su orientación la misma no posee área soleada.

Para la determinación de estos resultados se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

Pared norte: de ladrillo macizo ordinario de 20cm de espesor con enlucido de arena de 15 mm ,sus dimensiones son de 2,2m X 3,08m, posee una (1) ventana de dimensiones 0,8m X 1.34m, no se genera área soleada sobre esta, orientación norte y de color claro.

Los resultados obtenidos mediante el método manual son:

Tabla N° 4.22 Conducción, convección y radiación combinada a través de techos y paredes que comunican al exterior obtenidas mediante el método manual (área 2)

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$\dot{Q}_{pnorte} (kcal/h)$	180,3
$\dot{Q}_{techo} (kcal/h)$	205,60

Tomando en cuenta las mismas consideraciones y con el uso de la herramienta computacional, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla N° 4.23 Conducción, convección y radiación combinada a través de techos y paredes que comunican al exterior obtenidas mediante la herramienta (área 2)

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$\dot{Q}_{pnorte} (kcal/h)$	180,27
$\dot{Q}_{techo} (kcal/h)$	211,44

En la herramienta, esto se puede observar de la siguiente manera:

Para la pared:

The screenshot shows a window titled "CONDUCCIÓN, CONVECCIÓN Y RADIACIÓN A TRAVÉS DE PAREDES Y TECHOS EXTERIO...". The main heading is "Calor por Conducción, convección y radiación a través de paredes que comunican con el exterior". The interface includes the following fields and controls:

- Tipo de pared:** LADRILLO MACIZO (Ordinario Solamente, 20cm de esp.)
- Recubrimiento:** 15 mm arena
- Color:** Paredes de color claro (blanco, crema, etc.)
- Área soleada en la pared:** 0 m²
- Orientación:** N
- Con Área de Sombra**
- Área sombreada en la pared:** 5.93 m²
- Qte/pe:** 180.271997737885 kcal/h
- Buttons: BORRAR, CALCULAR, SIGUIENTE

Figura N° 4.35 Conducción, convección y radiación combinada a través de techos y paredes que comunican al exterior mostradas por la herramienta

Para el techo:

The screenshot shows a window titled "Conducción, Convección y radiación a través de Techos". The main heading is "Techumbre que comunica con ambiente exterior". The interface includes the following fields and controls:

- Techumbre que comunica con ambiente exterior**
- Tipo de cubierta y bajo techumbre:** Embaldosado sobre cemento con madera de 50 mm
- Cielo raso:** Madera 20 mm
- Button: VER ESQUEMA DE TCHOS
- Color:** Paredes de color medio (verde, azul, gris claro, etc.)
- Área de techo Soleada:** 8.36 m²
- Área de techo sombra:** 0 m²
- Qte/pe:** 211.444909245 kcal/h
- Buttons: BORRAR, CALCULAR, SIGUIENTE

Figura N° 4.36 Conducción, convección y radiación combinada a través de techos y paredes que comunican al exterior mostradas por la herramienta

Aportaciones solares a través de vidrios que comunican con el exterior.

En este caso este calor es cero ya que no existe área soleada en la ventana debido a la orientación (norte) de la misma.

Conducción y convección a través de vidrios que comunican al exterior

Para calcular el calor por conducción y por convección, se toma en cuenta la ventana ubicada en la pared norte.

Para la determinación de estos resultados se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

Ventanas: 1 ventana de dimensiones 1,34m x 0,8m, de disposición vertical y estructura sencilla de chasis simple.

Los resultados obtenidos mediante el método manual son:

Tabla N° 4.24 Conducción y convección a través de vidrios que comunican al exterior obtenidas mediante el método manual (área 2)

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$Q_{ve}(kcal/h)$	95,04

Tomando en cuenta las mismas consideraciones y con el uso de la herramienta computacional, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla N° 4.25 Conducción y convección a través de vidrios que comunican al exterior obtenidas mediante la herramienta(área 2)

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$Q_{ve}(kcal/h)$	95,04

En la herramienta, esto se puede observar de la siguiente manera:

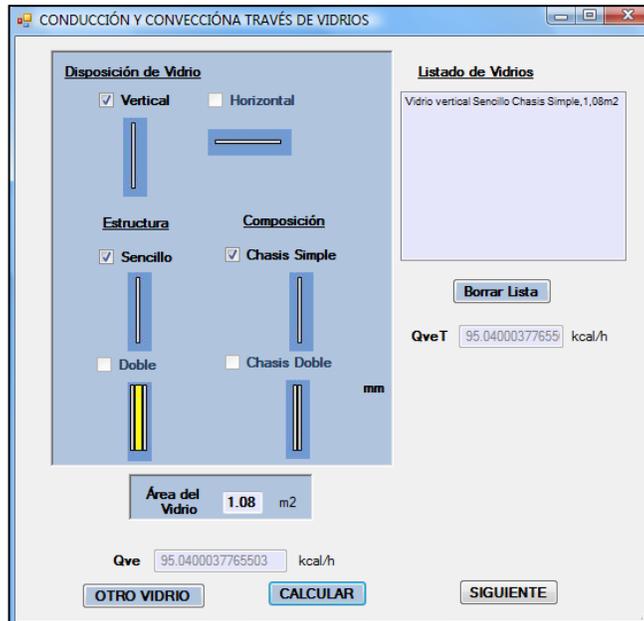


Figura N° 4.37 Conducción y convección a través de vidrios que comunican al exterior mostradas por la herramienta

Conducción y convección a través de vidrios, puertas y paredes interiores:

Para la determinación de este cálculo, se toma en cuenta solo la pared oeste, ya que es la única que está en contacto con ambientes no acondicionados que en este caso es una vivienda vecina.

Para la determinación de estos resultados se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

Paredes: Ladrillo Aglomerado Hueco (escorias) de 10 cm de espesor con enlucido de arena de doble revestimiento, las dimensiones de la pared son de 3,18m x 3,8m

Los resultados obtenidos mediante el método manual son:

Tabla N° 4.26 Conducción y convección a través de vidrios, puertas y paredes interiores obtenidas mediante el método manual (área 2)

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$Q_{PI}(kcal/h)$	284,3

Con la herramienta computacional, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla N° 4.27 Conducción y convección a través de vidrios, puertas y paredes interiores obtenidas mediante la herramienta (área 2)

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$Q_{PI}(kcal/h)$	284,24

En la herramienta, esto se puede observar de la siguiente manera:

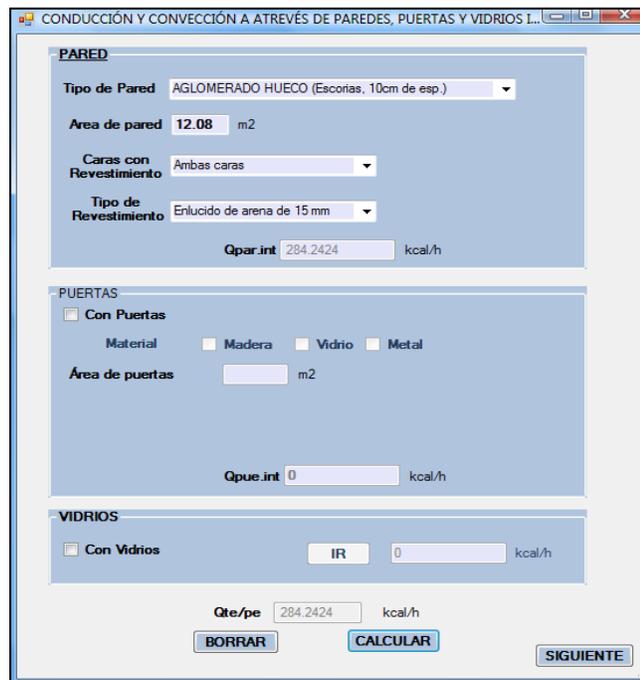


Figura N° 4.38 Conducción y convección a través de vidrios, puertas y paredes interiores mostradas por la herramienta

Calor por infiltración de aire a través de puertas y ventanas que comunican con el exterior.

Debido a la dirección con la que incide el viento respecto a la ubicación de la casa, no se tiene volumen de aire por infiltración, ya que va paralelo a la pared norte donde se ubica la única ventana en el área, por lo cual $V_{inf} = 0$ y el $Q_{inf} = 0$.

Calor debido al aire exterior requerido para la renovación del aire interior.

Más adelante se muestra este cálculo para todas las áreas del local simultáneamente.

Determinación de las cargas internas

Cargas por ocupantes.

Para la determinación de estos resultados se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

Ocupantes y aplicación: Se considera en el área la presencia de un (1) ocupante, y por ser un dormitorio se supone que está sentado en reposo.

Los resultados obtenidos mediante el método manual son:

Tabla N° 4.28 Cargas por ocupantes obtenidas mediante el método manual (área 2)

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$\dot{Q}_{l,pers}(kcal/h)$	42.14
$\dot{Q}_{s,pers}(kcal/h)$	55

Tomando en cuenta las mismas consideraciones y con el uso de la herramienta computacional, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla N° 4.29 Cargas por ocupantes obtenidas mediante la herramienta (área 2)

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$\dot{Q}_{l,pers}(kcal/h)$	42,14
$\dot{Q}_{s,pers}(kcal/h)$	55,04

En la herramienta, esto se puede observar de la siguiente manera:

CARGAS TÉRMICAS POR OCUPANTES

Tipo de aplicación del local: Oficina, hotel, apartamento, casa, escuela superior

Número de personas: 1

Cargas sensibles: 55.04 kcal/h

Cargas latentes: 42.14 kcal/h

BORRAR CALCULAR

Figura N° 4.39 Cargas por ocupantes mostradas por la herramienta

Cargas térmicas por alumbrado:

En este caso se deben tomar en cuenta todos los elementos de iluminación y alumbrado en el dormitorio.

Para la determinación de estos resultados se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

Lámparas: el dormitorio cuenta con dos (2) lámparas de tipo fluorescente, las cuales poseen cada una, una potencia útil de 15W.

Los resultados obtenidos mediante el método manual son:

Tabla N° 4.30 Cargas por alumbrado obtenidas mediante el método manual (área 2)

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$\dot{Q}_{s,alumb} (kcal/h)$	30,96

Tomando en cuenta las mismas consideraciones y con el uso de la herramienta computacional, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla N° 4.31 Cargas por alumbrado obtenidas mediante la herramienta (área 2)

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$\dot{Q}_{s,alumb} (kcal/h)$	30,96

En la herramienta, esto se puede observar de la siguiente manera:

The screenshot shows a software interface for calculating thermal loads from lighting. It has two sections: 'Lámpara fluorescente' (checked) and 'Lámpara incandescente' (unchecked). Under the fluorescent section, 'Potencia útil' is 15 W and 'Número de lámparas' is 2. The 'Listado de Lámparas' window displays '2 Lamp. Fluoresc. de 15Watts'. At the bottom, the result 'Cargas sensibles' is 30.96 kcal/h. There are 'BORRAR' and 'CALCULAR' buttons.

Figura N° 4.40 Cargas por alumbrado mostradas por la herramienta

Cargas térmicas por aparatos

En este caso se deben tomar en cuenta los aparatos eléctricos y de cualquier otro tipo que puedan generar calor hacia el ambiente en esta área.

Para la determinación de estos resultados se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

Aparatos: 1 secador, 1 televisor, 1 DVD.

Los resultados obtenidos mediante el método manual son:

Tabla N° 4.32 Cargas térmicas por equipos obtenidas mediante el método manual (área 2)

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$\dot{Q}_{s,pers}(kcal/h)$	1023.9
$\dot{Q}_{l,pers}(kcal/h)$	98.94

Tomando en cuenta las mismas consideraciones y con el uso de la herramienta computacional, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla N° 4.33 Cargas térmicas por equipos obtenidas mediante la herramienta (área 2)

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$\dot{Q}_{s,eq}(kcal/h)$	1023.4
$\dot{Q}_{l,eq}(kcal/h)$	98.9

En la herramienta, esto se puede observar de la siguiente manera:

The screenshot shows a software interface for calculating thermal loads. On the left, there are checkboxes for 'No existen aparatos en el área' and 'Otros aparatos'. Below these are input fields for 'Cargas Sensibles' and 'Cargas Latentes' in kcal/h, and a field for 'N° De aparatos'. On the right, a 'Listado de Aparatos' box contains 'DVD x 1', 'Secador de pelo x 1', and 'Televisor x 1'. Below the list are 'BORRAR' and 'CALCULAR' buttons. At the bottom right, the results are displayed: 'Cargas Sensibles Totales' as 1023.4 kcal/h and 'Cargas Latentes Totales' as 98.9 kcal/h.

Figura N° 4.41 Cargas por equipos mostradas por la herramienta

134 Herramienta computacional para determinar las cargas térmicas que intervienen en el proceso de acondicionamiento de ambiente.

A continuación se muestra una tabla que generaliza las cargas calculadas en esta área:

Para el método manual se tiene:

Tabla N° 4.34 Resumen de cargas térmicas en el área2 obtenidas mediante el método manual.

Calor Sensible del Local (RSH)		Calor Latente del Local (RLH)	
Ecuación	Calor	Ecuación	Calor
$\dot{Q}_{te/pe} = U \cdot A_{sol} \cdot (\Delta T_e)_{corr} + U \cdot A_{sombra} \cdot (T_e - T_i)$	385,9		
$\dot{Q}_{RS} = (R_s \cdot f_{MM} \cdot f_{di} \cdot f_{TR}) \cdot A_{vs} \cdot (F_A F_s)$	180,3		
$\dot{Q}_{VE} = U \cdot A_{VE} \cdot (T_e - T_i)$	95,04		
$\dot{Q}_{VT} = U \cdot A_{VT} \cdot (T_e - T_i - 3)$	0		
$\dot{Q}_{Pta.I} = U \cdot A_{Pta.I} \cdot (T_e - T_i - 3)$	0		
$\dot{Q}_{Ped.I} = U \cdot A_{Ped.I} \cdot (T_e - T_i - 3)$	284,3		
$\dot{Q}_{s, inf} = 0,29 \cdot \dot{V}_{inf} \cdot (T_e - T_i)$	0	$\dot{Q}_{l, inf} = 0,71 \cdot \dot{V}_{inf} \cdot (\omega_e - \omega_i)$	0
$\dot{Q}_{s, pers} = (N^\circ \text{ Personas}) \cdot MS$	55	$\dot{Q}_{l, pers} = (N^\circ \text{ Personas}) \cdot ML$	42,14
$\dot{Q}_{ilum} = 1,25 \cdot (Pu) \cdot \left(0,86 \frac{kcal}{Wh}\right) \cdot (FAC)$	30,96		
$\dot{Q}_{aer} = (Pu) \cdot \left(0,86 \frac{kcal}{Wh}\right) \cdot (FAC)$	0		
$\dot{Q}_{s, eqv} = (CSE)_{Tamb10} + (CSE)_{Tamb11} + (CSE)_{Tamb12}$	1023,9	$\dot{Q}_{l, eqv} = (CLE)_{Tamb10} + (CLE)_{Tamb11} + (CLE)_{Tamb12}$	98,94
(RSH) =	2055,4	(RLH) =	141,08
(RSH) + (RLH) =	2196,48		

Para el método mediante la herramienta se tiene:

Tabla N° 4.35 Resumen de cargas térmicas en el área2 obtenidas mediante la herramienta

Calor Sensible del Local (RSH)		Calor Latente del Local (RLH)	
Ecuación	Calor	Ecuación	Calor
$\dot{Q}_{\text{sol/pe}} = U \cdot A_{\text{sol}} \cdot (\Delta T_e)_{\text{corr}} + U \cdot A_{\text{sombra}} \cdot (T_e - T_i)$	391,71		
$\dot{Q}_{\text{RS}} = (R_s \cdot f_{MM} \cdot f_{AL} \cdot f_{TR}) \cdot A_{VS} \cdot (F_A \cdot F_s)$	180,27		
$\dot{Q}_{VE} = U \cdot A_{VE} \cdot (T_e - T_i)$	95,04		
$\dot{Q}_{VI} = U \cdot A_{VI} \cdot (T_e - T_i - 3)$	0		
$\dot{Q}_{\text{Pia.1}} = U \cdot A_{\text{Pia.1}} \cdot (T_e - T_i - 3)$	0		
$\dot{Q}_{\text{Ped.1}} = U \cdot A_{\text{Ped.1}} \cdot (T_e - T_i - 3)$	284,24		
$\dot{Q}_{\text{a. inf}} = 0,29 \cdot \dot{V}_{\text{inf}} \cdot (T_e - T_i)$	0	$\dot{Q}_{\text{l. inf}} = 0,71 \cdot \dot{V}_{\text{inf}} \cdot (\omega_e - \omega_i)$	0
$\dot{Q}_{\text{s. pers}} = (N^\circ \text{ Personas}) \cdot MS$	55,04	$\dot{Q}_{\text{l. pers}} = (N^\circ \text{ Personas}) \cdot ML$	42,14
$\dot{Q}_{\text{ilum}} = 1,25 \cdot (Pu) \cdot \left(0,86 \frac{\text{kcal/h}}{\text{W}}\right) \cdot (FAC)$	46,44		
$\dot{Q}_{\text{me}} = (Pu) \cdot \left(0,86 \frac{\text{kcal/h}}{\text{W}}\right) \cdot (FAC)$	0		
$\dot{Q}_{\text{c. equipos}} = (CSE)_{\text{Teles1}} + (CSE)_{\text{Teles2}} + (CSE)_{\text{Teles3}}$	1023,4	$\dot{Q}_{\text{l. equipos}} = (CLE)_{\text{Teles1}} + (CLE)_{\text{Teles2}} + (CLE)_{\text{Teles3}}$	98,94
(RSH) =	2060,66	(RLH) =	141,08
(RSH) + (RLH) =	2201,74		

4.4.5 Determinación de las cargas térmicas del Área 3 (dormitorio3):

Conducción, convección y radiación combinada a través de techos y paredes que comunican al exterior.

Como se puede observar en la figura correspondiente al área 3, la pared norte es la única en contacto con el ambiente exterior y debido a su orientación la misma no posee área soleada.

Para la determinación de estos resultados se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

Pared norte: de ladrillo macizo ordinario de 20cm de espesor con enlucido de arena de 15 mm ,sus dimensiones son de 2,2m X 3,08m, posee una (1) ventana de dimensiones 0,8m X 1.34m, no se genera área soleada sobre esta, orientación norte y de color claro.

Los resultados obtenidos mediante el método manual son:

Tabla N° 4.36 Conducción, convección y radiación combinada a través de techos y paredes que comunican al exterior obtenidas mediante el método manual (área 3)

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$\dot{Q}_{pnorte} (kcal/h)$	180,3
$\dot{Q}_{techo} (kcal/h)$	178,55

Tomando en cuenta las mismas consideraciones y con el uso de la herramienta computacional, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla N° 4.37 Conducción, convección y radiación combinada a través de techos y paredes que comunican al exterior obtenidas mediante la herramienta (área 3)

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$\dot{Q}_{pnorte} (kcal/h)$	180,27
$\dot{Q}_{techo} (kcal/h)$	183,62

En la herramienta, esto se puede observar de la siguiente manera:

Para la pared:



Figura N° 4.42 Conducción, convección y radiación combinada a través de paredes que comunican al exterior mostradas por la herramienta

Para el techo:

Conducción, Convección y radiación a través de Techos

Techumbre que comunica con ambiente exterior

Tipo de cubierta y bajo techumbre
Embalosado sobre cemento con madera de 50 mm

Cielo raso
Madera 20 mm

VER ESQUEMA DE TCHOS

Color Paredes de color medio (verde, azul, gris claro, etc.)

Área de techo Soleada 7.26 m²

Área de techo sombra 0 m²

Qte/pe 183.62321066 kcal/h

BORRAR CALCULAR SIGUIENTE

Figura N° 4.43 Conducción, convección y radiación combinada a través del techo mostradas por la herramienta

Aportaciones solares a través de vidrios que comunican con el exterior.

En este caso este calor es cero ya que no existe área soleada en la ventana debido a la orientación (norte) de la misma.

Conducción y convección a través de vidrios que comunican al exterior

Para calcular el calor por conducción y por convección, se toma en cuenta la ventana ubicada en la pared norte.

Para la determinación de estos resultados se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

Ventanas: 1 ventana de dimensiones 1,34m x 0,8m, de disposición vertical y estructura sencilla de chasis simple.

Los resultados obtenidos mediante el método manual son:

Tabla N° 4.38 Conducción y convección a través de vidrios que comunican al exterior obtenidas mediante el método manual (área 3)

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$Q_{ve}(kcal/h)$	95,04

Tomando en cuenta las mismas consideraciones y con el uso de la herramienta computacional, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla N° 4.39 Conducción y convección a través de vidrios que comunican al exterior obtenidas mediante la herramienta (área 3)

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$Q_{ve}(kcal/h)$	95,04

En la herramienta, esto se puede observar de la siguiente manera:

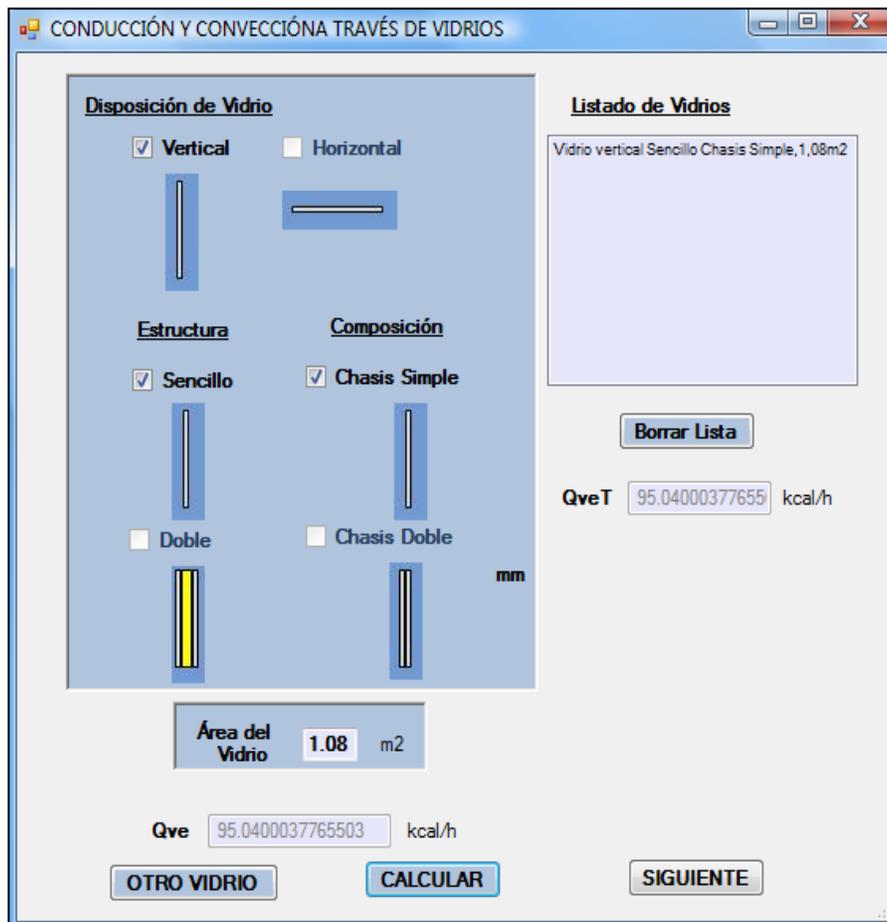


Figura N° 4.44 Conducción y convección a través de vidrios que comunican al exterior mostradas por la herramienta

Conducción y convección a través de vidrios, puertas y paredes interiores

Para la determinación de este cálculo, se toma en cuenta solo la pared este, ya que es la única que está en contacto con ambientes no acondicionados que en este caso es una vivienda vecina.

Para la determinación de estos resultados se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

Paredes: Ladrillo Aglomerado Hueco (escorias) de 10 cm de espesor con enlucido de arena de doble revestimiento, las dimensiones de la pared son de 3,18m x 3,3m

Los resultados obtenidos mediante el método manual son:

Tabla N° 4.40 Conducción y convección a través de vidrios, puertas y paredes interiores obtenidas mediante el método manual (área 3)

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$Q_{PI}(kcal/h)$	247,06

Tomando en cuenta las mismas consideraciones y con el uso de la herramienta computacional, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla N° 4.41 Conducción y convección a través de vidrios, puertas y paredes interiores obtenidas mediante la herramienta (área 3)

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$Q_{PI}(kcal/h)$	247,06

En la herramienta, esto se puede observar de la siguiente manera:

The screenshot shows a software window titled "CONDUCCIÓN Y CONVECCIÓN A ATRAVÉS DE PAREDES, PUERTAS Y VIDRIOS I...". The interface is divided into three main sections: "PARED", "PUERTAS", and "VIDRIOS".

- PARED:** "Tipo de Pared" is set to "AGLOMERADO HUECO (Escorias, 10cm de esp.)". "Area de pared" is 10.5 m². "Caras con Revestimiento" is "Ambas caras". "Tipo de Revestimiento" is "Enlucido de arena de 15 mm". The calculated value "Qpar.int" is 247.065 kcal/h.
- PUERTAS:** The "Con Puertas" checkbox is unchecked. "Material" options are "Madera", "Vidrio", and "Metal", all unchecked. "Área de puertas" is empty. The calculated value "Qpue.int" is 0 kcal/h.
- VIDRIOS:** The "Con Vidrios" checkbox is unchecked. The "IR" checkbox is checked. The calculated value is 0 kcal/h.

At the bottom, the total value "Qte/pe" is 247.065 kcal/h. There are buttons for "BORRAR", "CALCULAR", and "SIGUIENTE".

Figura N° 4.45 Conducción y convección a través de vidrios, puertas y paredes interiores mostradas por la herramienta.

Calor por infiltración de aire a través de puertas y ventanas que comunican con el exterior.

Debido a la dirección con la que incide el viento respecto a la ubicación de la casa, no se tiene volumen de aire por infiltración, ya que va paralelo a la pared norte donde se ubica la única ventana en el área, por lo cual $V_{inf} = 0$ y el $Q_{inf} = 0$.

Calor debido al aire exterior requerido para la renovación del aire interior.

Más adelante se muestra este cálculo para todas las áreas del local simultáneamente.

Determinación de las cargas internas

Cargas por ocupantes.

Para la determinación de estos resultados se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

Ocupantes y aplicación: Se considera en el área la presencia de un (1) ocupante, y por ser un dormitorio se supone que está sentado en reposo.

Los resultados obtenidos mediante el método manual son:

Tabla N° 4.42 Cargas por ocupantes obtenidas mediante el método manual (área 3)

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$\dot{Q}_{l,pers}(kcal/h)$	42,14
$\dot{Q}_{s,pers}(kcal/h)$	55

Tomando en cuenta las mismas consideraciones y con el uso de la herramienta computacional, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla N° 4.43 Cargas por ocupantes obtenidas mediante el método manual (área 3)

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$\dot{Q}_{l,pers}(kcal/h)$	42,14
$\dot{Q}_{s,pers}(kcal/h)$	55,04

En la herramienta, esto se puede observar de la siguiente manera:

CARGAS TÉRMICAS POR OCUPANTES

Tipo de aplicación del local: Oficina, hotel, apartamento, casa, escuela superior

Número de personas: 1

Cargas sensibles: 55.04 kcal/h

Cargas latentes: 42.14 kcal/h

BORRAR CALCULAR

Figura N° 4.46 Cargas por ocupantes mostradas por la herramienta

Cargas térmicas por alumbrado:

En este caso de deben tomar en cuenta todos los elementos de iluminación y alumbrado en el dormitorio.

Para la determinación de estos resultados se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

Lámparas: el dormitorio cuenta con dos (2) lámparas de tipo fluorescente, las cuales poseen cada una, una potencia útil de 15W.

Los resultados obtenidos mediante el método manual son:

Tabla N° 4.44 Cargas por alumbrado obtenidas mediante el método manual (área 3)

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$\dot{Q}_{s,alumb} (kcal/h)$	30,96

Tomando en cuenta las mismas consideraciones y con el uso de la herramienta computacional, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla N° 4.45 Cargas por alumbrado obtenidas mediante la herramienta (área 3)

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$\dot{Q}_{s,alumb} (kcal/h)$	30,96

En la herramienta, esto se puede observar de la siguiente manera:



Figura N° 4.47 Cargas por alumbrado mostradas por la herramienta

Cargas térmicas por aparatos

En este caso se deben tomar en cuenta los aparatos eléctricos y de cualquier otro tipo que puedan generar calor hacia el ambiente en esta área.

Para la determinación de estos resultados se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

Aparatos: 1 computadora, 1 televisor, 1 DVD.

Los resultados obtenidos mediante el método manual son:

Tabla N° 4.46 Cargas térmicas por equipos obtenidas mediante el método manual (área3)

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$\dot{Q}_{s,pers}(kcal/h)$	700,9
$\dot{Q}_{l,pers}(kcal/h)$	0

Tomando en cuenta las mismas consideraciones y con el uso de la herramienta computacional, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla N° 4.47 Cargas térmicas por equipos obtenidas mediante la herramienta (área 3)

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$\dot{Q}_{s,ap}(kcal/h)$	700,9
$\dot{Q}_{l,ap}(kcal/h)$	0

En la herramienta, esto se puede observar de la siguiente manera:

CARGAS TÉRMICAS POR APARATOS

No existen aparatos en el área

Aparato

Otros aparatos

Cargas Sensibles kcal/h

Cargas Latentes kcal/h

N° De aparatos

Listado de Aparatos

Televisor x 1
Computadora (Escritorio) x 1
DVD x 1

Cargas Sensibles Totales kcal/h

Cargas Latentes Totales kcal/h

Figura N° 4.48 Cargas por equipos mostradas por la herramienta

A continuación se muestra una tabla que generaliza las cargas calculadas en esta área:

Para el método manual se tiene:

Tabla N° 4.48 Resumen de cargas térmicas en el área 3 obtenidas mediante el método manual

Calor Sensible del Local (RSH)		Calor Latente del Local (RLH)	
Ecuación	Calor	Ecuación	Calor
$\dot{Q}_{\text{te/pe}} = U \cdot A_{\text{sol}} \cdot (\Delta T_e)_{\text{corr}} + U \cdot A_{\text{sombra}} \cdot (T_e - T_i)$	358,85		
$\dot{Q}_{\text{RS}} = (R_s \cdot f_{\text{MM}} \cdot f_{\text{Al}} \cdot f_{\text{TR}}) \cdot A_{\text{VS}} \cdot (F_A \cdot F_S)$	0		
$\dot{Q}_{\text{VE}} = U \cdot A_{\text{VE}} \cdot (T_e - T_i)$	95,04		
$\dot{Q}_{\text{VT}} = U \cdot A_{\text{VT}} \cdot (T_e - T_i - 3)$	0		
$\dot{Q}_{\text{Pda.1}} = U \cdot A_{\text{Pda.1}} \cdot (T_e - T_i - 3)$	0		
$\dot{Q}_{\text{Pda.1}} = U \cdot A_{\text{Pda.1}} \cdot (T_e - T_i - 3)$	247,06		
$\dot{Q}_{\text{s, inf}} = 0,29 \cdot \dot{V}_{\text{inf}} \cdot (T_e - T_i)$	0	$\dot{Q}_{\text{l, inf}} = 0,71 \cdot \dot{V}_{\text{inf}} \cdot (\omega_e - \omega_i)$	0
$\dot{Q}_{\text{s, pers}} = (N^\circ \text{ Personas}) \cdot MS$	55	$\dot{Q}_{\text{l, pers}} = (N^\circ \text{ Personas}) \cdot ML$	42,14
$\dot{Q}_{\text{ilum}} = 1,25 \cdot (Pu) \cdot \left(0,86 \frac{\text{kcal/h}}{\text{W}}\right) \cdot (FAC)$	30,96		
$\dot{Q}_{\text{ma}} = (Pu) \cdot \left(0,86 \frac{\text{kcal/h}}{\text{W}}\right) \cdot (FAC)$	0		
$\dot{Q}_{\text{e, equipo}} = (CSE)_{\text{Tablero1}} + (CSE)_{\text{Tablero2}} + (CSE)_{\text{Tablero3}}$	700,9	$\dot{Q}_{\text{l, equipo}} = (CLE)_{\text{Tablero1}} + (CLE)_{\text{Tablero2}} + (CLE)_{\text{Tablero3}}$	0
(RSH) =	1487,81	(RLH) =	141,08
(RSH) + (RLH) =	1628,89		

Para el método mediante la herramienta se tiene:

Tabla N° 4.49 Resumen de cargas térmicas en el área 3 obtenidas mediante el método manual

Calor Sensible del Local (RSH)		Calor Latente del Local (RLH)	
Ecuación	Calor	Ecuación	Calor
$\dot{Q}_{\text{sol, ge}} = U \cdot A_{\text{sol}} \cdot (\Delta T_e)_{\text{corr}} + U \cdot A_{\text{sombra}} \cdot (T_e - T_i)$	363,89		
$\dot{Q}_{\text{RS}} = (R_s \cdot f_{\text{MM}} \cdot f_{\text{AW}} \cdot f_{\text{TR}}) \cdot A_{\text{VS}} \cdot (F_A \cdot F_S)$	0		
$\dot{Q}_{\text{VE}} = U \cdot A_{\text{VE}} \cdot (T_e - T_i)$	95,04		
$\dot{Q}_{\text{VI}} = U \cdot A_{\text{VI}} \cdot (T_e - T_i - 3)$	0		
$\dot{Q}_{\text{Pia, I}} = U \cdot A_{\text{Pia, I}} \cdot (T_e - T_i - 3)$	0		
$\dot{Q}_{\text{Ped, I}} = U \cdot A_{\text{Ped, I}} \cdot (T_e - T_i - 3)$	247,06		
$\dot{Q}_{\text{a, inf}} = 0,29 \cdot \dot{V}_{\text{inf}} \cdot (T_e - T_i)$	0	$\dot{Q}_{\text{t, inf}} = 0,71 \cdot \dot{V}_{\text{inf}} \cdot (\omega_e - \omega_i)$	0
$\dot{Q}_{\text{a, pers}} = (N^\circ \text{ Personas}) \cdot MS$	55,04	$\dot{Q}_{\text{t, pers}} = (N^\circ \text{ Personas}) \cdot ML$	42,14
$\dot{Q}_{\text{Inn}} = 1,25 \cdot (P_u) \cdot \left(0,86 \frac{\text{kcal/h}}{\text{W}}\right) \cdot (FAC)$	30,96		
$\dot{Q}_{\text{Out}} = (P_u) \cdot \left(0,86 \frac{\text{kcal/h}}{\text{W}}\right) \cdot (FAC)$	0		
$\dot{Q}_{\text{a, Equip}} = (CSE)_{\text{Tab1a0}} + (CSE)_{\text{Tab1a1}} + (CSE)_{\text{Tab1a2}}$	700,9	$\dot{Q}_{\text{t, Equip}} = (CLE)_{\text{Tab1a0}} + (CLE)_{\text{Tab1a1}} + (CLE)_{\text{Tab1a2}}$	0
(RSH) =	1492,89	(RLH) =	141,08
(RSH) + (RLH) =	1633,97		

4.4.6 Determinación de las cargas térmicas del Área 4 (planta baja):

Conducción, convección y radiación combinada a través de techos y paredes que comunican al exterior.

Como se puede observar en la figura correspondiente al área 4, las paredes sur y norte están en contacto con el ambiente exterior.

Para la determinación de estos resultados se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

Pared sur: de ladrillo macizo ordinario de 20cm de espesor con enlucido de arena de 15 mm ,sus dimensiones son de 2,4m X 5,7m, posee una (1) ventana de dimensiones 0,7m X 1.35m y una puerta de 1m x 2m, se genera área soleada y también área de sombra sobre esta, orientación sur y de color claro.

Techo: el techo de esta área coincide con el piso de la planta alta, la cual es un ara acondicionada, por lo tanto la transferencia de calor a través de este es nula.

Los resultados obtenidos mediante el método manual son:

Tabla N° 4.50 Conducción, convección y radiación combinada a través de paredes que comunican con el exterior obtenidas mediante el método manual (área 4)

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$\dot{Q}_{psur}(kcal/h)$	128,18

Tomando en cuenta las mismas consideraciones y con el uso de la herramienta computacional, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla N° 4.51 Conducción, convección y radiación combinada a través de paredes que comunican con el exterior obtenidas mediante la herramienta (área 4)

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$\dot{Q}_{psur}(kcal/h)$	128,18

En la herramienta, esto se puede observar de la siguiente manera:

Figura N° 4.49 Conducción, convección y radiación combinada a través de paredes que comunican al exterior mostradas por la herramienta

Pared norte: de ladrillo macizo ordinario de 20cm de espesor con enlucido de arena de 15 mm ,sus dimensiones son de 2,4m X 5,7m, posee una (1) ventana de dimensiones 1,5m X 1,6m y una puerta de 1,6m x 2m, no se genera área soleada sobre esta, orientación norte y de color claro.

Los resultados obtenidos mediante el método manual son:

Tabla N° 4.52 Conducción, convección y radiación combinada a través de paredes que comunican con el exterior obtenidas mediante el método manual (área 4)

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$\dot{Q}_{pnorte}(kcal/h)$	249,3
$\dot{Q}_{techo}(kcal/h)$	456,34

Tomando en cuenta las mismas consideraciones y con el uso de la herramienta computacional, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla N° 4.53 Conducción, convección y radiación combinada a través de paredes que comunican con el exterior obtenidas mediante la herramienta (área 4)

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$\dot{Q}_{pnorte} (kcal/h)$	249,3
$\dot{Q}_{techo} (kcal/h)$	456,34

En la herramienta, esto se puede observar de la siguiente manera:

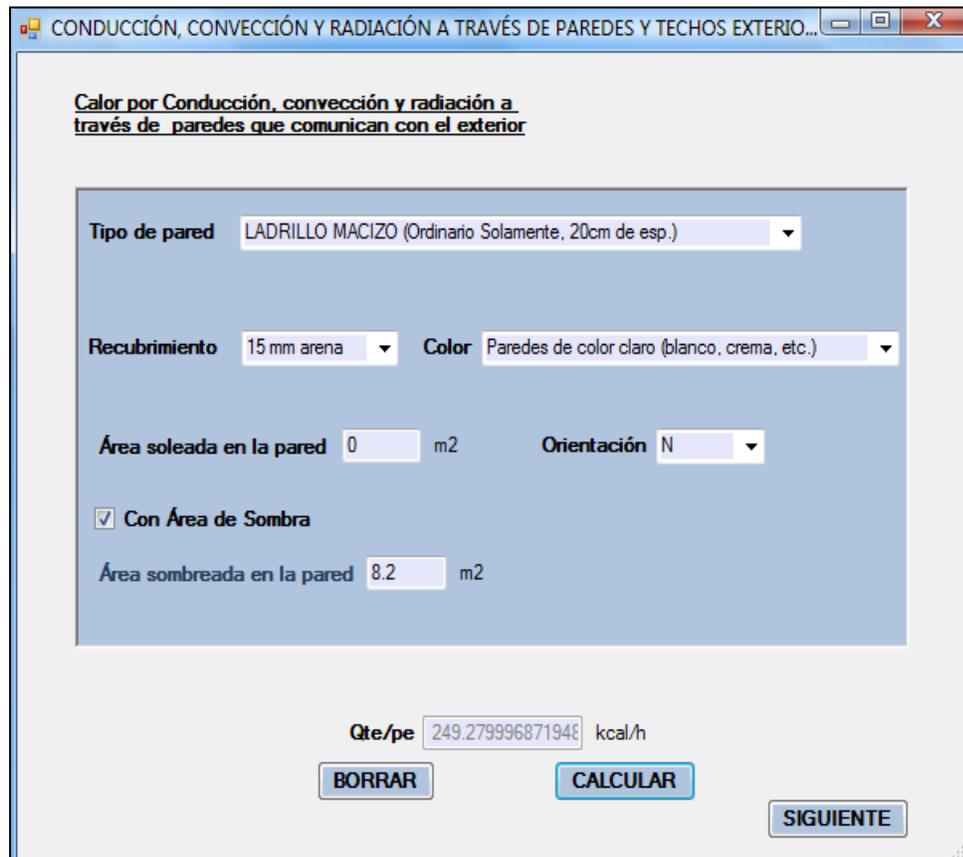


Figura N° 4.50 Conducción, convección y radiación combinada a través de paredes que comunican al exterior mostradas por la herramienta

Aportaciones solares a través de vidrios que comunican con el exterior.

Pared sur:

Posee una ventana que da con el exterior, sobre la cual incide el sol directamente.

Para la determinación de estos resultados se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

Ventanas: 1 ventana de dimensiones 1,5m x 0,7m, de vidrio sencillo ordinario, sin persianas, orientada hacia el sur y con marco metálico.

Otras condiciones: local ubicado a 500m sobre el nivel del mar y temperatura de punto de rocío del ambiente exterior de 32,5 °C (determinada con la carta psicrométrica y las condiciones exteriores de diseño) .

Los resultados obtenidos mediante el método manual son:

Tabla N° 4.54 Conducción, convección y radiación combinada a través de paredes que comunican con el exterior obtenidas mediante la herramienta (área 4)

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$Q_{RS}(kcal/h)$	265

Tomando en cuenta las mismas consideraciones y con el uso de la herramienta computacional, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla N° 4.55 Aportaciones solares a través de vidrios que comunican con el exterior obtenidas mediante la herramienta (área 4)

PARAMETRO	VALOR OBTENIDO
$Q_{RS}(kcal/h)$	264,9

En la herramienta, esto se puede observar de la siguiente manera:

APORTACIONES SOLARES A TRAVÉS DE VIDRIOS QUE COMUNICAN CO...

Área Total de Vidrio: 1.05 m² Altitud respecto al Nivel del mar: 500 m

Orientación: S Temperatura de Punto de Rocío: 32.5 C

Marco Metálico Con marco metálico Sin marco metálico

ELEMENTOS DE SOMBRA

Tipo de Vidrio: Vidrio sencillo ordinario

Tipo de Persiana: Sin Persiana o Pantalla

Color: No aplica

Qrs 264.9152 kcal/h

BORRAR CALCULAR

SIGUIENTE

Figura N° 4.51 Aportaciones solares a través de vidrios que comunican con el exterior mostradas por la herramienta

Pared norte:

Debido a que la pared se encuentra bajo la sombra, no hay aportaciones solares a través de las ventanas y puertas ubicadas en esta.

Conducción y convección a través de vidrios que comunican al exterior

Pared sur:

Esta cuenta una ventana que comunica con el exterior.

Para la determinación de estos resultados se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

Ventanas: 1 ventanas de dimensiones 1,5m x 0,7m, de disposición vertical y estructura sencilla de chasis simple.

Los resultados obtenidos mediante el método manual son:

Tabla N° 4.56 Conducción y convección a través de vidrios que comunican con el exterior obtenidas mediante el método manual (área 4)

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$Q_{ve}(kcal/h)$	92,4

Tomando en cuenta las mismas consideraciones y con el uso de la herramienta computacional, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla N° 4.57 Conducción y convección a través de vidrios que comunican con el exterior obtenidas mediante el método manual (área 4)

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$Q_{ve}(kcal/h)$	92,4

En la herramienta, esto se puede observar de la siguiente manera:

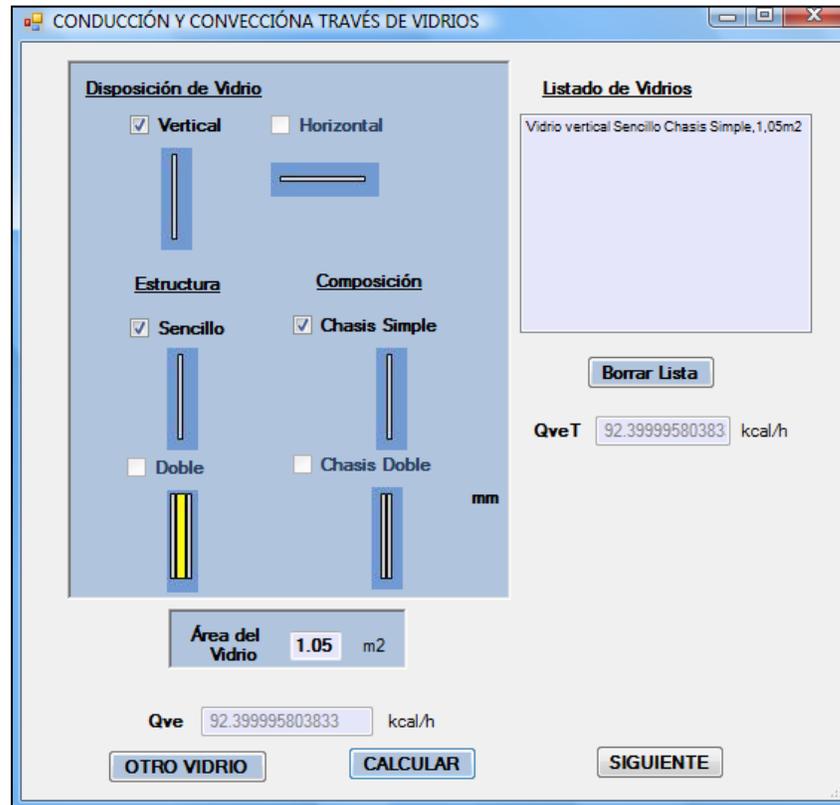


Figura N° 4.52 Conducción y convección a través de vidrios que comunican al exterior mostradas por la herramienta

Pared norte

Esta posee una ventana y una puerta en contacto directo con el exterior.

Para la determinación de estos resultados se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

Ventanas: 1 ventanas de dimensiones 1,5m x 0,7m, de disposición vertical y estructura sencilla de chasis simple.

Los resultados obtenidos mediante el método manual son:

Tabla N° 4.58 Conducción y convección a través de vidrios que comunican con el exterior obtenidas mediante el método manual (área 4)

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$Q_{ve}(kcal/h)$	211,2

Tomando en cuenta las mismas consideraciones y con el uso de la herramienta computacional, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla N° 4.59 Conducción y convección a través de vidrios que comunican con el exterior obtenidas mediante la herramienta (área 4)

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$Q_{ve}(kcal/h)$	211,2

En la herramienta, esto se puede observar de la siguiente manera:

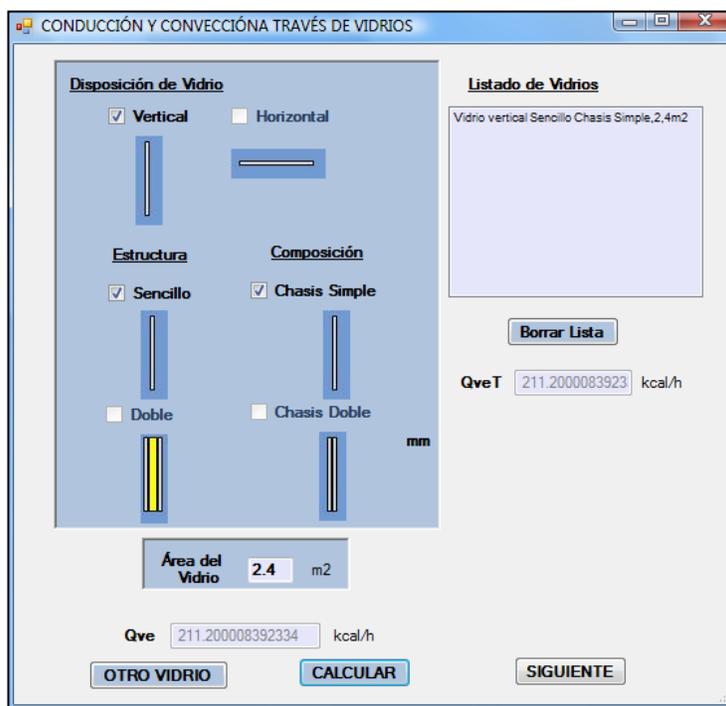


Figura N° 4.53 Conducción y convección a través de vidrios que comunican al exterior mostradas por la herramienta

Puertas: 1 puerta de cristal de dimensiones 1,6m x 2,1m de vidrio de 6,3mm de espesor, disposición vertical y chasis simple.

Los resultados obtenidos mediante el método manual son:

Tabla N° 4.60 Conducción y convección a través de vidrios que comunican con el exterior obtenidas mediante el método manual (área 4)

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$Q_{pta,e}(kcal/h)$	295,68

Tomando en cuenta las mismas consideraciones y con el uso de la herramienta computacional, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla N° 4.61 Conducción y convección a través de vidrios que comunican con el exterior obtenidas mediante la herramienta (área 4)

PARAMETRO	VALOR OBTENIDO
$Q_{pta,e}(kcal/h)$	295,68

En la herramienta, esto se puede observar de la siguiente manera:

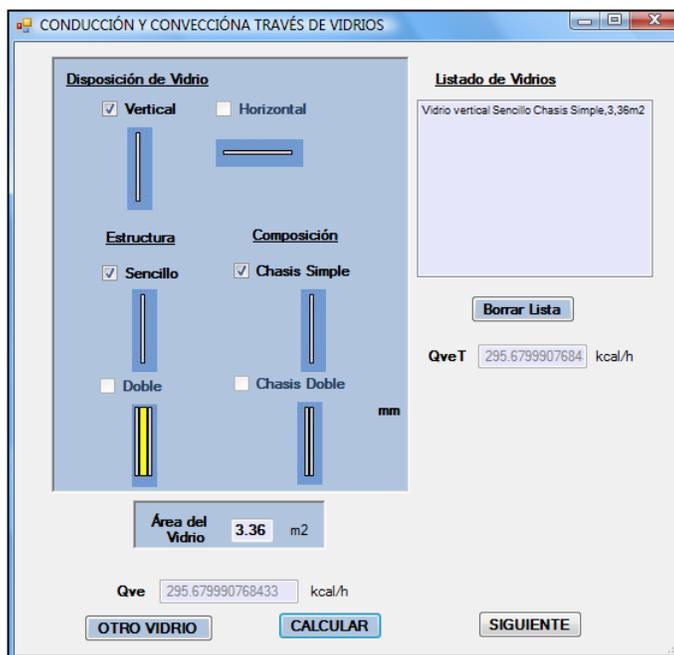


Figura N° 4.54 Conducción y convección a través de vidrios que comunican al exterior mostradas por la herramienta

Conducción y convección a través de vidrios, puertas y paredes interiores:

En este caso, se toman en cuenta la pared este y la pared oeste, ya que ambas están en contacto con ambientes no acondicionados.

Pared oeste

Para la determinación de estos resultados se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

Paredes: Ladrillo Aglomerado Hueco (escorias) de 10 cm de espesor con enlucido de arena de doble revestimiento, las dimensiones de la pared son de 8,67m x 2,4m

Los resultados obtenidos mediante el método manual son:

Tabla N° 4.62 Conducción y convección a través de vidrios, puertas y paredes interiores obtenidas mediante el método manual (área 4)

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$Q_{PI}(kcal/h)$	489,6

Tomando en cuenta las mismas consideraciones y con el uso de la herramienta computacional, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla N° 4.63 Conducción y convección a través de vidrios, puertas y paredes interiores obtenidas mediante la herramienta (área 4)

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$Q_{PI}(kcal/h)$	489.7

En la herramienta, esto se puede observar de la siguiente manera:

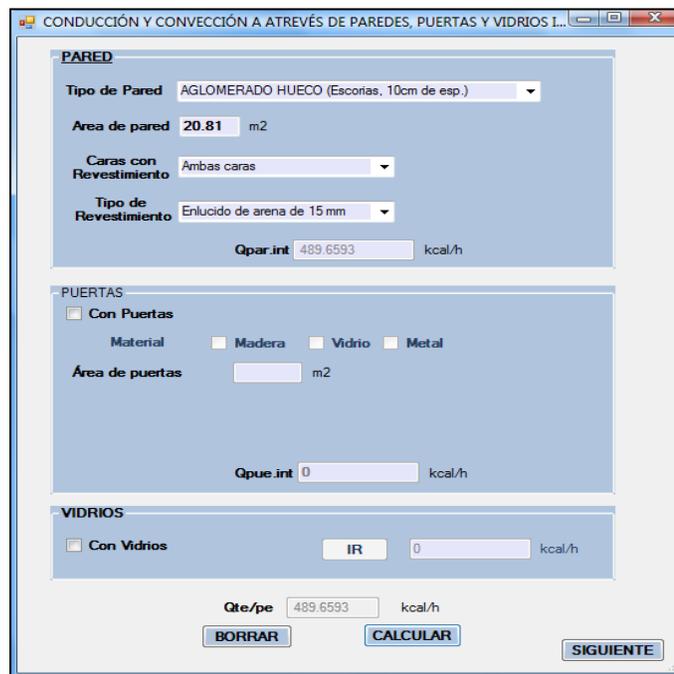


Figura N° 4.55 Conducción y convección a través de vidrios, puertas y paredes interiores mostradas por la herramienta

Pared este

Para la determinación de estos resultados se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

Paredes: Ladrillo Aglomerado Hueco (escorias) de 10 cm de espesor con enlucido de arena de doble revestimiento, las dimensiones de la pared son de 7,22m x 2,4m

Los resultados obtenidos mediante el método manual son:

Tabla N° 4.64 Conducción y convección a través de vidrios, puertas y paredes interiores obtenidas mediante el método manual (área 4)

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$Q_{PI}(kcal/h)$	407,72

Tomando en cuenta las mismas consideraciones y con el uso de la herramienta computacional, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla N° 4.65 Conducción y convección a través de vidrios, puertas y paredes interiores obtenidas mediante la herramienta (área 4)

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$Q_{PI}(kcal/h)$	407,8

En la herramienta, esto se puede observar de la siguiente manera:

The screenshot shows a software window titled "CONDUCCIÓN Y CONVECCIÓN A ATRAVÉS DE PAREDES, PUERTAS Y VIDRIOS I...". It contains three main sections:

- PARED:**
 - Tipo de Pared: AGLOMERADO HUECO (Escorias, 10cm de esp.)
 - Area de pared: 17.33 m²
 - Caras con Revestimiento: Ambas caras
 - Tipo de Revestimiento: Enlucido de arena de 15 mm
 - Q_{par.int}: 407.7749 kcal/h
- PUERTAS:**
 - Con Puertas
 - Material: Madera Vidrio Metal
 - Area de puertas: [] m²
 - Q_{pue.int}: 0 kcal/h
- VIDRIOS:**
 - Con Vidrios
 - IR: [] kcal/h

At the bottom, there is a total heat loss calculation: Q_{te/pe}: 407.7749 kcal/h. Below this are three buttons: "BORRAR", "CALCULAR", and "SIGUIENTE".

Figura N° 4.56 Conducción y convección a través de vidrios, puertas y paredes interiores mostradas por la herramienta

Calor por infiltración de aire a través de puertas y ventanas que comunican con el exterior.

Debido a la dirección con la que incide el viento respecto a la ubicación de la casa, no se tiene volumen de aire por infiltración, ya que va paralelo a la pared norte donde se ubica la única ventana en el área, por lo cual $V_{inf} = 0$ y el $Q_{inf} = 0$.

Calor debido al aire exterior requerido para la renovación del aire interior.

Más adelante se muestra este cálculo para todas las áreas del local simultáneamente.

Determinación de las cargas internas

Cargas por ocupantes.

Para la determinación de estos resultados se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

Ocupantes y aplicación: Se considera en el área la presencia de cinco (5) ocupantes, y por ser un dormitorio se supone que están sentados en reposo.

Los resultados obtenidos mediante el método manual son:

Tabla N° 4.66 Cargas por ocupantes obtenidas mediante el método manual (área 4)

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$\dot{Q}_{l,pers}(kcal/h)$	210,7
$\dot{Q}_{s,pers}(kcal/h)$	275

Tomando en cuenta las mismas consideraciones y con el uso de la herramienta computacional, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla N° 4.67 Cargas por ocupantes obtenidas mediante la herramienta (área 4)

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$\dot{Q}_{l,pers}(kcal/h)$	210,7
$\dot{Q}_{s,pers}(kcal/h)$	275,2

En la herramienta, esto se puede observar de la siguiente manera:

Figura N° 4.57 Cargas por ocupantes mostradas por la herramienta

Cargas térmicas por alumbrado:

En este caso de deben tomar en cuenta todos los elementos de iluminación y alumbrado en el área.

Para la determinación de estos resultados se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

Lámparas: el área cuenta con veinte (20) lámparas de tipo fluorescente, las cuales poseen cada una, una potencia útil de 15W.

Los resultados obtenidos mediante el método manual son:

Tabla N° 4.68 Cargas por alumbrado obtenidas mediante el método manual (área 4)

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$\dot{Q}_{s,alumb}(kcal/h)$	309,6

Tomando en cuenta las mismas consideraciones y con el uso de la herramienta computacional, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla N° 4.69 Cargas por alumbrado obtenidas mediante la herramienta (área 4)

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$\dot{Q}_{s,alumb}(kcal/h)$	309,6

En la herramienta, esto se puede observar de la siguiente manera:

The screenshot shows a software window titled "CARGAS TÉRMICAS POR ALUMBRADO". On the left, there are two sections for lamp selection. The first section, "Lámpara fluorescente", is selected with a checked checkbox. It has input fields for "Potencia útil" (15 W) and "Número de lámparas" (20). The second section, "Lámpara incandescente", is not selected. To the right, a "Listado de Lámparas" window displays "20 Lamp. Fluoresc. de 15Watts". Below the input fields are "BORRAR" and "CALCULAR" buttons. At the bottom right, a field shows "Cargas sensibles" as 309.6 kcal/h.

Figura N° 4.58 Cargas por alumbrado mostradas por la herramienta

Cargas térmicas por aparatos

En este caso se deben tomar en cuenta los aparatos eléctricos y de cualquier otro tipo que puedan generar calor hacia el ambiente en esta área.

Para la determinación de estos resultados se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

Aparatos: 1 TV, 1 cocina, 1 Computadora, 1 nevera, 1 Microondas, 1 Licuadora
1 Equipo de audio, 1 Plancha, 1 Horno, 1 Tostador de pan, 1 cafetera

Los resultados obtenidos mediante el método manual son:

Tabla N° 4.70 Cargas térmicas por equipos obtenidas mediante el método manual (área4)

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$\dot{Q}_{s,ap} (kcal/h)$	9829,8
$\dot{Q}_{l,ap} (kcal/h)$	3718,64

Tomando en cuenta las mismas consideraciones y con el uso de la herramienta computacional, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla N° 4.71 Cargas térmicas por equipos obtenidas mediante la herramienta (área 4)

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$\dot{Q}_{s,ap} (kcal/h)$	9829,8
$\dot{Q}_{l,ap} (kcal/h)$	3718,64

En la herramienta, esto se puede observar de la siguiente manera:

CARGAS TÉRMICAS POR APARATOS

No existen aparatos en el área

Aparato:

Otros aparatos

Cargas Sensibles kcal/h

Cargas Latentes kcal/h

N° De aparatos

Listado de Aparatos

- Nevera x 1
- Microondas x 1
- Licudadora x 1
- Equipo de audio x 1
- Plancha ropa x 1
- Horno x 1
- Tostador de pan x 1

BORRAR **CALCULAR**

Cargas Sensibles Totales kcal/h

Cargas Latentes Totales kcal/h

Figura N° 4.59 Cargas por equipos mostradas por la herramienta

A continuación se muestra una tabla que generaliza las cargas calculadas en esta área:

Para el método manual se tiene:

Tabla N° 4.72 Resumen de cargas térmicas en el área 4 obtenidas mediante el método manual

Calor Sensible del Local (RSH)		Calor Latente del Local (RLH)	
Ecuación	Calor	Ecuación	Calor
$\dot{Q}_{\text{te/pe}} = U \cdot A_{\text{sol}} \cdot (\Delta T_a)_{\text{corr}} + U \cdot A_{\text{sombra}} \cdot (T_e - T_i)$	128,18		
$\dot{Q}_{\text{RS}} = (R_s \cdot f_{\text{MM}} \cdot f_{\text{Al}} \cdot f_{\text{TR}}) \cdot A_{\text{VS}} \cdot (F_A \cdot F_S)$	0		
$\dot{Q}_{\text{VE}} = U \cdot A_{\text{VE}} \cdot (T_e - T_i)$	599,28		
$\dot{Q}_{\text{VT}} = U \cdot A_{\text{VT}} \cdot (T_e - T_i - 3)$	0		
$\dot{Q}_{\text{Dta.I}} = U \cdot A_{\text{Dta.I}} \cdot (T_e - T_i - 3)$	0		
$\dot{Q}_{\text{Ded.I}} = U \cdot A_{\text{Ded.I}} \cdot (T_e - T_i - 3)$	897,32		
$\dot{Q}_{s, \text{inf}} = 0,29 \cdot \dot{V}_{\text{inf}} \cdot (T_e - T_i)$	0	$\dot{Q}_{l, \text{inf}} = 0,71 \cdot \dot{V}_{\text{inf}} \cdot (\omega_e - \omega_i)$	0
$\dot{Q}_{s, \text{pers}} = (N^{\circ} \text{Personas}) \cdot MS$	275	$\dot{Q}_{l, \text{pers}} = (N^{\circ} \text{Personas}) \cdot ML$	210,7
$\dot{Q}_{\text{Lum}} = 1,25 \cdot (Pu) \cdot \left(0,86 \frac{\text{kcal/h}}{\text{W}}\right) \cdot (FAC)$	309,6		
$\dot{Q}_{\text{me}} = (Pu) \cdot \left(0,86 \frac{\text{kcal/h}}{\text{W}}\right) \cdot (FAC)$	0		
$\dot{Q}_{\text{C, Equip}} = (CSE)_{\text{Tablero}} + (CSE)_{\text{Tablero1}} + (CSE)_{\text{Tablero2}}$	3718,64	$\dot{Q}_{l, \text{Equip}} = (CLE)_{\text{Tablero}} + (CLE)_{\text{Tablero1}} + (CLE)_{\text{Tablero2}}$	98,94
(RSH) =	5928,02	(RLH) =	309,64
(RSH) + (RLH) =	6237,66		

Para el método mediante la herramienta se tiene:

Tabla N° 4.73 Resumen de cargas térmicas en el área 4 obtenidas mediante la herramienta

Calor Sensible del Local (RSH)		Calor Latente del Local (RLH)	
Ecuación	Calor	Ecuación	Calor
$\dot{Q}_{\text{sol/pla}} = U \cdot A_{\text{sol}} \cdot (\Delta T_e)_{\text{corr}} + U \cdot A_{\text{sombra}} \cdot (T_e - T_i)$	128,18		
$\dot{Q}_{\text{RS}} = (R_s \cdot f_{\text{MM}} \cdot f_{\text{LU}} \cdot f_{\text{TR}}) \cdot A_{\text{V2}} \cdot (F_A \cdot F_s)$	0		
$\dot{Q}_{\text{VE}} = U \cdot A_{\text{VE}} \cdot (T_e - T_i)$	599,28		
$\dot{Q}_{\text{VT}} = U \cdot A_{\text{VT}} \cdot (T_e - T_i - 3)$	0		
$\dot{Q}_{\text{Pta.1}} = U \cdot A_{\text{Pta.1}} \cdot (T_e - T_i - 3)$	0		
$\dot{Q}_{\text{Pnd.1}} = U \cdot A_{\text{Pnd.1}} \cdot (T_e - T_i - 3)$	897,5		
$\dot{Q}_{s, \text{inf}} = 0,29 \cdot \dot{V}_{\text{inf}} \cdot (T_e - T_i)$	0	$\dot{Q}_{l, \text{inf}} = 0,71 \cdot \dot{V}_{\text{inf}} \cdot (\omega_e - \omega_i)$	0
$\dot{Q}_{s, \text{pers}} = (N^{\circ} \text{ Personas}) \cdot MS$	275,2	$\dot{Q}_{l, \text{pers}} = (N^{\circ} \text{ Personas}) \cdot ML$	210,7
$\dot{Q}_{\text{ilum}} = 1,25 \cdot (Pu) \cdot \left(0,86 \frac{\text{kcal/h}}{\text{W}}\right) \cdot (FAC)$	309,6		
$\dot{Q}_{\text{me}} = (Pu) \cdot \left(0,86 \frac{\text{kcal/h}}{\text{W}}\right) \cdot (FAC)$	0		
$\dot{Q}_{\text{Equip}} = (CSE)_{\text{Tablato}} + (CSE)_{\text{Tablato1}} + (CSE)_{\text{Tablato2}}$	3718,64	$\dot{Q}_{l, \text{Equip}} = (CLE)_{\text{Tablato}} + (CLE)_{\text{Tablato1}} + (CLE)_{\text{Tablato2}}$	98,94
(RSH) =	5928,4	(RLH) =	309,64
(RSH) + (RLH) =	6238,04		

4.4.7 Determinación del volumen y las cargas por aire de renovación del aire interior

Área 1 (dormitorio 1):

Para la realización de éste cálculo se toman en cuenta las siguientes consideraciones.

Aplicación y ocupantes: Es un dormitorio el cual eta ocupado por al menos dos personas.

Los resultados obtenidos mediante el método manual son:

Tabla N° 4.74 Cargas por aire de renovación del aire interior en el área 1 obtenidas mediante el método manual

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$\dot{V}_{AE} (m^3/h)$	78

Tomando en cuenta las mismas consideraciones y con el uso de la herramienta computacional, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla N°4.75 Cargas por aire de renovación del aire interior en el área 1 obtenidas mediante la herramienta

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$\dot{V}_{AE} (m^3/h)$	78

En este caso, la herramienta no muestra al usuario las cargas debidas al caudal por aire de renovación, ya que es un parámetro utilizado solamente en el cálculo del balance psicrométrico, del cual solo se muestran los resultados finales al usuario.

En la herramienta, esto se puede observar de la siguiente manera:

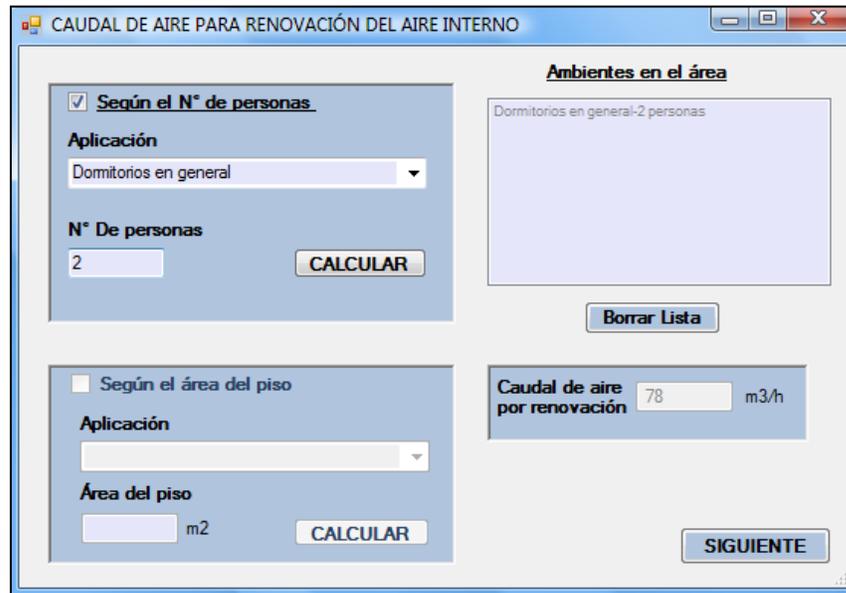


Figura N° 4.60 Cargas por aire de renovación del aire interior en el área 1 obtenidas mediante la herramienta

Área 2 (dormitorio 2):

Para la realización de éste cálculo se toman en cuenta las siguientes consideraciones.

Aplicación y ocupantes: Es un dormitorio el cual eta ocupado por al menos una persona.

Los resultados obtenidos mediante el método manual son:

Tabla N° 4.76 Cargas por aire de renovación del aire interior en el área 2 obtenidas mediante el método manual

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$\dot{V}_{AE} (m^3/h)$	39

Tomando en cuenta las mismas consideraciones y con el uso de la herramienta computacional, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla N° 4.77 Cargas por aire de renovación del aire interior en el área 2 obtenidas mediante la herramienta

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$\dot{V}_{AE} (m^3/h)$	39

En la herramienta, esto se puede observar de la siguiente manera:

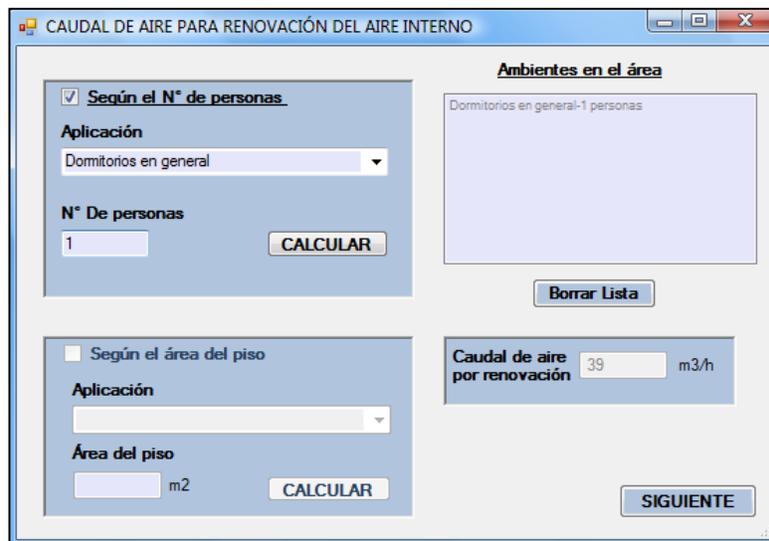


Figura N° 4.61 Cargas por aire de renovación del aire interior en el área 2 obtenidas mediante la herramienta

Área 3 (dormitorio 3):

En esta área se obtienen los mismos resultados que en el Área 2, los mismos se muestran a continuación:

Los resultados obtenidos mediante el método manual son:

Tabla N° 4.78 Cargas por aire de renovación del aire interior en el área 3 obtenidas mediante el método manual

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$\dot{V}_{AE} (m^3/h)$	39

Tomando en cuenta las mismas consideraciones y con el uso de la herramienta computacional, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla N° 4.79 Cargas por aire de renovación del aire interior en el área 3 obtenidas mediante la herramienta

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$\dot{V}_{AE} (m^3/h)$	39

Área 4 (planta baja)

Para la realización de éste cálculo se toman en cuenta las siguientes consideraciones.

Aplicación y ocupantes: se toma como aplicación la de Apartamento General el cual esta ocupado por cinco (5) personas.

Los resultados obtenidos mediante el método manual son:

Tabla N° 4.80 Cargas por aire de renovación del aire interior en el área 4 obtenidas mediante el método manual

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$\dot{V}_{AE} (m^3/h)$	171

Tomando en cuenta las mismas consideraciones y con el uso de la herramienta computacional, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla N° 4.81 Cargas por aire de renovación del aire interior en el área 4 obtenidas mediante la herramienta

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$\dot{V}_{AE} (m^3/h)$	171

En la herramienta, esto se puede observar de la siguiente manera:

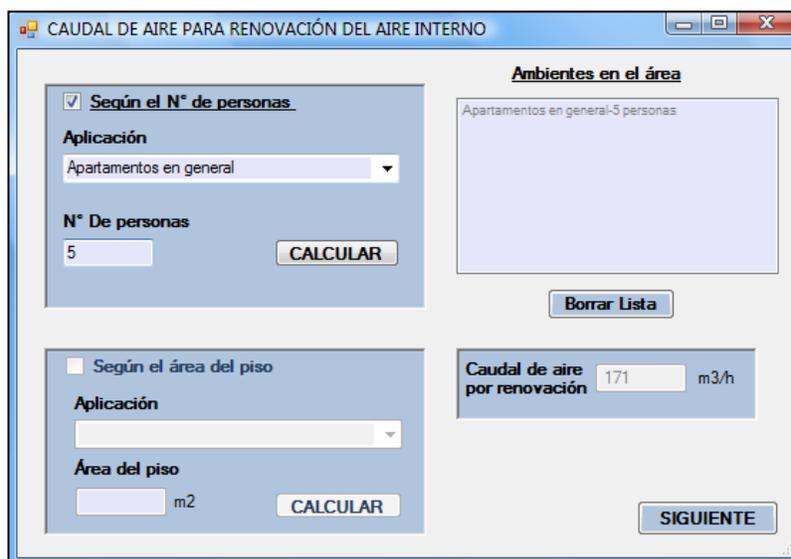


Figura N° 4.62 Cargas por aire de renovación del aire interior en el área 2 obtenidas mediante la herramienta

Determinación del volumen y las cargas por aire de renovación del aire interior en baños.

Baños de la segunda planta:

Para la realización de éste cálculo se toman en cuenta las siguientes consideraciones.

Aplicación y ocupantes: se toma como aplicación la de salas sanitarias (se debe utilizar el método del caudal por área del piso) y un área de $3,3\text{m}^2$, los dos baños son iguales, por lo que se puede calcular el caudal necesario para uno y multiplicarlo por dos (2)

Los resultados obtenidos mediante el método manual son:

Tabla N° 4.82 Volumen por aire de renovación del aire interior en baños (2^{da} planta) obtenido mediante el método manual

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$\dot{V}_{AE} (m^3/h)$	241,16

Tomando en cuenta las mismas consideraciones y con el uso de la herramienta computacional, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla N° 4.83 Volumen por aire de renovación del aire interior en baños (2^{da} planta) obtenido mediante la herramienta

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$\dot{V}_{AE} (m^3/h)$	241,16

En la herramienta, esto se puede observar de la siguiente manera:



Figura N° 4.63 Volumen por aire de renovación del aire interior en baños (2^{da} planta) mostrado por la herramienta

Baño de la primera planta

Solo varia con respecto a los baños de la segunda planta en su área de piso, la cual es de 2,1m x 1,15m, por lo tanto:

Los resultados obtenidos mediante el método manual son:

Tabla N° 4.84 Volumen por aire de renovación del aire interior en baños (3^{ra} planta) obtenido mediante el método manual

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$\dot{V}_{AE} (m^3/h)$	88,24

Tomando en cuenta las mismas consideraciones y con el uso de la herramienta computacional, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla N° 4.85 Volumen por aire de renovación del aire interior en baños (3^{ra} planta) obtenido mediante la herramienta

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$\dot{V}_{AE} (m^3/h)$	88,24

En la herramienta, esto se puede observar de la siguiente manera:

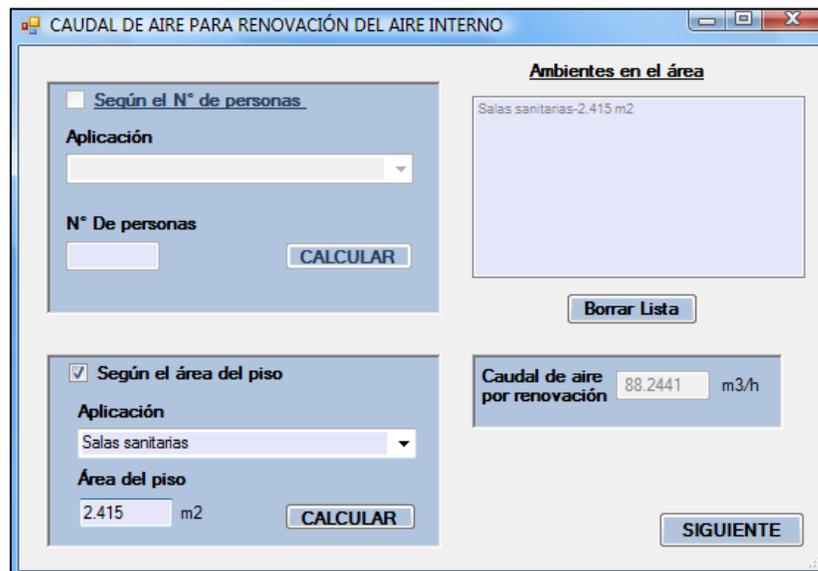


Figura N° 4.64 Volumen por aire de renovación del aire interior en baños (3^{ra} planta) mostrado por la herramienta

Balance psicrométrico

Este proceso se lleva a cabo para determinar las condiciones de entrada del aire, así como el caudal de suministro hacia el local. Para la realización de éste cálculo se toman en cuenta las siguientes consideraciones:

Aplicación del local: por ser una vivienda familiar, se toma como un apartamento, casa, etc.

Los resultados obtenidos mediante el método manual son:

Tabla N° 4.86 Temperatura y volumen de suministro obtenidos mediante el método manual

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$\dot{V}_s (m^3/h)$	3694,73
$\dot{T}_s (°C)$	11,53

Tomando en cuenta las mismas consideraciones y con el uso de la herramienta computacional, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla N° 4.87 Temperatura y volumen de suministro obtenidos mediante la herramienta

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$\dot{V}_s (m^3/h)$	3879,46
$\dot{T}_s (°C)$	12,08

En la herramienta, esto se puede observar de la siguiente manera:

The screenshot shows a software window titled "BALANCE PSICROMÉTRICO". It is divided into two main panels. The left panel, titled "TOTALES", displays three calculated values: "Total Carga Sensible del local" (12282.27 Kcal/h), "Total Carga Latente del local" (775.02 Kcal/h), and "Total Volumen de aire exterior" (656.4 m3/h). The right panel, titled "CONDICIONES DE SUMINISTRO", displays input parameters: "Aplicación del Local" (a dropdown menu set to "Apartamentos, Casas, Residencias en General"), "Volumen de suministro" (3879.468 m3/h), "Temperatura de Suministro" (12.08287 C), "Temperatura entrada al equipo" (25.70718 C), and "Temperatura ADP" (3 C). There are three buttons: "CALCULAR", "BORRAR", and "SIGUIENTE".

Figura N° 4.65 Temperatura y volumen de suministro mostrados por la herramienta

Determinación de las cargas térmicas debido a la instalación

En este caso se toma en cuenta la transferencia de calor en los conductos ubicados en ambientes no acondicionados.

Para la determinación de este cálculo se toman en cuenta las siguientes consideraciones

Tipos de conductos: Los conductos son de Chapa metálica con aislamiento interior proyectado o sujeto de 12mm y 32kg/m³, los conductos de suministro y de retorno expuestos a ambientes no acondicionados son iguales, el perímetro del conducto s de 2m, la longitud expuesta a ambientes no acondicionados es de 4,5m.

Los resultados obtenidos mediante el método manual son:

Tabla N° 4.88 Cargas térmicas debido a la instalación obtenidas mediante el método manual

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$\dot{Q}_{CS}(kcal/h)$	462,3
$\dot{Q}_{CR}(kcal/h)$	442,5

Tomando en cuenta las mismas consideraciones y con el uso de la herramienta computacional, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla N° 4.89 Cargas térmicas debido a la instalación obtenidas mediante la herramienta

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$\dot{Q}_{CS}(kcal/h)$	453,13
$\dot{Q}_{CR}(kcal/h)$	434,36

En la herramienta, esto se puede observar de la siguiente manera:

Para el conducto de suministro

CARGAS POR TRANSFERENCIA DE CALOR EN LOS CONDUCTOS

Coeficiente global del conducto
Tipo de conducto
Chapa metálica con aislamiento interior proyectado o sujeto de 12mm y 32kg/m3

Otro tipo de conducto
Coeficiente global de transferencia de calor W/m2.K

Velocidad del aire en el conducto
Aplicación
Apartamento

Cond. de suministro Cond. de retorno
 Otra aplicación
Vel. del aire en conducto m/s

Otros datos
Long. conducto expuesto a ambiente no acondicionado
4.5 m
Perímetro del conducto
2 m
Temp. exterior al conducto
39 °C
Temperatura de Suministro
12.08289 °C

Conductos de Suministro y Retorno
Cond. Met Aislam. Int. de 12mm y 32kg/m3 x 4.5m

Cargas sensibles 453.13608829 kcal/h

BORRAR **CALCULAR**

Figura N° 4.66 Cargas térmicas debido al conducto de suministro mostradas por la herramienta

Para el conducto de retorno

CARGAS POR TRANSFERENCIA DE CALOR EN LOS CONDUCTOS

Coefficiente global del conducto

Tipo de conducto

Chapa metálica con aislamiento interior proyectado o sujeto de 12mm y 32kg/m3 ▾

Otro tipo de conducto

Coefficiente global de transferencia de calor W/m2.K

Velocidad del aire en el conducto

Aplicación

Apartamento ▾

Cond. de suministro Cond. de retorno

Otra aplicación

Vel. del aire en conducto m/s

Otros datos

Long. conducto expuesto a ambiente no acondicionado

4.5 m

Perímetro del conducto

2 m

Temp. exterior al conducto

39 °C

Temperatura de Suministro

12.08289 °C

Conductos de Suministro y Retorno

Cond. Met Aislam. Int. de 12mm y 32kg/m3 x 4.5m

Cargas sensibles kcal/h

Figura N° 4.67 Cargas térmicas debido al conducto de retorno mostradas por la herramienta

Determinación de cargas térmicas debidas a fugas en los conductos de suministro.

Para la determinación de este cálculo se toman en cuenta las siguientes consideraciones

Longitud de conductos: 4,5m del conducto de suministro se encuentran expuesto a ambiente no acondicionado, en total la instalación posee 17m de conductos de suministro.

Los resultados obtenidos mediante el método manual son:

Tabla N° 4.90 Cargas térmicas debidas a fugas en los conductos de suministro obtenidas mediante el método manual

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$\dot{Q}_{S,F}(kcal/h)$	453,8
$\dot{Q}_{L,F}(kcal/h)$	1576,24

En la herramienta, esto se puede observar de la siguiente manera:

CARGAS POR FUGAS EN CONDUCTOS

Longitud total de los conductos de suministro ubicados en ambientes no acondicionados: 4.5 m

Longitud total de los conductos de suministro de la instalación: 17 m

Cargas Latentes: 1655.05046373525 kcal/h

Cargas Sensibles: 476.480371764706 kcal/h

BORRAR CALCULAR

Figura N° 4.68 Cargas térmicas debidas a fugas en los conductos de suministro mostradas por la herramienta

4.4.8 Capacidad del equipo de acondicionamiento

Para la determinación de la capacidad final del equipo de acondicionamiento, se suma a las cargas térmicas en el local, las cargas por aire de renovación, por instalaciones y fugas en los conductos además de un factor de seguridad que considera el 5% de las cargas sensibles totales del local. Los resultados obtenidos mediante el método manual y mediante la herramienta computacional se muestran a continuación respectivamente.

Tabla N° 4.91 Capacidad del equipo de acondicionamiento obtenida mediante el método manual

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$\dot{C}AP_{EQ}(kcal/h)$	30231
$\dot{C}AP_{EQ}(BTU/h)$	120924
$\dot{C}AP_{EQ}(TR)$	10,08

Mediante el uso de la herramienta computacional, se obtiene:

Tabla N° 4.92 Capacidad del equipo de acondicionamiento obtenida mediante la herramienta

PARÁMETRO	VALOR OBTENIDO
$\dot{C}AP_{EQ}(kcal/h)$	30315
$\dot{C}AP_{EQ}(BTU/h)$	121260
$\dot{C}AP_{EQ}(TR)$	10,10

En la herramienta, se puede observar de la siguiente manera:

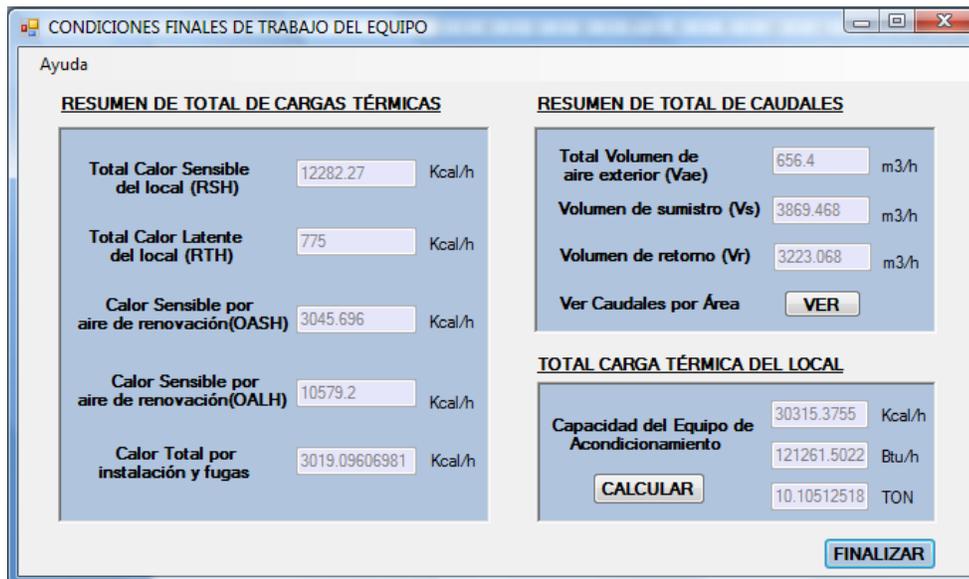


Figura N° 4.69 Capacidad del equipo de acondicionamiento mostrada por la herramienta

182 *Herramienta computacional para determinar las cargas térmicas que intervienen en el proceso de acondicionamiento de ambiente.*

Conclusiones

Por medio de la utilización de la herramienta computacional, se puede disminuir de manera considerable el tiempo requerido para llevar a cabo el método de cálculo de cargas térmicas de forma manual, evitando al diseñador tener que obtener de distintas tablas los factores necesarios para dicho procedimiento, ya que tiende a ser complejo por la cantidad de parámetros a considerar, además de minimizar el error humano que se pudiese cometer durante el proceso. Todo esto aumenta de sobremanera la precisión y exactitud de los resultados obtenidos mediante el programa respecto a los valores reales.

Gracias a que el programa posee en su base de datos, un gran número de tablas digitalizadas de distintos tipos de composición de los locales, éste permite obtener las cargas térmicas para una gran cantidad de aplicaciones, ya que admite combinar diferentes condiciones de diseño al usuario.

Por otro lado, permite organizar y esquematizar el cálculo de manera que el diseñador, pueda dividir en distintas áreas el local a acondicionar, y navegar a

través de las distintas ventanas del mismo, hasta llegar a obtener el total de cargas térmicas a fin de seleccionar un equipo de acondicionamiento adecuado.

Es de suma importancia destacar, que en el área académica y de enseñanza, tiene una gran aplicabilidad, ya que permite al profesor poder dedicarse de sobremanera a explicar a los alumnos el aspecto teórico de los parámetros que influyen en el cálculo de los factores y de las cargas térmicas, así como las variantes que se pueden presentar, en vez de tener que emplear gran parte del tiempo a la forma de obtención manual de los factores y cargas mencionadas anteriormente. De igual manera le brinda al alumno la posibilidad de centrar su atención en el aprendizaje teórico del método y desarrollar distintos proyectos para diferentes tipos de aplicaciones, a fin de tener un conocimiento amplio acerca del diseño y cálculo de ambientes acondicionados.

A nivel industrial, tiene una gran ventaja, y es que le permite a las empresas poder realizar una estimación de la carga térmica de un local de forma rápida y confiable, a fin de seleccionar un equipo que pueda cumplir con los requerimientos. Al realizar esta estimación inicial, pueden planificar una inversión para la adquisición del equipo seleccionado, tomando en cuenta los costos que se puedan generar por la instalación del mismo.

La herramienta computacional posee un alcance bastante significativo de acuerdo a las aplicaciones de los distintos locales, tales como Residencias, Aplicaciones comerciales, Hospitales e industrias, entre otros. Además tiene una amplia variedad en cuanto a los tipos de construcción de las paredes y techos de los locales, así como también de la composición de las puertas y ventanas que afectan el coeficiente global de transferencia de calor.

Por otra parte, proporciona la posibilidad de incluir elementos internos tales como lámparas y artefactos eléctricos, que aportan cargas importantes a tomar en cuenta en el diseño. Todo esto se obtiene tomando en cuenta las condiciones de diseño exteriores seleccionadas, que incluyen el mes y la hora de diseño.

Es importante señalar que el método seleccionado para el cálculo de las cargas térmicas, el método del Manual de Carrier, da como resultado valores que son bastante confiables, ya que toma en cuenta todos los parámetros y condiciones necesarias para un diseño de calidad. Todos los parámetros tomados en cuenta por esta metodología, tienen su base en las distintas normas y han sido comprobados por ésta prestigiosa marca comercial mediante pruebas y ensayos.

El procedimiento que se muestra en los algoritmos permite verificar y seguir paso a paso la secuencia que lleva el programa para realizar los cálculos, proporcionando de manera detallada que se realiza en cada etapa y cuáles son los factores que se toman en cuenta dichas etapas.

El lenguaje de programación Visual Basic 2008, gracias a sus cualidades, da como producto una herramienta que presenta una interfaz visual y de comunicación con el usuario sumamente sencilla, a través de elementos de mando y de recepción de datos, que le permiten recibir las condiciones de diseño y ejecutar los procedimientos para la obtención de los distintos calores.

El manual del usuario desarrollado y mostrado en el apéndice del presente trabajo, representa un aporte de gran envergadura para que los diseñadores puedan conocer el funcionamiento de cada uno de los elementos que componen la herramienta, así como sus funciones y procedimientos más importantes. Con éste, el usuario puede realizar de manera mucho más sencilla cualquier diseño que requiera.

Por último, la validación de la herramienta en contraste con el cálculo manual de las cargas térmicas de un local específico, permite observar paso a paso el procedimiento de cálculo que sigue el programa y el que se sigue actualmente, verificando que los resultados que se obtienen con la herramienta computacional son, en algunos casos exactamente iguales, y en otros con una variación no significativa entre ambos valores, por lo que se demuestra que la herramienta da valores confiables y exactos y que puede ser utilizada de manera confiad en la estimación de las cargas térmicas de un local en el proceso de acondicionamiento de ambientes.

Recomendaciones

1. Antes de realizar un diseño a fondo utilizando la herramienta, estudiar cada uno de los parámetros y consideraciones que son tomadas en cuenta por el método del Manual de Carrier para la determinación de las cargas térmicas, a fin de que el usuario pueda conocer que se hace en cada proceso, y para que pueda definir correctamente los parámetros necesarios para el cálculo.
2. Previo a la utilización de la herramienta, es necesario que el usuario realice una descripción detallada de todos los materiales de construcción de techos y paredes del local, de la composición de vidrios y puertas, de la cantidad de personas que van a estar en el local, y de la cantidad de artefactos eléctricos y lámparas que hay en el local. De igual forma es necesario que el diseñador divida en varias áreas el local en estudio.

3. Realizar distintos tipos de ejercicio para distintas aplicaciones a fin de adquirir las destrezas y la práctica necesaria para la manipulación del mismo.
4. Dictar cursos de utilización y de capacitación de personal para que puedan manejar el programa y realizar cálculos reales de cargas térmicas. .
5. Leer detenidamente el Manual del usuario para saber paso a paso cada uno de los parámetros y valores que deben introducir, para poder realizar de manera correcta el cálculo de dichas cargas térmicas.
6. Utilizar en la cátedra de Aire Acondicionado que se dicta en la escuela de Ingeniería Mecánica, a fin de realizar las clases de manera más didáctica e interactiva.

Referencias

[1] Pinazor, J. y Lopez, J. (1997). *Nuevo método y programa de cálculo para la estimación de cargas térmicas de refrigeración (Aire acondicionado)*. [En línea] Disponible en:

http://www.ual.es/Universidad/Biblioteca/turcana/Usuario/Investigacion/ref_bib1.htm. [Consulta: 6 de diciembre de 2009]

[2] Valverde, A. y Álvarez, M. (2006). *Método de cálculo computarizado para la determinación de las cargas térmicas de refrigeración, aire acondicionado y selección de equipos*. [En línea], Disponible en:

<http://www.utp.edu.co/php/revistas/ScientiaEtTechnica/docsFTP/8545127-132.pdf>. [Consulta: 5 de diciembre de 2009]

[3] Incropera, F. y De Witt, D. (1999). *Fundamentos de Transferencia de Calor* (4ta ed.). México: Prentice Hall.

[4] Carrier Air Conditioning Co. (2009). *Manual de aire acondicionado*. Barcelona, España: Marcombo S.A.

[5] Enciclopedia libre Wikipedia [En línea]

Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Altura.PNG>

[6] Goodman, Air Conditioning and Heating [En línea] Disponible en:
http://www.goodmanmfg.com/Portals/0/GDM_HowPckgdSystem.jpg

[7] Soler & Palau [En línea] Disponible en:
http://solerpalau.es/images/formacion/Ffitxa33_ilus_5.gif

[8] Orozco, C., Labrador, M. y Palencia, A. (2002). *Metodología. Manual teórico práctico de metodología para tesis, asesores, tutores y jurados de trabajos de investigación y ascenso*. (1ra Ed.). Venezuela: Ofimax de Venezuela.

[9] Espinoza, N. Bases Teóricas Aire Acondicionado. Valencia: Universidad de Carabobo

[10] Compendio de Tablas del manual del Carrier. (2004). Valencia: Universidad de Carabobo.

[11] Covenin (2000). Norma venezolana de ventilación de los lugares de trabajo. Caracas: Fondonorma.

[12] Van Wylen, G. y Sonntag, R. (2006). *Fundamentos de Termodinámica* (2da ed.). México: Limusa Wiley

Apéndice

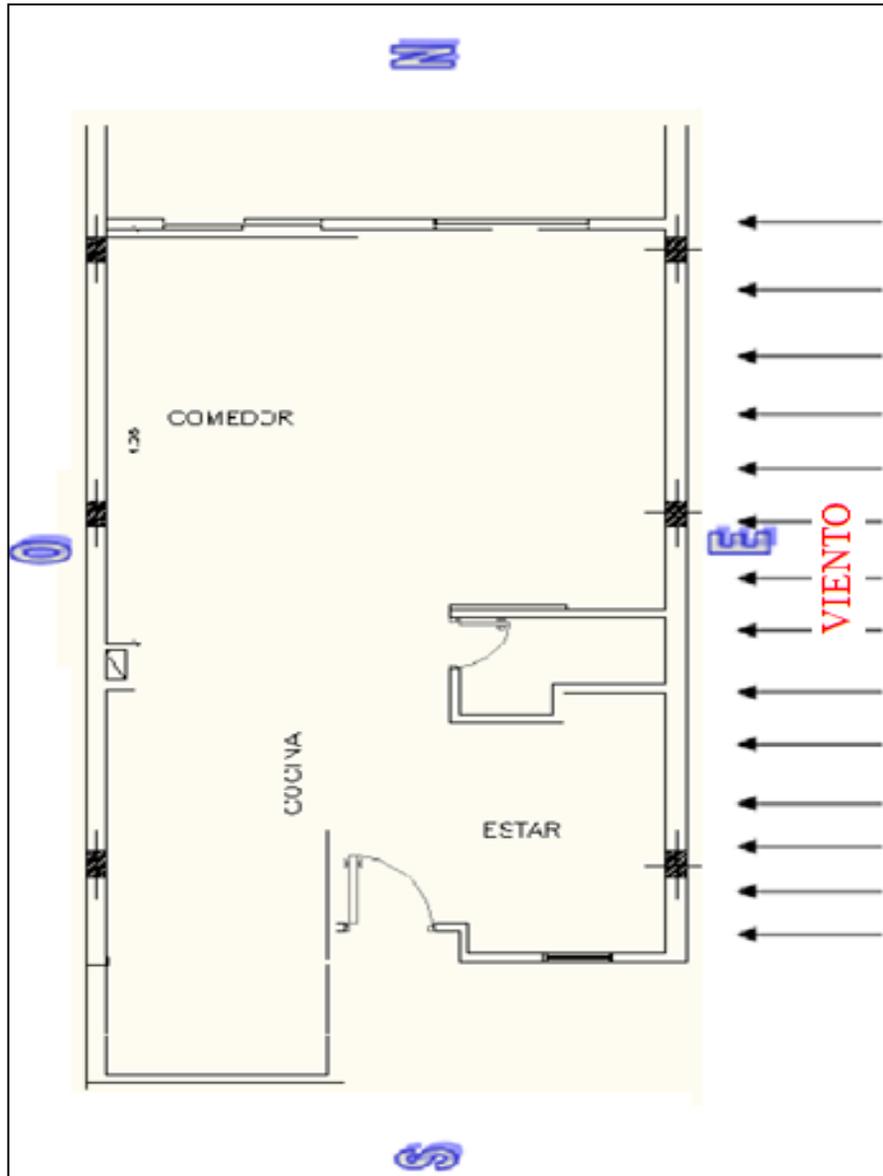
Apéndice A: Ejercicio de validación hecho mediante el método manual.

Estudio del Local:

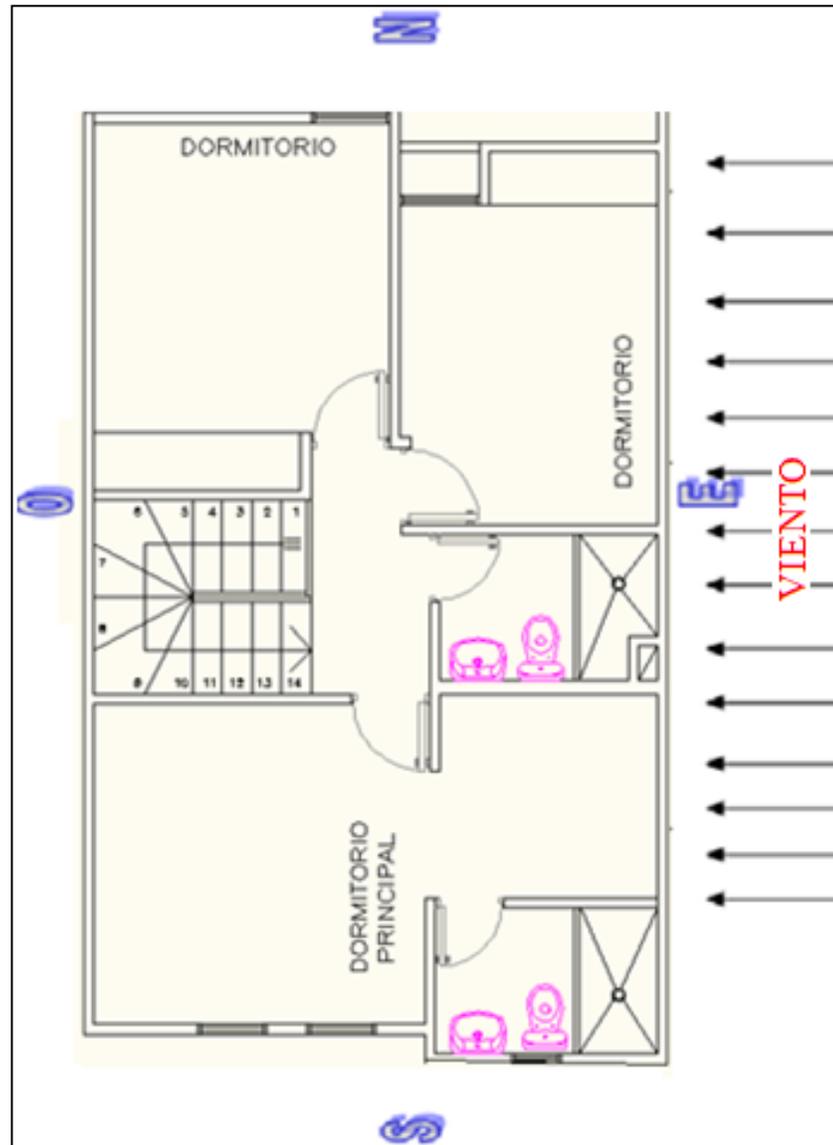
Orientación del Edificio y Destino del Local:

A continuación se muestra un esquema representativo de la ubicación de la casa respecto a los puntos cardinales, así como también los efectos de la dirección de influencia del aire y el sol del local, el cual es una vivienda de tipo familiar ubicada en el sector el Rincón, Municipio Naguanagua, Estado Carabobo.

Planta baja de la vivienda



Planta alta de la vivienda



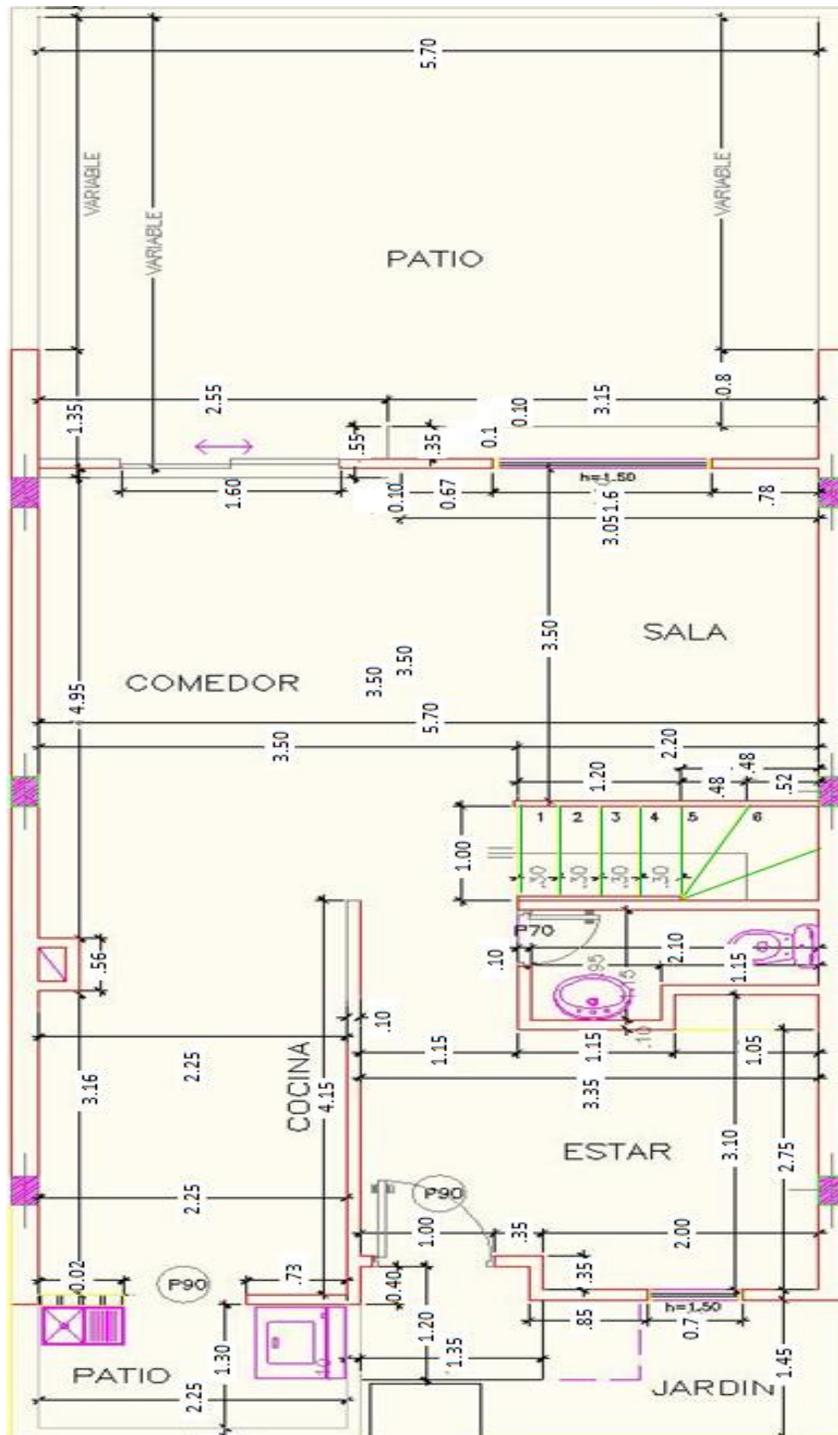
Dimensiones del Local:

A continuación se muestra un plano con las dimensiones específicas de cada una de las habitaciones y espacios que componen la casa, a fin de poder tener los datos

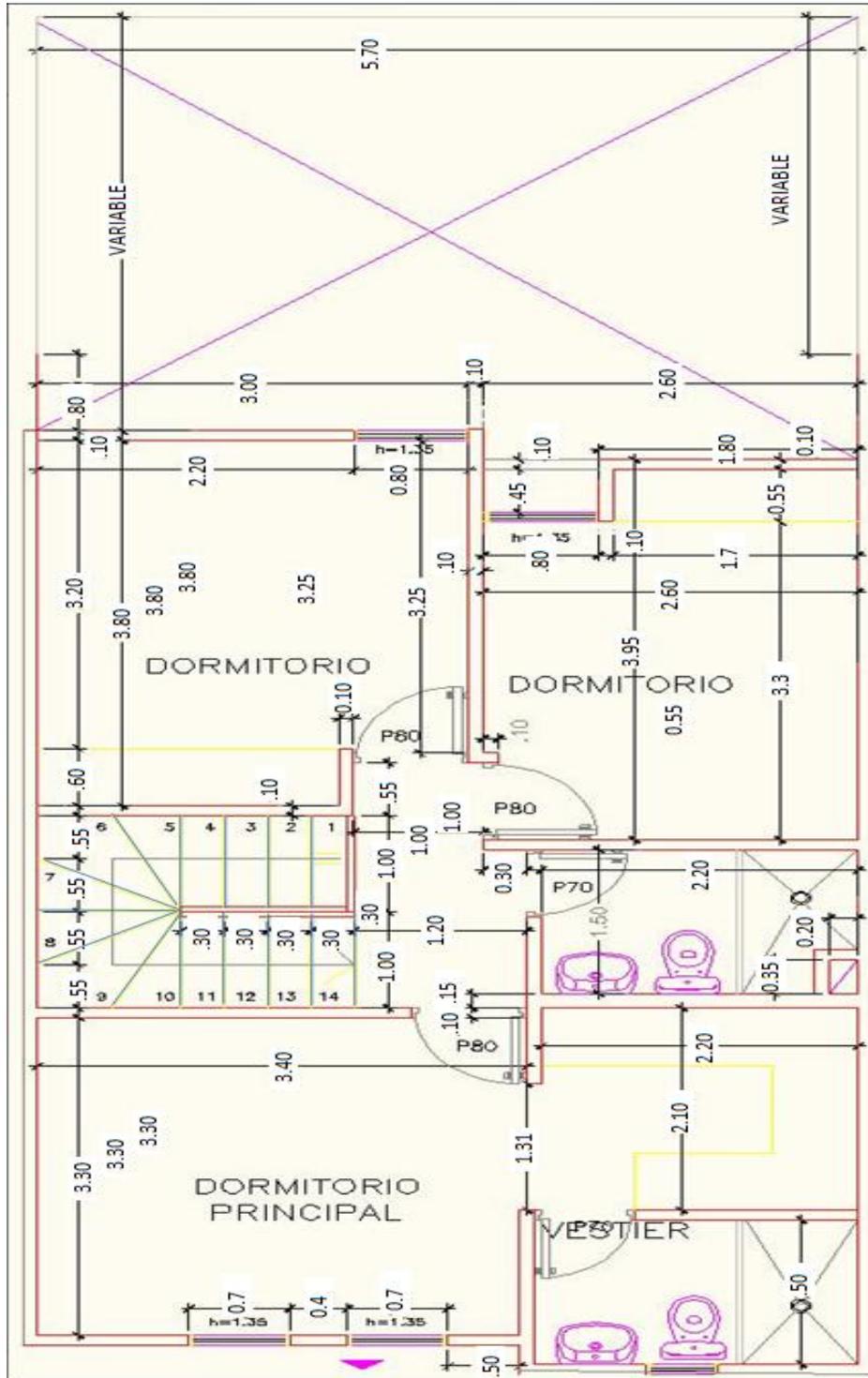
194 Herramienta computacional para determinar las cargas térmicas que intervienen en el proceso de acondicionamiento de ambiente.

necesarios para la estimación de las cargas térmicas posteriormente.

Planta baja: Ancho 6 m Profundidad 10.6 m Altura: 2.45 m



Planta alta: Ancho 6 m Profundidad 10.6 m Altura: 3.2 m



Condiciones Exteriores de Diseño:

Para el cálculo de las cargas térmicas, se debe tomar en cuenta los registros meteorológicos del lugar del año pasado, para tener un estimado del comportamiento de las temperaturas y de la humedad relativa, con el fin de obtener las condiciones de diseño más exigentes a las cuales va a estar sometido el equipo de acondicionamiento.

Tabla N°1: Condiciones ambientales de la ciudad de Valencia

MES	T.Max(°C)	Día
Enero	39	18
Febrero	34.3	16
Marzo	37	25
Abril	37.1	19
Mayo	34.6	13
Junio	35.5	19
Julio	32.8	30
Agosto	33.4	20
Septiembre	34.4	8
Octubre	34.2	23
Noviembre	34.4	2
Diciembre	34.6	15

Tabla N°2 Temperatura Mínima del día 18 de enero

Mes	Temp. Min (°C)	Día
-----	----------------	-----

Enero	20	18
-------	----	----

Tabla N°3: Humedades relativas promedio mensual

MES	Humedad Relativa(%)
Enero	61.5
Febrero	57.8
Marzo	55.8
Abril	60.4
Mayo	65.9
Junio	68.5
Julio	77.1
Agosto	76.6
Septiembre	78
Octubre	79.7
Noviembre	77.3
Diciembre	66.1

Como se puede observar en la Tabla N°1, según la información obtenida, se tiene que para el día 18 de enero se registró la mayor temperatura del año con un valor de 39 °C y la mínima de 20 °C. Por lo tanto, la temperatura máxima exterior de diseño es de 39 °C.

En la Tabla N°2 se muestra un conjunto de data que presenta la información acerca de la humedad relativa promedio de cada mes del año 2008. Para tomar una condición de diseño idónea, es necesario tomar en cuenta una humedad relativa promedio del año, obteniéndose un valor de 69% de humedad

relativa de diseño.

Condiciones de Diseño Interior:

1.- Temperatura:

Dentro del diseño del acondicionamiento de un ambiente, el factor más importante de controlar es la temperatura ideal de confort, la cual según la Tabla N° 4 del Manual del Carrier, para una vivienda, oscila entre los 23-24 °C.

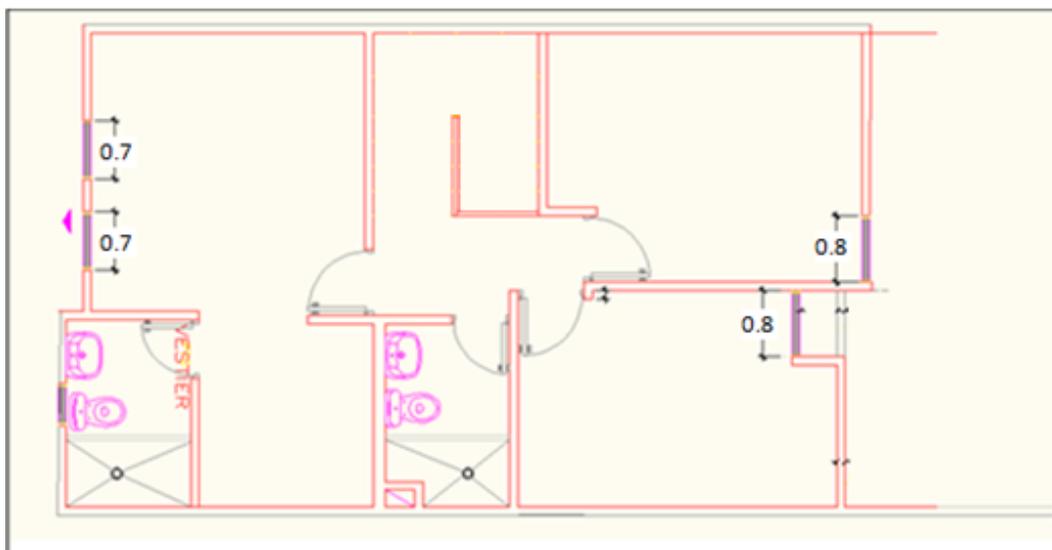
2.- Humedad:

Otro de los parámetros que es necesario tomar en cuenta para el diseño de condiciones de confort de un ambiente, es la selección de una humedad relativa que genere bienestar al ambiente. Según la tabla N° 4 del Manual del Carrier, debe oscilar entre 45-50%.

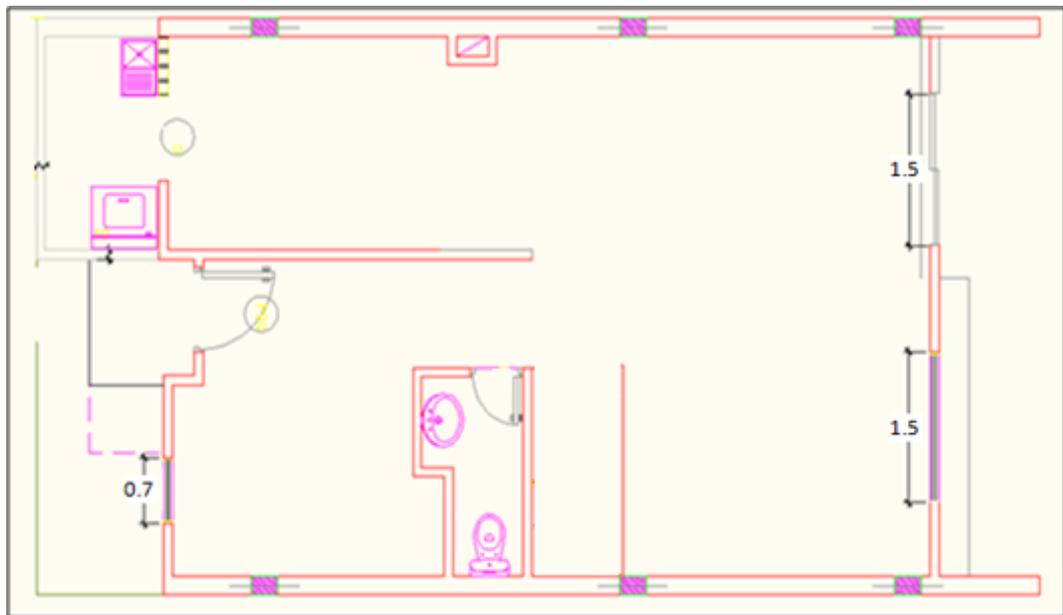
3.-Materiales de Construcción:

El material de construcción para las paredes es bloques de arcilla con un recubrimiento de cemento, para las ventanas vidrio sencillo de 6 mm y para el piso es de cerámica. El espesor de las paredes es de 15 cm

4.-Ventanas:



Todas las ventanas de la planta superior tienen una altura de 1,35 m, un ancho de 0,7 m y 0,8 m respectivamente.



La altura de todas las ventana aquí mostradas es de 1,5m

5.-Ocupantes:

El número de habitantes de la edificación son 5, el tiempo de ocupación de la edificación de cada habitante varía entre 10 a 24 horas, dependiendo del día, el grado de actividad de los habitantes del local se pueden considerar como sentados con trabajo muy ligero o empleado de oficina según la tablas de Carrier. Las personas se distribuyen de la siguiente manera: dos en el dormitorio principal, dos en una de las habitaciones individuales y una persona en la otra habitación.

6.-Alumbrado:

La edificación consta con 30 lámparas de fluorescentes. Las lámparas usadas en el local usan bombillos de 15 watts, el tiempo de uso de las lámparas varía dependiendo de la ubicación de la misma, con un promedio de uso de 6 horas/día cada una de ellas.

7.-Fuentes de calor internas:

Las fuentes de calor presentes en la edificación en estudio son utensilios y equipos eléctricos de uso común en todos los hogares de Venezuela y el mundo. Estos equipos son los siguientes:

Tres computadoras.

Tres televisores.

Un horno microondas.

Una nevera.

Equipo de sonido.

Cocina.

Lavadora

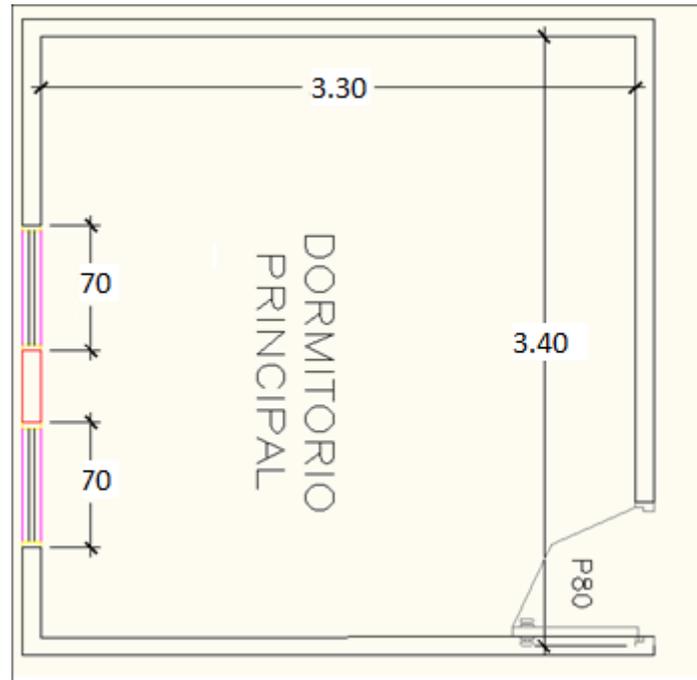
Secadora.

Licuada

Determinación de las cargas térmicas

Planta alta

Dormitorio 1



Dormitorio N°1 Planta alta

- Conducción, convección y radiación combinada a través de techos y paredes que comunican al exterior.

Como se puede observar en la figura N°1 que se muestra a continuación, la pared Sur que da hacia la fachada de la casa, es la única que se encuentra expuesta al sol. Para la planta superior, no existe ninguna saliente ni vertical ni horizontal que proyecte alguna sombra sobre dicha pared, por lo cual se considera que no existe área de sombra. De igual manera se realiza la consideración para el cálculo de la carga a través del techo del dormitorio. Para calcular dichas cargas nos basamos en la siguiente ecuación:

$$\dot{Q}_{te/pe} = U \cdot A_{te/pe} \cdot (\Delta T_e)_{corr}$$

202 Herramienta computacional para determinar las cargas térmicas que intervienen en el proceso de acondicionamiento de ambiente.

$-U_{P_{sur}} = 1.9 \frac{kCal}{h \cdot m^2 \cdot ^\circ C}$, pared de ladrillo macizo ordinario, enlucido de arena de 15 mm. Tabla N° 21.

$$-(P/A_{piso})_{psur/tabla} = 391 + 30 = 421 \text{ kg}/m^2$$

$-U_{techo} = 1,42 \frac{kCal}{h \cdot m^2 \cdot ^\circ C}$, Techumbre (techo) de tejas ordinarias y papel sobre contra-placado de 8mm con paneles de madera de 20mm Tabla N° 27.

$$-(P/A_{piso})_{techo/tabla} = 50 + 10 + 10 = 70 \text{ kg}/m^2$$

$$-A_{pe/sol} = A_{pe} - A_{ve}(3,4) \times (2,1 + 1,08) - (2 \times 1,35 \times 0,7) = 8,92 \text{ m}^2$$

$$-A_{techo} = (3,3) \times (3,4) = 11,22 \text{ m}^2$$

$$-(\Delta T_e)_{corr} = a + \Delta T_{es} + b \cdot \frac{Rs}{Rm} \cdot (\Delta T_{em} - \Delta T_{es})$$

Donde:

$-(\Delta T_e)_{corr}$ = Diferencia de temperatura corregida ($^\circ C$)

$-Rs$: Máxima insolación, orientación sur y horizontal, mes enero, y 10° LN.

Tabla 15.

$$Rs_{sur} = 260 \text{ kCal}/h \cdot m^2 \qquad Rs_{techo} = 473 \text{ kCal}/h \cdot m^2$$

$-Rm$: Máxima insolación, mes de julio 40° LN, orientación sur y horizontal.

Tabla 15.

$$Rm_{sur} = 119 \text{ kCal}/h \cdot m^2 \qquad Rm_{techo} = 548,68 \text{ kCal}/h \cdot m^2$$

a : Factor de Corrección de ΔT_e ($^{\circ}\text{C}$). Tabla: 20 A. Considerando una diferencia de temperatura entre T_i y T_e diferente a 8°C . Además una variación de la temperatura exterior en 24 horas diferente a 11°C .

$$T_e - T_i = 39 - 23 = 16^{\circ}\text{C}$$

$$T_{max} - T_{min} = 39 - 20 = 19^{\circ}\text{C}$$

Se entra a la Tabla 20.A con dichos valores y se obtiene que: $a = 3,9$

$-\Delta T_{es}$: Diferencia equivalente de temperatura en la sombra ($^{\circ}\text{C}$). Tabla 19 y 20.

$$\Delta T_{es/sur} = 1,1^{\circ}\text{C} \quad \Delta T_{es/techo} = 6,7^{\circ}\text{C}$$

$-\Delta T_{em}$: Diferencia equivalente de temperatura según la orientación ($^{\circ}\text{C}$). Tabla 19 ó 20. A las condiciones de diseño del local.

$$\Delta T_{em/sur} = 6,7^{\circ}\text{C} \quad \Delta T_{em/techo} = 16,7^{\circ}\text{C}$$

-b = Corrección por el color del muro.

$b = 1$; Paredes de color oscuro (azul oscuro, rojo oscuro, marrón oscuro)

$b = 0,78$; Paredes de color medio (verde, azul, gris claro)

$b = 0,55$; Paredes de color claro (blanco, crema)

$$b_{sur} = 0,55 \quad b_{techo} = 0,78$$

$$(\Delta T_e)_{corr/sur} = 3,9 + 1,97 + \frac{260 \times 0,55}{119} \times (9,31 - 1,97) \rightarrow (\Delta T_e)_{corr/sur} = 12,23^{\circ}$$

$$(\Delta T_e)_{corr/techo} = 3,9 + 6,7 + \frac{0,78 \times 473}{548,68} \times (16,7 - 6,7) \rightarrow (\Delta T_e)_{corr/techo} = 17,32^{\circ}\text{C}$$

Entonces el calor transferido a través de la pared sur y el techo será:

$$\dot{Q}_{psur} = 1,9 \times 8,92 \times 12,25 = 207,62 \text{ kCal/h}$$

$$\dot{Q}_{techo} = 1,42 \times 11,22 \times 17,32 = 275,94 \text{ kCal/h}$$

-Aportaciones solares a través de vidrios que comunican con el exterior.

En la habitación principal, se debe calcular las aportaciones solares a través de los vidrios que comunican con el exterior debido a que la pared que da con el sur posee dos ventanas.

$$\dot{Q}_{RS} = (R_S \cdot f_{MM} \cdot f_{Alt} \cdot f_{TR}) \cdot A_{VS} \cdot (F_S)$$

- R_S : Máxima insolación, orientación sur, mes enero, y 10° LN. Tabla 15.

$$R_{Ssur} = 260 \text{ kCal/h} \cdot \text{m}^2$$

- f_{MM} = Factor de Corrección por marco metálico. Pie de la Tabla N° 6.

$$f_{MM} = 1,17$$

- $f_{Alt.}$ = Factor de Corrección por Altitud sobre el nivel del mar. Pie de la Tabla N° 6.

$$f_{Alt} = 1 + \frac{500}{300} (0,07) = 1,012$$

- $f_{TR.}$ = Factor de Corrección por Temperatura de Rocío. Pie de la Tabla N° 6.

Con $T_e=38^\circ\text{C}$ y $\phi=69\%$ $\rightarrow TR=32,5^\circ\text{C}$

$$f_{TR} = 1 + \left(\frac{19,5 - 32,5}{10} \right) (0,14) = 0,811$$

- F_s = Factor de Sombras debido a los elementos internos ó externos. Ver

Tabla: 16.

Vidrio Sencillo ordinario sin persiana $\rightarrow F_s=1$

- A_{vs} = Área de vidrio soleada (m^2). $A_{vs}=2 \times 1,35 \times 0,7= 1,89 m^2$

$$Q_{RS} = 260 \times 1,17 \times 1,012 \times 0.811 \times 1,89 \times 1 \times = 472 \text{ kCal/h}$$

-Conducción y convección a través de vidrios que comunican al exterior

Para calcular el calor por conducción y por convección, se toman los vidrios de la pared sur, y se obtiene lo siguiente:

$$Q_{ve} = U \cdot A_{VE} \cdot (T_e - T_i)$$

- $U = 5.5 \text{ kCal/h} \rightarrow$ Tabla 33, Chasis simple, con vidrio sencillo.

$$Q_{ve} = 5.5 \cdot 1,89 \cdot (39 - 23) = 166.32 \text{ kCal/h}$$

-Conducción y convección a través de vidrios, puertas y paredes interiores:

Este valor de calor solo existirá para la pared que limita con la vivienda próxima al ambiente acondicionado, por lo que:

$$Q_{PI} = U \cdot A_{PI} \cdot (T_e - T_i - 3)$$

$U = 1,81 \text{ kCal}/h \rightarrow$ Tabla 26, Aglomerado Hueco de 10 cm con enlucido de arena de doble revestimiento.

$$Q_{PI} = 1,81 \times (3,18 \times 3,4) \times (39 - 23 - 3) = 254,41 \text{ kCal}/h$$

$$Q_{PI} = 1,81 \times (3,18 \times 3,4) \times (39 - 23 - 3) = 254,41 \text{ kCal}/h$$

-Calor por infiltración de aire a través de puertas y ventanas que comunican con el exterior.

Debido a la dirección con la que incide el viento respecto a la ubicación de la casa, no se tiene volumen de aire por infiltración, ya que va paralelo a la pared sur en estudio, por lo cual $V_{inf} = 0$ y el $Q_{inf} = 0$.

-Calor debido al aire exterior necesario para la renovación del aire interno.

Se calcula en base al número de personas que se encuentran en el dormitorio, que por ser el principal se utilizan dos personas, por lo cual el caudal de aire de renovación será:

$$V_1 = (N^\circ \text{ de personas}) \cdot N_2$$

$$N_2 = 0,65 \frac{\text{m}^3/\text{min}}{\text{Persona}} \rightarrow \text{Tabla N}^\circ 3 \text{ de la Norma Covenin, Dormitorios en general.}$$

$$V_{AE} = (2) \times 0,65 = 1,14 \text{ m}^3/\text{min} = 78 \text{ m}^3/h$$

El calor entonces será:

$$Q_{s,AE} = 0,29 \cdot V_{AE} \cdot (T_e - T_i) = 0,29 \times 78 \times (39 - 23) = 361,92 \text{ kCal/h}$$

$$Q_{l,AE} = 0,71 \cdot V_{AE} \cdot (\omega_e - \omega_i) = 710 \times 78 \times (0,0315 - 0,0088) = 1257,13 \text{ kCal/h}$$

Cargas Internas

Cargas por los ocupantes

El flujo de calor latente y sensible producido por los ocupantes se puede determinar mediante las siguientes ecuaciones:

$$\dot{Q}_{l, pers} = (N^\circ \text{ Personas}) \cdot ML$$

$$\dot{Q}_{s, pers} = (N^\circ \text{ Personas}) \cdot MS$$

Donde:

$\dot{Q}_{l, pers}$ = Flujo de calor latente debido a las personas (kcal /h)

$\dot{Q}_{s, pers}$ = Flujo de calor sensible debido a las personas (kcal /h)

ML = Disipación metabólica latente (kcal /h)

MS = Disipación metabólica sensible (kcal /h)

ML y MS se determinan con la Tabla: 48 y la aplicación del local, que en este caso se supuso con los ocupantes sentados o en trabajo muy ligero, tal que:

$$ML = 42,14 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

$$MS = 55 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

Entonces los calores por ocupantes serán:

$$\dot{Q}_{l, pers} = 2 \times 42,14 = 84,28 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

208 Herramienta computacional para determinar las cargas térmicas que intervienen en el proceso de acondicionamiento de ambiente.

$$\dot{Q}_{s, pers} = 2 \times 55 = 110 \frac{kcal}{h}$$

Cargas por alumbrado

El calor debido a la iluminación se calcula mediante la siguiente ecuación:

Si son luces fluorescentes:

$$\dot{Q}_{ilum} = 1,2 \cdot (Pu) \cdot \left(0,86 \frac{kcal/h}{W} \right)$$

Si son luces incandescentes:

$$\dot{Q}_{ilum} = (Pu) \cdot \left(0,86 \frac{kcal/h}{W} \right).$$

Donde:

\dot{Q}_{ilum} = Flujo de calor debido a la iluminación (kcal/h)

$-P_u$ = Potencia útil de las luminarias (W), para este caso son 3 lámparas fluorescentes de 15W cada una.

Entonces la carga por iluminación será:

$$\dot{Q}_{ilum} = 1,2 \times (15 \times 3) \times 0,86 = 46,44 \frac{kcal}{h}$$

-Carga térmica por equipos diversos

A continuación se muestra en la Tabla N° 1, las cargas térmicas generadas por los distintos equipos presentes en el local a acondicionar:

Tabla N°4 Carga térmica por equipos diversos.

APARATOS	Ganancias a admitir uso medio		
	Calor Sensible (W)	Calor Latente (W)	Calor Total (W)
Aspiradora	500	0	500
Cafetera (electrica)	754	493	1247
Cafetera (Gas)	730	730	1460
Computadora (Escritorio)	300	0	300
Computadora (Laptop)	200	0	200
Equipo de audio	150	0	150
Fotocopiadora pequeña	1760	0	1760
Fotocopiadora Grande	3515	0	3515
Nevera	360	0	360
Impresora	400	0	400
Lavadora	300	0	300
Monitor	45	0	45
Plancha ropa	700	0	700
Secador de pelo	675	115	790
Microondas	700	0	700
Proyector de diapositivas	700	0	700
Televisor	500	0	500

210 Herramienta computacional para determinar las cargas térmicas que intervienen en el proceso de acondicionamiento de ambiente.

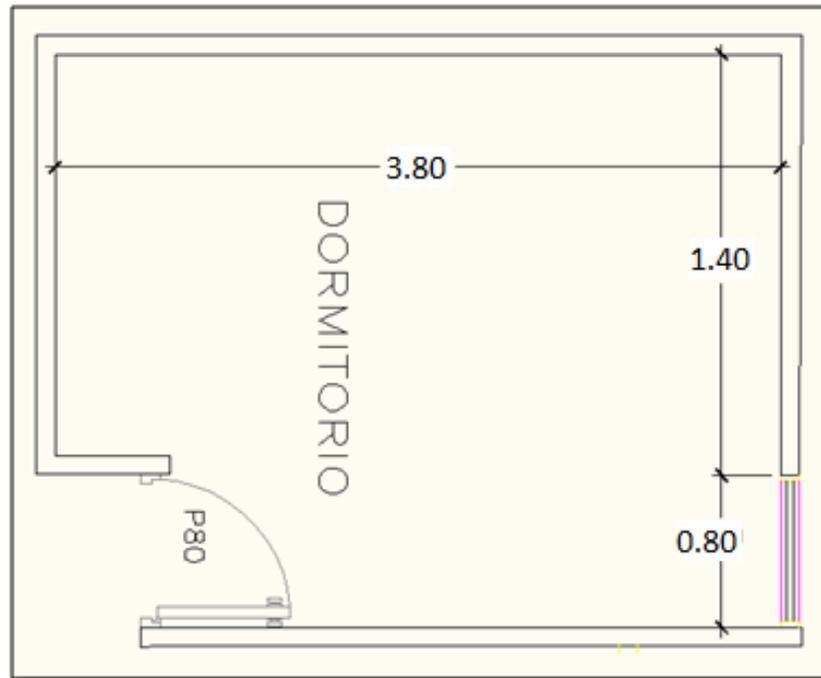
DVD	15	0	15
Cocina	4500	2500	7000
Ventilador	100	0	100
Calentador agua a gas	100	25	125
Tostador de pan	716	131	847
Horno	2400	1200	3600
Parrillera electrica	1131	609	1740
Licuadaora	350	0	350

-Equipos presentes en el dormitorio N°1:

-1 TV -1 DVD -1 Secador

$$Q_{s,Eq} = 500 + 15 + 675 = 1190 \text{ W} = 1023.9 \text{ kCal/h}$$

$$Q_{L,Eq} = 115 = 115 \text{ W} = 98.94 \text{ kCal/h}$$

Dormitorio 2**Dormitorio N°2 Planta alta**

- **Conducción, convección y radiación combinada a través de techos y paredes que comunican al exterior.**

Pared norte

El calor por conducción, convección y radiación combinada a través de techos y paredes que comunican al exterior, se puede calcular con la siguiente ecuación:

$$\dot{Q}_{pe} = U \cdot A_{sol} \cdot (\Delta T_e)_{corr} + U \cdot A_{sombra} \cdot (T_e - T_i)$$

Donde:

- \dot{Q}_{pe} = Flujo de calor a través de la pared exterior (kcal/h)
- U = Coeficiente de transmisión global (kcal / h · m² · °C)

Se calcula entrando en la tabla 21 con el material del muro, en este caso es ladrillo macizo ordinario de 20cm de espesor y enlucido de 15mm de arena, tal que $U = 1,9 \frac{kcal}{h.m^2.^\circ C}$

- $A_{sol} = \text{Área insolada (m}^2\text{)}$.

En este caso el valor del área insolada es cero, ya que por la orientación de la pared (norte), la misma siempre esta bajo sombra.

- $A_{sombra} = \text{Área sombreada (m}^2\text{)}$

El valor del área sombreada será el valor del área de la pared menos el área de la ventana ubicada en la misma, tal que

$$A_{sombra} = A_{pared} - A_{vent} = (2,2 \times 3,08) - (1,34 \times 0,8) = 5,93m^2$$

- $T_e = \text{Temperatura exterior (}^\circ\text{C)}$

La temperatura exterior de diseño es de 39°C

- $T_i = \text{Temperatura interior (}^\circ\text{C)}$

La temperatura interior de diseño es de 23°C

- $\Delta T_e = \text{Diferencia equivalente de temperatura (}^\circ\text{C)}$

En este caso no se requiere calcular la diferencia equivalente de temperatura, ya que el área soleada la anula.

Entonces el calor por conducción, convección y radiación combinada a través de la pared norte será:

$$\dot{Q}_{te/pe} = 1,9 \times 5,93 \times (39 - 23) = 180,3 \frac{kcal}{h}$$

Techo

El techo de esta área posee las mismas condiciones que la del área 1 (dormitorio 19), variando solamente el área soleada, la cual es 2,2m x 3,8m

Entonces el flujo de calor a través del techo será:

$$\dot{Q}_{te} = 1,42 \times 8,36 \times 17,32 = 205,6 \frac{kcal}{h}$$

-Aportaciones solares a través de vidrios que comunican al exterior.**Pared norte**

El cálculo de las aportaciones solares a través de vidrios que comunican al exterior viene dado por la siguiente ecuación:

$$\dot{Q}_{RS} = (R_S \cdot f_{MM} \cdot f_{AH} \cdot f_{TR}) \cdot A_{VS} \cdot (F_S)$$

En este caso este calor es cero ya que A_{VS} (área soleada del vidrio) es cero debido a que la pared esta a la sombra.

-Conducción y convección a través de vidrios que comunican al exterior.**Pared norte**

Para determinar el calor por conducción y convección a través de vidrios que comunican al exterior se utiliza la siguiente ecuación:

$$\dot{Q}_{VE} = U \cdot A_{VE} \cdot (T_e - T_i)$$

Donde:

- \dot{Q}_{ve} : Flujo de calor a través de vidrios exteriores por conducción y convección (kcal /h).

- U : Coeficiente de transmisión global (kcal /h·m² · °C). Tabla: 33. Se calcula entrando en la tabla 33 con el tipo de vidrio, en este caso es un vidrio vertical, sencillo de chasis simple, tal que:

$$U = 5.5 \frac{kcal}{h \cdot m^2 \cdot ^\circ C}$$

- A_{ve} : Área total de vidrios exteriores (m²)

En este caso es igual al área de la ventana, tal que:

$$A_{ve} = (1,34 \times 0,8) = 1,08m^2$$

- T_e : Temperatura exterior (°C)

- T_i : Temperatura interior (°C)

Entonces el calor por conducción y convección a través de vidrios que comunican al exterior en la pared norte será:

$$\dot{Q}_{VE} = 5.5 \cdot 1.08 \cdot (39 - 23) = 95.04 \frac{kcal}{h}$$

-Calor por Infiltración de aire a través de puertas y ventanas que comunican con el exterior.

El aire que se infiltra en un ambiente a través de puertas o ventanas produce una carga térmica sensible y latente. Determinada la cantidad de aire infiltrado se tendrá:

$$\dot{Q}_{s, inf} = 0,29 \cdot \dot{V}_{inf} \cdot (T_e - T_i)$$

$$\dot{Q}_{l, inf} = 0,71 \cdot \dot{V}_{inf} \cdot (\omega_e - \omega_i)$$

Donde:

$\dot{Q}_{s, inf}$ = Flujo de calor sensible debido a infiltración (kcal /h)

$\dot{Q}_{l, inf}$ = Flujo de calor latente debido a infiltración (kcal /h)

\dot{V}_{inf} = Caudal de aire infiltrado (m³/h)

En este caso el caudal de aire infiltrado es cero debido a que la dirección del viento más recurrente (de Este a Oeste) es paralela a dicha pared, por lo cual el viento no incidirá sobre la misma y el caudal de aire infiltrado $\dot{V}_{inf} = 0$.

-Conducción y convección a través de vidrios, puertas y paredes interiores.

Pared Sur y pared Este

El flujo de calor a través de estas paredes será cero ya que las mismas dan con otro ambiente acondicionado y no existirá transferencia de calor entre ambos ambientes por encontrarse a la misma temperatura.

Pared Oeste

El flujo de calor a través de paredes interiores se puede estimar con la siguiente ecuación:

$$\dot{Q}_{Ped.I} = U \cdot A_{Ped.I} \cdot (T_e - T_i - 3)$$

Donde:

\dot{Q}_{pi} : Flujo de calor a través de paredes interiores (kcal /h).

U : Coeficiente de transmisión global (kcal /h·m² · °C).

Se entra en la tabla 26 con el material de la pared que en este caso es de aglomerado hueco de 10cm de espesor con revestimiento en las dos caras y enlucido de 15mm de arena, tal que:

$$U = 1,81 \frac{kcal}{h \cdot m^2 \cdot ^\circ C}$$

A_{pi} : Área total de la pared interior (m²)

En este caso, el área de la pared Oeste es de:

$$A_p = 3,18 \times 3,8 = 12,08 m^2$$

T_e : Temperatura exterior (°C)

T_i : Temperatura interior (°C)

Entonces el Flujo de calor a través de la pared Oeste será:

$$\dot{Q}_{Ped.I} = 1,81 \times 12,08 \cdot (39 - 23 - 3) = 284,3 \frac{kcal}{h}$$

-Calor debido al aire exterior necesario para la renovación del aire interno.

Los calores latente y sensible debidos al aire que entra al local para la renovación se pueden determinar mediante las siguientes ecuaciones:

$$\dot{Q}_{s, AE} = 0,29 \cdot \dot{V}_{AE} \cdot (T_e - T_i)$$

216 Herramienta computacional para determinar las cargas térmicas que intervienen en el proceso de acondicionamiento de ambiente.

$$\dot{Q}_{l, AE} = 0,71 \cdot \dot{V}_{AE} \cdot (\omega_e - \omega_i)$$

Donde:

$\dot{Q}_{s, AE}$ = Flujo de calor sensible debido al caudal al aire fresco de renovación según normas sanitarias (kcal /h).

$\dot{Q}_{l, AE}$ = Flujo de calor latente debido al caudal de aire fresco de renovación según normas sanitarias (kcal /h).

\dot{V}_{AE} = Caudal de aire fresco de renovación según normas Covenin (m³ /h).

Se entra en la Tabla 3 de las normas Covenin y para casas en general se obtiene que:

$$\dot{V}_{AE} = (1) \times 0.65 = 0.65 \text{ m}^3/\text{min} = 39 \text{ m}^3/\text{h}$$

- T_e = Temperatura del aire exterior de diseño (°C)

- T_i = Temperatura interior de diseño (°C)

- ω_e = Humedad específica del aire exterior de diseño (g_v/kg_a).

Se entra a la carta psicométrica con las condiciones del aire exterior y se obtiene que:

$$\omega_e = 31.5 \frac{g_v}{kg_a}$$

- ω_i = Humedad específica interior de diseño (g_v/kg_a).

Se entra a la carta psicométrica con las condiciones del aire interior y se obtiene que:

$$\omega_i = 8.8 \frac{g_v}{kg_a}$$

Entonces el valor de los calores será:

$$\dot{Q}_{s, AE} = 0.29 \times 0.65 \times 60 \times (39 - 23) = 180.96 \frac{kcal}{h}$$

$$\dot{Q}_{l, AE} = 0.71 \times 0.65 \times 60 \times (31.5 - 8.8) = 628.56 \frac{kcal}{h}$$

Cargas Internas

Cargas por los ocupantes

En este caso, el calor por ocupantes es el mismo que el ya calculado para el dormitorio principal, entonces los calores por ocupantes serán:

$$\dot{Q}_{l, pers} = 1 \times 42.14 = 42.14 \frac{kcal}{h}$$

$$\dot{Q}_{s, pers} = 1 \times 55 = 55 \frac{kcal}{h}$$

Cargas por alumbrado

El calor debido a la iluminación se calcula mediante la siguiente ecuación:

- Para 2 Lámparas de 15 W:

$$\dot{Q}_{ilum} = 1,2 \cdot (Pu) \cdot \left(0,86 \frac{kcal/h}{W} \right).$$

Entonces la carga por iluminación será:

$$\dot{Q}_{ilum} = 1,2 \times (15 \times 2) \times 0,86 = 30,96 \frac{kcal}{h}$$

-Carga térmica por equipos diversos

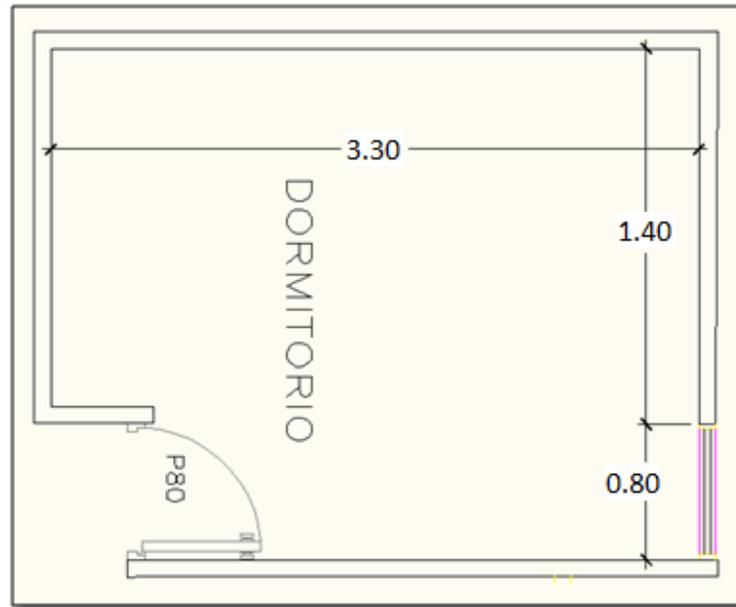
-Equipos presentes en el dormitorio N°2:

-1 TV -1 DVD -1 Secador

$$Q_{s,Eq} = 500 + 15 + 675 = 1190 W = 1023.9 \frac{kCal}{h}$$

$$Q_{L,Eq} = 115 = 115 W = 98.94 \frac{kCal}{h}$$

Dormitorio 3



Dormitorio N°3 Planta alta

Este dormitorio es igual al 2, solo cambia una de sus dimensiones como se puede observar en el plano, por lo tanto:

-Conducción, convección y radiación combinada a través de techos y paredes que comunican al exterior.

Pared norte

El calor por conducción, convección y radiación combinada a través de techos y paredes que comunican al exterior, será igual al ya calculado para el dormitorio 2 , en el que por ser la pared norte, siempre se encuentra a la sombra, tal que:

$$\dot{Q}_{te/pe} = 1,9 \times 5,93 \times (39 - 23) = 180,3 \frac{kcal}{h}$$

Techo

Para el techo en el dormitorio 3, solo varia el área del tamaño del techo con respecto a la del dormitorio 2, que en este caso es 2,2m x 3,3m, por lo que:

Entonces el flujo de calor a través del techo será:

$$\dot{Q}_{te} = 1,42 \times 7,26 \times 17,32 = 178,55 \frac{kcal}{h}$$

-Aportaciones solares a través de vidrios que comunican al exterior.**Pared norte**

El cálculo de las aportaciones solares a través de vidrios que comunican al exterior viene dado por la siguiente ecuación:

$$\dot{Q}_{RS} = (R_s \cdot f_{MM} \cdot f_{Alt} \cdot f_{TR}) \cdot A_{VS} \cdot (F_A \cdot F_S)$$

En este caso este calor es cero ya que A_{VS} (área soleada del vidrio) es cero debido a que la pared esta a la sombra.

-Conducción y convección a través de vidrios que comunican al exterior.**Pared norte**

El calor por conducción y convección a través de vidrios que comunican al exterior, será igual al ya calculado para el dormitorio 2 , tal que:

$$\dot{Q}_{VE} = U \cdot A_{VE} \cdot (Te - Ti)$$

Donde:

\dot{Q}_{ve} : Flujo de calor a través de vidrios exteriores por conducción y convección (kcal /h).

- U : Coeficiente de transmisión global (kcal /h-m² · °C). Tabla: 33. Se calcula entrando en la tabla 33 con el tipo de vidrio, en este caso es un vidrio vertical, sencillo de chasis simple, tal que:

$$\dot{Q}_{VE} = 5.5 \cdot 1,08 \cdot (39 - 23) = 95.04 \frac{kcal}{h}$$

-Calor por Infiltración de aire a través de puertas y ventanas que comunican con el exterior.

El aire que se infiltra en un ambiente a través de puertas o ventanas produce una carga térmica sensible y latente. Determinada la cantidad de aire infiltrado se tendrá:

$$\dot{Q}_{s, inf} = 0,29 \cdot \dot{V}_{inf} \cdot (T_e - T_i)$$

$$\dot{Q}_{l, inf} = 0,71 \cdot \dot{V}_{inf} \cdot (\omega_e - \omega_i)$$

Donde:

$\dot{Q}_{s, inf}$ = Flujo de calor sensible debido a infiltración (kcal /h)

$\dot{Q}_{l, inf}$ = Flujo de calor latente debido a infiltración (kcal /h)

\dot{V}_{inf} = Caudal de aire infiltrado (m³/h)

En este caso el caudal de aire infiltrado es cero debido a que la dirección del viento más recurrente (de Este a Oeste) es paralela a dicha pared, por lo cual el viento no incidirá sobre la misma y el caudal de aire infiltrado = 0.

-Conducción y convección a través de vidrios, puertas y paredes interiores.

Pared Sur y pared Oeste

El flujo de calor a través de estas paredes será cero ya que las mismas dan con otro ambiente acondicionado y no existirá transferencia de calor entre ambos ambientes por encontrarse a la misma temperatura.

Pared Este

En este caso solo varía el área de la pared, tal que:

$$A_p = 3,18 \times 3,3 = 10,5 \text{ m}^2$$

Entonces el Flujo de calor a través de la pared Este será:

$$\dot{Q}_{Ped.I} = 1,81 \times 10,5 \cdot (39 - 23 - 3) = 247,06 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

-Calor debido al aire exterior necesario para la renovación del aire interno.

En este caso el calor debido al aire exterior necesario para la renovación del aire interno será igual al ya calculado para el dormitorio 2

Entonces el valor de los calores será:

$$V_{AE} = (1) \times 0,65 = 0,65 \text{ m}^3/\text{min} = 39 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\dot{Q}_{s, AE} = 0,29 \times 0,65 \times 60 \times (39 - 23) = 180,96 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

$$\dot{Q}_{l, AE} = 0,71 \times 0,65 \times 60 \times (31,5 - 8,8) = 628,56 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

-Calor debido al aire exterior necesario para la renovación del aire interno en baños.**Baños de la segunda planta (ambo son iguales)**

Los calores latente y sensible debidos al aire que entra al local para la renovación se pueden determinar mediante las siguientes ecuaciones:

- V_{AE}° = Caudal de aire fresco de renovación según normas Covenin (m^3/h).

Se entra en la Tabla 2 de las normas Covenin y para salas sanitarias se obtiene que, por área de piso:

222 Herramienta computacional para determinar las cargas térmicas que intervienen en el proceso de acondicionamiento de ambiente.

$$V_{AE} = (3.3) \times 0.609 = 2,01 \text{ m}^3/\text{min} = 120.58 \text{ m}^3/\text{h}$$

T_e = Temperatura del aire exterior de diseño (°C)

- T_i = Temperatura interior de diseño (°C)

- ω_e = Humedad específica del aire exterior de diseño (g_v/kg_a).

- ω_i = Humedad específica interior de diseño (g_v/kg_a).

Entonces el valor de los calores será:

$$\dot{Q}_{s, AE} = 0,29 \times 120.58 \times (39 - 23) = 559.49 \frac{\text{kcal}}{\text{h} - \text{baño}} \times 2\text{baños} = 1118.980 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

$$\dot{Q}_{l, AE} = 0,71 \times 120.58 \times (31,5 - 8,8) = 1353.02 \frac{\text{kcal}}{\text{h} - \text{baño}} \times 2\text{baños} = 3886,78 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

Baño de la primera planta: Este baño solo varia con respecto a los de la segunda planta en su área de piso, la cual es de 2,1m x 1,15m, tal que:

$$V_{AE} = (2.42) \times 0.609 = 0.65 \text{ m}^3/\text{min} = 88,24 \text{ m}^3/\text{h}$$

Entonces el valor de los calores será:

$$\dot{Q}_{s, AE} = 0,29 \times 88,24 \times (39 - 23) = 409,43 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

$$\dot{Q}_{l, AE} = 0,71 \times 88,24 \times (31,5 - 8,8) = 1422.16 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

Cargas Internas : Cargas por los ocupantes

Entonces los calores por ocupantes serán:

$$\dot{Q}_{l, pers} = 1 \times 55 = 55 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

$$\dot{Q}_{s, pers} = 1 \times 45 = 45 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

Cargas por alumbrado

El calor debido a la iluminación se calcula mediante la siguiente ecuación:

- Para 2 Lámparas de 15 W:

$$\dot{Q}_{ilum} = 1,25 \cdot (Pu) \cdot \left(0,86 \frac{kcal/h}{W} \right) \cdot (FAC)$$

$$FAC = 0,95$$

Entonces la carga por iluminación será:

$$\dot{Q}_{ilum} = 1,25 \times (15 \times 2) \times 0,86 \times 0,95 = 30,64 \frac{kcal}{h}$$

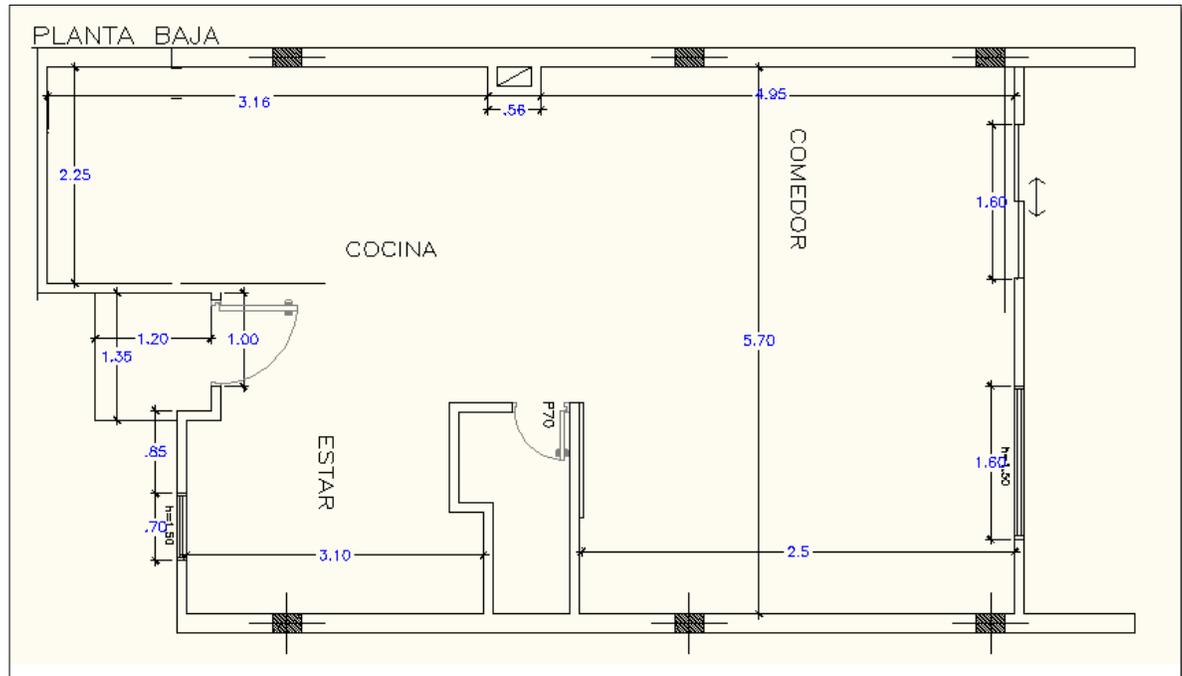
-Carga térmica por equipos diversos

-Equipos presentes en el dormitorio N°2:

-1 TV -1 DVD -1 Computadora(escriptorio)

$$Q_{s,Eq} = 500 + 15 + 300 = 815 \text{ Btu/h} = 700,9 \text{ kCal/h}$$

Primera planta



Planta Baja

Pared Sur

- **Conducción, convección y radiación combinada a través de techos y paredes que comunican al exterior.**

Como se observa en la figura n°4 que se muestra a continuación, la pared Sur que da hacia la fachada de la casa, es la única que se encuentra expuesta al sol en la planta inferior, proyectándose una sombra por la saliente vertical que se encuentra en la fachada y otra sombra horizontal por el techo exterior. Para calcular dichas cargas nos basamos en la siguiente ecuación:

$-U_{P_{sur}} = 1,9 \frac{\text{kCal}}{\text{h}\cdot\text{m}^2\cdot\text{°C}}$, pared de ladrillo macizo ordinario, enlucido de arena de 15 mm. Tabla N° 21.

$$-(P/A_{\text{piso}})_{psur/tabla} = 391 + 30 = 421 \text{ kg/m}^2$$

$$-(\Delta T_e)_{corr/sur} = 12.25 \text{ °C}$$

$$\dot{Q}_{te/pe} = U \cdot A_{sol} \cdot (\Delta T_e)_{corr} + U \cdot A_{sombra} \cdot (T_e - T_i)$$

-Sombras proyectadas por salientes y edificios adyacentes:

Para calcular las sombras proyectadas por los salientes verticales y horizontales que presenta la fachada exterior por la pared sur, se debe seguir el siguiente procedimiento:

- Obtener el Azimut y la altura del sol para el 18 de enero, a las 14:00 horas a 10° LN. Az=224° y Alt= 48°
- Acotar el valor del Azimut en la parte superior del Gráfico N°1 y cortar con la curva de orientación del local. En la intercepción bajar hacia el eje de las abscisas y leer el valor de LSL=1.
- Bajar con una recta inclinada a 45° correspondiente a la abscisa del paso anterior, y cortar dicha recta con el valor de altura del sol correspondiente, luego bajar nuevamente al otro eje de las abscisas y obtener el valor de LSV= 1,6.

Entonces la longitud de sombra (Ls) y la altura de sombra (Hs) serán:

$$Ls = LSL \cdot S_{saliente} = 1 \times 1,45 = 1,45 \text{ m.}$$

$$Hs = LSV \cdot S_{saliente} = 1,6 \times 4 = 6,4 \text{ m.}$$

El área de sombra vertical que genera la saliente horizontal del techo exterior genera una sombra total sobre parte de la pared sur. El área de sombra lateral que genera la saliente vertical de la pared sur genera sombra sobre parte de dicha pared.

$$-A_{Sombra} = (1,45)(2,45) - (2,1)(1) = 1,4525 \text{ m}^2$$

$$-A_{sol} = (1,9)(2,45) - (0,7)(1,5) = 3,61 \text{ m}^2$$

Se obtiene entonces que el calor por conducción, convección y radiación a través de la pared sur será:

$$\dot{Q}_{psur} = (1,9 \times 3,61 \times 12,25) + (1,9 \times 1,4525) \times (39 - 23) = 128,18 \text{ kCal/h}$$

-Aportaciones solares a través de vidrios que comunican con el exterior.

En la planta inferior, se debe calcular las aportaciones solares a través de los vidrios que comunican con el exterior debido a que la pared que da con el sur posee una ventana. Los factores de corrección se mantienen, con una variación solamente en el factor de almacenamiento de carga, ya que este depende del peso por área de piso del ambiente en estudio.

$$\dot{Q}_{RS} = (R_s \cdot f_{MM} \cdot f_{Alt} \cdot f_{TR}) \cdot A_{VS} \cdot (F_A \cdot F_S)$$

$$-R_{Ssur} = 260 \text{ kCal/h} \cdot \text{m}^2$$

$$-f_{MM} = 1,17$$

$$-f_{Alt} = 1,012$$

$$-f_{TR} = 0,82$$

- F_s = Factor de Sombras debido a los elementos internos ó externos. Ver Tabla: 16.

Vidrio Sencillo ordinario sin persiana $\rightarrow F_s=1$

- A_{VS} = Área de vidrio soleada (m^2). $A_{VS} = 0,7 \times 1,5 = 1,05 m^2$

$$Q_{RS} = 260 \times 1.17 \times 1,012 \times 0.82 \times 1.05 \times 1 = 265 \text{ kCal/h}$$

-Conducción y convección a través de vidrios que comunican al exterior

Para calcular el calor por conducción y por convección, se toman los vidrios de la pared sur, y se obtiene lo siguiente:

$$Q_{ve} = U \cdot A_{VE} \cdot (T_e - T_i)$$

- $U = 5.5 \text{ kCal/h} \rightarrow$ Tabla 33, Chasis simple, con vidrio sencillo.

$$Q_{ve} = 5,5 \cdot 1,05 \cdot (39 - 23) = 92.4 \text{ kCal/h}$$

-Conducción y convección a través de vidrios, puertas y paredes interiores:

Este valor de calor solo existirá para la pared que limita con la vivienda próxima al ambiente acondicionado, por lo que:

$$Q_{PI} = U \cdot A_{PI} \cdot (T_e - T_i - 3)$$

$U = 1,81 \text{ kCal/h} \rightarrow$ Tabla 26, Aglomerado Hueco de 10 cm con enlucido de arena de doble revestimiento.

$$Q_{PI} = 1,81 \times (2,4 \times 8,67) \times (39 - 23 - 3) = 489.61 \text{ kCal/h}$$

$$Q_{PI} = 1,81 \times (2,4 \times 7,22) \times (39 - 23 - 3) = 407,72 \text{ kCal/h}$$

-Calor por infiltración de aire a través de puertas y ventanas que comunican con el exterior.

Debido a la dirección con la que incide el viento respecto a la ubicación de la casa, no se tiene volumen de aire por infiltración, ya que va paralelo a la pared sur en estudio, por lo cual $V_{inf} = 0$ y el $Q_{inf} = 0$.

Pared norte

-Conducción, convección y radiación combinada a través de techos y paredes que comunican al exterior.

En este caso para el cálculo del calor por conducción, convección y radiación combinada a través de techos y paredes que comunican al exterior en la pared norte de la planta baja, solo varía el área de la pared con respecto al calculado para los cuartos, tal que:

$$A_{sombra} = A_{pared} - A_{vent} - A_{pta} = (2,45 \times 5,7) - (1,5 \times 1,6) - (2,1 \times 1,6) = 8,2m^2$$

Entonces el calor por conducción, convección y radiación combinada a través de la pared norte será:

$$Q_{te/pe} = 1,9 \times 8,2 \times (39 - 23) = 249,3 \frac{kcal}{h}$$

Techo

El techo de la planta baja da con el piso de la planta alta, el cual es una zona acondicionada, por lo tanto el flujo de calor a través del techo en este caso será cero.

Aportaciones solares a través de vidrios que comunican al exterior.

Pared norte

El cálculo de las aportaciones solares a través de vidrios que comunican al exterior viene dado por la siguiente ecuación:

$$\dot{Q}_{RS} = (R_S \cdot f_{MM} \cdot f_{Alt} \cdot f_{TR}) \cdot A_{VS} \cdot (F_A \cdot F_S)$$

En este caso este calor es cero ya que A_{VS} (área soleada del vidrio) es cero debido a que la pared esta a la sombra.

Conducción y convección a través de vidrios que comunican al exterior.

Ventana pared norte

En este caso solo varía el tamaño de la ventana con respecto a las ventanas de los cuartos, tal que

$$A_{ve} = (1,6 \times 1,5) = 2,4m^2$$

Entonces el flujo de calor por conducción y convección a través de esta ventana será:

$$\dot{Q}_{VE} = 5.5 \times 2,4 \times (39 - 23) = 211.2 \frac{kcal}{h}$$

Puerta Pared norte

Para determinar el calor por conducción y convección a través de la puerta, se usa la siguiente ecuación:

$$\dot{Q}_{pta} = U \cdot A_{pta} \cdot (Te - Ti)$$

Donde:

\dot{Q}_{pta} : Flujo de calor a través de la puerta por conducción y convección (kcal /h).

U : Coeficiente de transmisión global (kcal /h-m² · °C).

Se calcula entrando en la tabla 33 con el tipo de puerta, en este caso es una puerta sencilla de 6.3mm de espesor, tal que

$$U = 1,9 \frac{kcal}{h.m^2.^{\circ}C}$$

A_{pta} : Área total de la puerta (m^2)

En este caso es:

$$A_{ve} = (2,1 \times 1,6) = 3,36m^2$$

T_e : Temperatura exterior ($^{\circ}C$)

T_i : Temperatura interior ($^{\circ}C$)

Entonces el calor por conducción y convección a través de la puerta de vidrio en la pared norte será:

$$\dot{Q}_{pta} = 1,9 \times 3,36 \times (39 - 23) = 83 \frac{kcal}{h}$$

-Calor por Infiltración de aire a través de puertas y ventanas que comunican con el exterior.

En este caso el caudal de aire infiltrado es cero debido a que la dirección del viento más recurrente (de Este a Oeste) es paralela a dicha pared, por lo cual el viento no incidirá sobre la misma y el caudal de aire infiltrado $v_{inf} = 0$.

-Calor debido al aire exterior necesario para la renovación del aire interno.

En este caso, por ser la planta baja, se tomará como aplicación la de apartamento general y 5 personas.

Entonces el valor de los calores será:

$$V_{AE} = (5) \times 0,57 = 2,85 \text{ m}^3/\text{min} = 171 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\dot{Q}_{s, AE} = 0,29 \times 0,57 \times 60 \times 5 \times (39 - 23) = 793.44 \frac{kcal}{h}$$

$$\dot{Q}_{l, AE} = 0,71 \times 0,57 \times 60 \times (31,5 - 8,8) = 2756 \frac{kcal}{h}$$

Cargas Internas

Cargas por los ocupantes

Se consideran 5 personas en esta área del local

Entonces los calores por ocupantes serán:

$$\dot{Q}_{l, pers} = 5 \times 42.14 = 210.7 \frac{kcal}{h}$$

$$\dot{Q}_{s, pers} = 5 \times 55 = 275 \frac{kcal}{h}$$

Cargas por alumbrado

El calor debido a la iluminación se calcula mediante la siguiente ecuación:

- Para 20 Lámparas de 15 W:

$$\dot{Q}_{ilum} = 1,2 \cdot (Pu) \cdot \left(0,86 \frac{kcal/h}{W} \right)$$

Entonces la carga por iluminación será:

$$\dot{Q}_{ilum} = 1,2 \times (15 \times 20) \times 0,86 = 309.6 \frac{kcal}{h}$$

-Carga térmica por equipos diversos

-Equipos presentes en el dormitorio N°2:

- 1 TV -1 cocina -1 Computadora -1 nevera -1 Microondas -1 Licuadora
- 1 Equipo de audio -1 Plancha -Horno -1 Tostador de pan -1cafetera

232 Herramienta computacional para determinar las cargas térmicas que intervienen en el proceso de acondicionamiento de ambiente.

$$Q_{s,Eq} = 500 + 4500 + 300 + 360 + 350 + 700 + 150 + 700 + 2400 + 716 + 754 = 11430 \text{ W} = 9829.8 \text{ kCal/h}$$

$$Q_{s,Eq} = 2500 + 1200 + 131 + 493 = 4324 \text{ W} = 3718.64 \text{ kCal/h}$$

Balance Psicrométrico

-Cálculo del Cauda de suministro (V_s)

Para el cálculo del valor del caudal de suministro se hace uso de la siguiente ecuación:

$$\dot{V}_s = \frac{ERSH}{0.29 \cdot (T_i - ADP) \cdot (1 - BF)}$$

Donde:

\dot{V}_s = Caudal de aire de suministro total (m³/h)

ERSH = Cargas térmicas sensibles efectivo total de la instalación (kcal/h).

T_i = Temperatura interior de diseño (°C).

$T_i = 23^\circ\text{C}$

ADP = Punto de rocío del aparato (°C).

BF = Factor de Bypass

El factor ERSH se determina de la siguiente manera:

$$ERSH = RSH + BF \left(\dot{Q}_{s,AE} \right)$$

Donde:

RSH = Cargas térmicas sensibles del local (kcal/h)

$$\text{RSH} = 12282,27 \text{ kcal/h}$$

$\dot{Q}_{s,AE}$ = Cargas térmicas sensibles del caudal de aire del exterior (kcal/h).

$$\dot{Q}_{s,AE} = 3045,69 \text{ kcal/h}$$

BF = Factor de Bypass (Según la aplicación del equipo)

$$\text{BF} = 0.40$$

Entonces:

$$\text{ERSH} = 12282,27 + 0.4(3045,69) = 13500,54 \text{ kcal/h}$$

El factor ADP se determina directamente de la tabla N° 65 con el valor de ESHF y las condiciones internas de diseño.

Para determinar el valor de factor de calor sensible efectivo (ESHF) se hace uso de la siguiente ecuación:

$$\text{ESHF} = \frac{\text{ERSH}}{\text{ERSH} + \text{ERLH}} = \frac{\text{ERSH}}{\text{ERTH}}$$

Donde:

ERSH = Cargas térmicas sensibles efectivo total de la instalación (kcal/h).

ERLH = Cargas térmicas latentes efectivo total de la instalación (kcal/h).

El factor ERLH se determina de la siguiente manera:

$$\text{ERLH} = \text{RLH} + \text{BF}(\dot{Q}_{l,AE}) \quad \text{Ec. (3.53)}$$

234 Herramienta computacional para determinar las cargas térmicas que intervienen en el proceso de acondicionamiento de ambiente.

Donde:

RLH = Cargas térmicas latentes del local (kcal /h).

RLH= 775,02 kcal/h

$\dot{Q}_{l,AE}$ = Cargas térmicas latentes del caudal de aire del exterior (kcal /h).

$\dot{Q}_{l,AE} = 10579,19$ kcal/h

BF = 0.40

ERLH= 775,02+ 0.4(8329.04) = 5006.7 kcal/h

Entonces:

$$ESHF = \frac{13500,54}{13500,54+5006,7} = 0.73$$

Para este caso (interpolando entre las tablas con los valores de ESHF), se obtiene :

ADP= 2

Finalmente

$$\dot{V}_S = \frac{13500,54}{0,29.(23-3).(1-0.4)} = 3694,73 \text{ m}^3/\text{h}$$

Caudal de suministro correspondiente a cada área:

-Dormitorio Principal (\dot{V}_1)

$$\dot{V}_1 = \frac{RSH+RLH}{RTH} * \dot{V}_S = \frac{2157,82+289,78}{13057,29} * 3694,73 = 846,09 \text{ m}^3/\text{h}$$

-Dormitorio 2 (\dot{V}_2)

$$\dot{V}_2 = \frac{RSH+RLH}{RTH} * \dot{V}_S = \frac{2055,4+141,08}{13057,29} * 3694,73 = 620,71 \text{ m}^3/\text{h}$$

-Dormitorio 3 (\dot{V}_3)

$$\dot{V}_3 = \frac{RSH+RLH}{RTH} * \dot{V}_S = \frac{1487,81+141,08}{13057,29} * 3694,73 = 461,84 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\dot{V}_4 = \frac{RSH+RLH}{RTH} * \dot{V}_S = \frac{5928,02+309,64}{13057,29} * 3694,73 = 1762,38 \text{ m}^3/\text{h}$$

Cargas térmicas debido a la Instalación

- Por los conductos de suministro

Las ganancias de calor a través de las paredes de los conductos de suministro por diferencia de temperaturas en los ambientes no acondicionados por los que atraviesan los mismos se pueden determinar mediante la siguiente ecuación.

$$\dot{Q}_{CS} = U.P.L.[T_a - (T_e)]$$

Donde:

\dot{Q}_{CS} = Ganancia de calor a través de las paredes de los conductos de suministro
(W)

L= Longitud del conducto que atraviesa la zona no acondicionada (m)

U= Coeficiente global de transferencia de calor en las paredes del conducto
(W/m²-K), Tabla7, pag.I-76 del manual del Carrier.

P= perímetro el conducto (m)

Ta= Temperatura del ambiente exterior al conducto (°C)

Te= Temperatura del aire dentro del conducto (°C)

En este caso, se realizó previamente el diseño y la distribución de los conductos tanto de suministro como de retorno, basándose también en la metodología planteada en el Manual de Aire Acondicionado del Carrier, dicho proceso de cálculo no se muestra en esta ocasión debido a su complejidad y a que no es de interés para los objetivos perseguidos en este caso, debido a esto solo se mostraran los datos requeridos para la determinación de las cargas térmicas a través de la instalación.

Se obtiene que los conductos expuestos a ambientes no acondicionados tanto de suministro como de retorno son iguales y sus características son:

L= 4.5m

P= 2 m

Ta= 39°C

Te= Temperatura a la entrada al conducto 15°C

Ts= Temperatura a la salida del conducto (°C)

Para determinar el coeficiente global de transferencia de calor U, se suponen ductos de Chapa metálica con aislamiento interior proyectado o sujeto de 12mm y 32kg/m³.

Se tiene que:

U= a +b.c

De la Tabla7, pag.I-76 del manual del Carrier, para este tipo de ducto se tiene que

$$a= 1,5 ; b=0,09$$

Para la determinación de la velocidad del ducto, se toma en cuenta la aplicación del local, que en este caso es un apartamento y mediante la Tabla 7 (Velocidades máximas recomendadas para sistemas de baja velocidad) del compendio de tablas de aire acondicionado de la Universidad de Carabobo, se tiene que

Para el conducto de suministro

$$c= 7,5\text{m/s}$$

$$U= 2,175 \text{ W/m}^2\text{-K} ; U= 1,87 \frac{\text{kCal}}{\text{h}\cdot\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C}}$$

para el conducto de retorno

$$c=6,5\text{m/s}$$

$$U=2,085 \text{ W/m}^2\text{-K} ; U= 1,79 \frac{\text{kCal}}{\text{h}\cdot\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C}}$$

Entonces las cargas por instalaciones serán:

Para el conducto de suministro:

$$\dot{Q}_{CS} = 1,87 \times 2 \times 4.5 \times [39 - (11,53)]$$

$$\dot{Q}_{CS} = 462,3 \text{ kcal/h}$$

Para el conducto de retorno:

$$\dot{Q}_{CR} = 1,79 \times 2 \times 4.5 \times [39 - (11,53)]$$

$$\dot{Q}_{CR} = 442,5 \text{ kcal/h}$$

Cargas térmicas por fugas en los conductos de suministro

La cantidad de aire que debe suministrar adicionalmente para compensar las fugas en los conductos de suministro se determina mediante la siguiente ecuación:

$$\dot{V}_F = 0,1 \cdot \dot{V}_S \cdot \left(\frac{L_{Ext.}}{L_{Total}} \right)$$

Donde:

\dot{V}_F = Caudal de aire fresco para compensar las fugas (m^3/h).

\dot{V}_S = Caudal de aire de suministro = $3694,73 m^3/h$

$L_{Ext.}$ = Longitud del conducto situado en el exterior del local = $4.5m$

L_{Total} = Longitud de conducto total del conducto de suministro del local = $17 m$.

Entonces

$$\dot{V}_F = 0,1 \times 3694,73 \times \left(\frac{4,5}{17} \right) = 97,8 m^3/h$$

Entonces, las cargas adicionales para compensar las fugas serán:

Cargas sensibles:

$$\dot{Q}_{s, F} = 0,29 \cdot \dot{V}_F \cdot (T_e - T_i)$$

$$\dot{Q}_{s, F} = 0,29 \times 97,8 \times (39 - 23) = 453,8 kcal/h$$

Cargas latentes

$$\dot{Q}_{l, F} = 0,71 \cdot \dot{V}_F \cdot (\omega_e - \omega_i)$$

$$\dot{Q}_{l, F} = 0,71 \times 97,8 \times (31,5 - 8,8) = 1576,24 \text{ kcal/h}$$

Donde:

$\dot{Q}_{s, F}$ = Flujo de calor sensible debido a las fugas en a los conductos de suministro (kcal/h)

$\dot{Q}_{l, F}$ = Flujo de calor latente debido a las fugas en a los conductos de suministro (kcal/h).

V_F = Caudal de aire fresco para compensar las fugas (m³/h)

T_e = Temperatura del aire exterior de diseño (°C)

T_i = Temperatura interior de diseño (°C)

ω_e = Humedad específica del aire exterior de diseño (g_v/kg_a)

ω_i = Humedad específica interior de diseño (g_v/kg_a)

La capacidad del equipo de acondicionamiento se obtiene sumando al calor total del local (RTH), los incrementos por instalaciones y el incremento por el factor de seguridad, por lo que la ecuación será:

$$CAP_{Equipo} = (RTH) + \dot{Q}_{CS} + \dot{Q}_{CR} + [(RSH) \cdot f_{Seg.}] + (OASH) + (OALH)$$

Donde:

RTH = Calor total del local = 13057,29 kcal/h

RSH = Total de las cargas térmicas sensible del local en estudio = 12282,3 kcal/h

\dot{Q}_{CR} = Flujo de calor sensible debido a los conductos de retorno 442,5kcal/h

\dot{Q}_{CS} = Flujo de calor sensible debido a los conductos de suministro 462,3kcal/h

f_{seg} = Factor de Seguridad de la capacidad del equipo = 0.05

OASH = Flujo de calor sensible debido al caudal de aire fresco para compensar las fugas y el caudal de aire fresco de renovación exigido por las normas sanitarias en (kcal /h).

OALH = Flujo de calor latente debido al caudal de aire fresco para compensar las fugas y el caudal de aire fresco de renovación exigido por las normas sanitarias en (kcal /h).

Tal que:

$$(OASH) = \dot{Q}_{s,AE} + \dot{Q}_{s,F} = 3045,69 + 453,8 = 3499,49 \text{ kcal /h}$$

$$(OALH) = \dot{Q}_{l,AE} + \dot{Q}_{l,F} = 10579,19 + 1576,24 = 12155,33 \text{ kcal /h}$$

Donde:

$\dot{Q}_{s,AE}$ = Flujo de calor sensible debido al caudal al aire fresco de renovación según normas sanitarias (kcal /h).

$\dot{Q}_{l,AE}$ = Flujo de calor latente debido al caudal al aire fresco de renovación según normas sanitarias (kcal /h).

$\dot{Q}_{s,F}$ = Flujo de calor sensible debido a las fugas en los conductos de suministro (kcal /h)

$\dot{Q}_{l,F}$ = Flujo de calor latente debido a las fugas en los conductos de suministro (kcal /h).

Finalmente:

$$CAP_{Equipo} = 11063.04 + 662.2 + 662.2 + [(10533.43) \times 0.05] + (2906) + (9979.04)$$

$CAP_{Equipo} = 30231 \text{ kcal / h}$

$CAP_{Equipo} = 10.07 \text{ Ton / ref}$
--

Apéndice B: Manual del Usuario

Condiciones iniciales de diseño

Para la determinación de las condiciones iniciales de diseño en el local, la herramienta muestra la siguiente interfaz:

CONDICIONES INICIALES DE DISEÑO

Opciones Ayuda

Bienvenido a AIRDESING TOOL
Su mejor opción para el Acondicionamiento de Ambientes

Por favor, introduzca las condiciones de diseño y divida el local en un número determinado de ambientes para comenzar

Condiciones de Diseño

Mes de Diseño	<input type="text"/>	Temperatura externa máxima	<input type="text"/> C
Hora de diseño	<input type="text"/>	Temperatura externa mínima	<input type="text"/> C
Humedad relativa exterior	<input type="text"/> %	Temperatura interna de diseño	<input type="text"/> C
Humedad específica exterior	<input type="text"/> kg vap/kg air. sec	Humedad relativa interna de diseño	<input type="text"/> %
	<input type="button" value="DETERMINAR"/>	Humedad específica interna de diseño	<input type="text"/> kg vap/kg air. sec

Número de Ambientes:

El procedimiento a seguir en esta etapa es el siguiente:

Nota: Para la determinación de las condiciones iniciales de diseño, es recomendable que el usuario previamente lleve a cabo un estudio de las condiciones ambientales o meteorológicas de la zona donde se ubica el local de

por lo menos los últimos 10 años, estudio con el cual se asegura la veracidad y confiabilidad de los datos suministrados por el usuario en esta etapa inicial del proceso de diseño, de igual manera, más adelante se indicará la manera más idónea de determinar cada uno de estos datos.

1. Se suministran los datos de condiciones exteriores de diseño, los cuales son:
 - **Mes de diseño:** del estudio meteorológico de la zona donde se ubica el local y de por lo menos los últimos 10 años, se debe seleccionar el mes del año en el cual se generan las temperaturas más altas, si existen distintos meses, se debe seleccionar el más recurrente con altas temperaturas en el periodo tiempo en estudio.
 - **Hora de diseño:** del mes seleccionado se debe estudiar a qué hora del día se producen las temperaturas mayores, se debe procurar que dicha hora sea la más recurrente para altas temperaturas en dicho mes.
 - **Temperatura externa máxima o temperatura externa de diseño:** del mes seleccionado se selecciona la temperatura alta más recurrente, que no necesariamente es la más alta de las temperaturas en el mes, ya que debe ser la más alta que se repita constantemente.
 - **Temperatura externa mínima:** del mes seleccionado se debe seleccionar la temperatura más baja y recurrente, se debe resaltar que no necesariamente debe ser la más baja de las temperaturas en el mes, debe ser la más baja que se repita constantemente.
 - **Humedad relativa externa o humedad relativa de diseño:** del mes seleccionado se debe seleccionar la humedad relativa más recurrente o en sumo caso un promedio de las más recurrentes.

- **Humedad específica exterior:** con el valor de la humedad relativa exterior y la temperatura máxima exterior se debe presionar el botón “DETERMINAR” y seguidamente la herramienta muestra el procedimiento para la determinación de este parámetro.

La ubicación de dichos parámetros se indica a continuación:

The screenshot shows a software window titled "CONDICIONES INICIALES DE DISEÑO". The window contains a menu bar with "Opciones" and "Ayuda". Below the menu bar, there is a welcome message: "Bienvenido a AIRDESING TOOL" and "Su mejor opción para el Acondicionamiento de Ambientes". A prompt asks the user to "Por favor, introduzca las condiciones de diseño y divida el local en un número determinado de ambientes para comenzar".

The main area is titled "Condiciones de Diseño" and contains several input fields and buttons:

- Mes de Diseño:** A dropdown menu.
- Hora de diseño:** A dropdown menu.
- Humedad relativa exterior:** A text input field followed by a percentage symbol (%).
- Humedad específica exterior:** A text input field followed by the unit "kg vap/kg air. sec".
- Temperatura externa máxima:** A text input field followed by a degree Celsius symbol (°C).
- Temperatura externa mínima:** A text input field followed by a degree Celsius symbol (°C).
- Temperatura interna de diseño:** A text input field followed by a degree Celsius symbol (°C).
- Humedad relativa interna de diseño:** A text input field followed by a percentage symbol (%).
- Humedad específica interna de diseño:** A text input field followed by the unit "kg vap/kg air. sec".

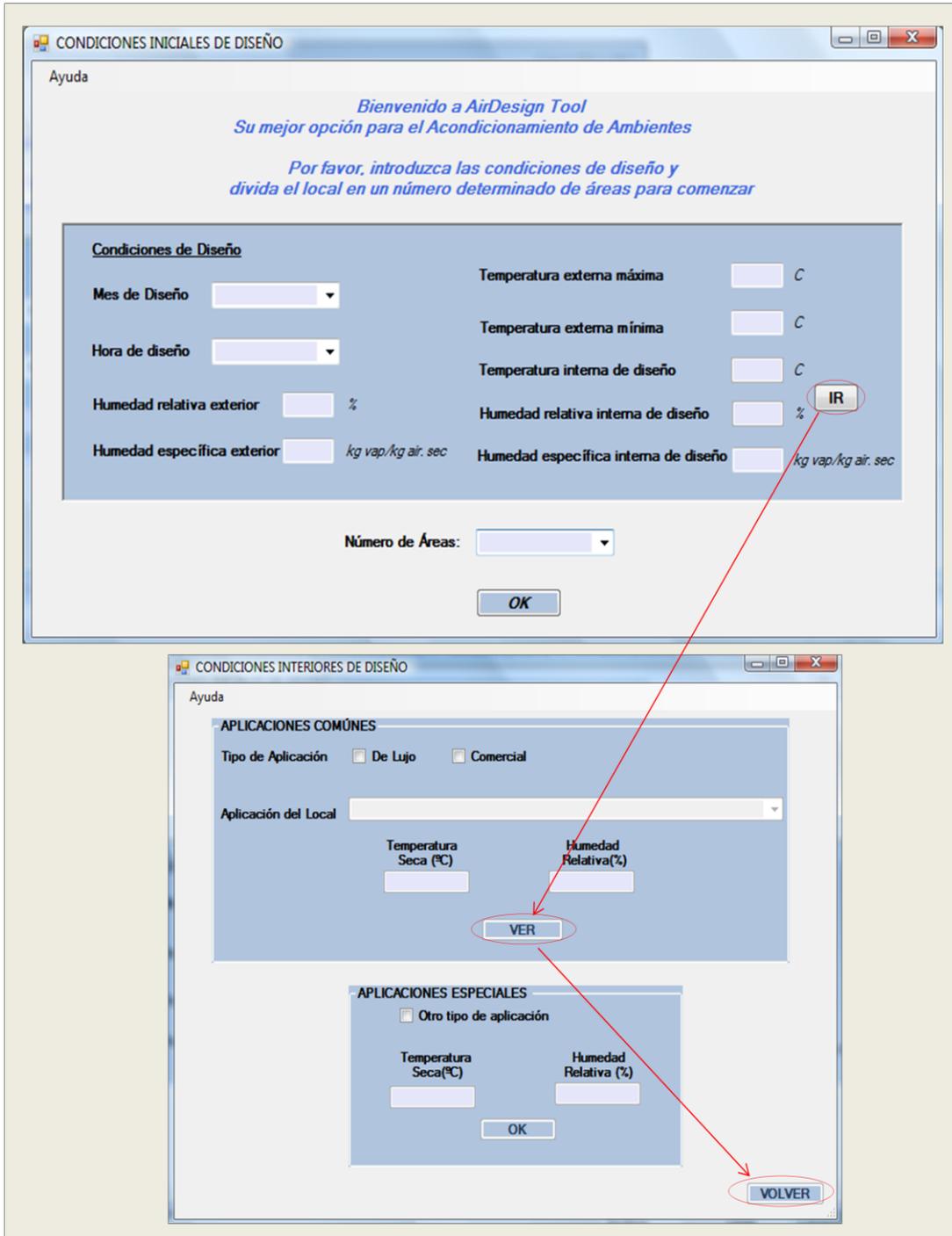
There are two "DETERMINAR" buttons, one below the "Humedad específica exterior" field and one below the "Humedad específica interna de diseño" field. There is also an "IR" button next to the "Temperatura interna de diseño" field. At the bottom of the window, there is a "Número de Ambientes:" dropdown menu and an "OK" button.

2. Se suministran los datos de las condiciones interiores de diseño, para esto, se debe presionar el botón “IR”, el cual abre otro formulario, las condiciones interiores dependen directamente de la aplicación a la cual está destinado el local, por lo que se debe escoger de las aplicaciones allí especificadas y posteriormente presionar el botón “VER” para obtener así dichas condiciones de temperatura y humedad relativa, en caso de ser una aplicación especial, el usuario tiene la oportunidad de suministrar manualmente las condiciones de diseño interior requeridas por el mismo,

244 Herramienta computacional para determinar las cargas térmicas que intervienen en el proceso de acondicionamiento de ambiente.

luego de obtenidas las condiciones interiores, se debe presionar el botón “VOLVER” para retornar nuevamente al formulario principal.

Esto se muestra a continuación:



3. Se debe dividir el local en un número específico de ambientes, lo cual facilita la determinación de las cargas térmicas totales en el local, las áreas deben diferenciarse claramente una de las otras y ocupar la extensión total del local, al realizar la división se pueden tomar en cuenta aspectos como, el tipo de aplicación de cada área, tamaño, ubicación y cualquier otro que pueda ser considerado por el diseñador.

CONDICIONES INICIALES DE DISEÑO

Opciones Ayuda

Bienvenido a AIRDESING TOOL
Su mejor opción para el Acondicionamiento de Ambientes

Por favor, introduzca las condiciones de diseño y
divida el local en un número determinado de ambientes para comenzar

Condiciones de Diseño

Mes de Diseño	<input type="text"/>	Temperatura externa máxima	<input type="text"/>	C
Hora de diseño	<input type="text"/>	Temperatura externa mínima	<input type="text"/>	C
Humedad relativa exterior	<input type="text"/> %	Temperatura interna de diseño	<input type="text"/>	C
Humedad específica exterior	<input type="text"/> kg vap./kg air. sec	Humedad relativa interna de diseño	<input type="text"/>	%
	<input type="button" value="DETERMINAR"/>	Humedad específica interna de diseño	<input type="text"/>	kg vap./kg air. sec

Número de Ambientes:

4. Después de suministrados todos los datos, tanto exteriores como interiores, se debe presionar el botón “OK”, para así avanzar hacia la otra etapa del proceso de diseño.

246 Herramienta computacional para determinar las cargas térmicas que intervienen en el proceso de acondicionamiento de ambiente.

CONDICIONES INICIALES DE DISEÑO

Opciones Ayuda

Bienvenido a AIRDESING TOOL
Su mejor opción para el Acondicionamiento de Ambientes
Por favor, introduzca las condiciones de diseño y
divida el local en un número determinado de ambientes para comenzar

Condiciones de Diseño

Mes de Diseño	<input type="text"/>	Temperatura externa máxima	<input type="text"/>	C
Hora de diseño	<input type="text"/>	Temperatura externa mínima	<input type="text"/>	C
Humedad relativa exterior	<input type="text"/> %	Temperatura interna de diseño	<input type="text"/>	C
Humedad específica exterior	<input type="text"/> kg vap/kg air. sec	Humedad relativa interna de diseño	<input type="text"/>	%
	<input type="button" value="DETERMINAR"/>	Humedad específica interna de diseño	<input type="text"/>	kg vap/kg air. sec

Número de Ambientes:

5. La herramienta muestra una opción para cada ambiente, se debe seleccionar la opción “Ambiente N°1” para comenzar a determinar las cargas n la misma.

Determinación del calor debido a la conducción, convección y radiación a través de techos y paredes que comunican con el exterior.

Para la determinación del calor debido a la conducción, convección y radiación a través de techos y paredes que comunican con el exterior, la herramienta muestra la siguiente interfaz:

The screenshot shows a software window titled "Conducción, Convección y Radiación a través de Techos y Paredes que comunican con el Exterior". It features a dropdown menu for "N° de Paredes que comunican con el exterior". Below this, there is a checkbox labeled "Techo" followed by an input field and the unit "kcal/h". At the bottom, there is a "TOTAL" button, the label "Qte/pe", another input field, and the unit "kcal/h".

El procedimiento a seguir en esta etapa es el siguiente:

1. Suministrar el número de paredes que tienen contacto directo con el ambiente exterior en el área en estudio.

This screenshot is identical to the one above, but a red oval highlights the dropdown menu for "N° de Paredes que comunican con el exterior", indicating the step of selecting the number of exterior walls.

2. El diseñador debe identificar cada pared con un número, ya que las cargas por conducción, convección y radiación se calculan en cada pared por separado, luego de identificada cada pared se procede a presionar la opción "Pared 1", con lo que la herramienta procederá a solicitar los datos referentes a dicha pared.

Conducción, Convección y Radiación a través de Techos y Paredes que comunican con el Exterior

N° de Paredes que comunican con el exterior 3

Pared 1 Pared 2 Pared 3

kcal/h kcal/h kcal/h

Techo kcal/h

TOTAL Qte/pe kcal/h

3. Se deben suministrar los datos correspondientes a la pared en estudio, los cuales son:
 - **Tipo de pared:** se debe especificar el material principal de fabricación de la pared o el que más se asemeje, entre estos están, ladrillo macizo, adoquines, hormigón vertido, entre otros; adicionalmente si se presiona el botón “VER PAREDES” Se pueden observar esquemas de los distintos tipos de paredes cargados en la herramienta.
 - **Recubrimiento:** en caso de llevar algún tipo de recubrimiento se debe seleccionar alguno o el que más se le asemeje al real.
 - **Orientación:** representa la dirección a la que apunta la línea normal o perpendicular al área de la pared.
 - **Color:** se debe suministrar el tono de color de la pared en estudio de entre los cargados en la herramienta.
 - **Área soleada y de sombra:** en caso de que no existan sombras proyectadas sobre la pared en estudio, el área soleada será toda el área de la pared, en caso contrario, se debe especificar tanto el valor del área soleada como el del área bajo sombra, si no se conoce el proceso

de cálculo para el área de sombra, se debe presionar el enlace “Ver procedimiento”.

CONDUCCIÓN, CONVECCIÓN Y RADIACIÓN A TRAVÉS DE PAREDES Y TECHOS EXTERIO...

Ayuda

Calor por Conducción, convección y radiación a través de paredes que comunican con el exterior

Tipo de pared

Recubrimiento Color

Área soleada en la pared m2 Orientación

Con Área de Sombra [Ver procedimiento](#)

Área sombreada en la pared m2

Qte/pe kcal/h

BORRAR **CALCULAR** **SIGUIENTE**

- Después de suministrados los datos de la pared, se debe presionar el botón “CALCULAR” y la herramienta se encargara de mostrar las cargas por conducción, convección y radiación a través de la pared en estudio, seguidamente se debe presionar el botón “SIGUIENTE” para regresar al menú anterior donde se debe presionar la opción “Pared 2” y realizar el mismo proceso con esa y con el resto de las paredes restantes.

250 Herramienta computacional para determinar las cargas térmicas que intervienen en el proceso de acondicionamiento de ambiente.

CONDUCCIÓN, CONVECCIÓN Y RADIACIÓN A TRAVÉS DE PAREDES Y TECHOS EXTERIORES

Calor por Conducción, convección y radiación a través de paredes que comunican con el exterior

Tipo de pared: LADRILLO MACIZO (Paramento y Ordinario, 40cm de esp.)

VER TIPOS DE PARED

Recubrimiento: Revoque Yeso Color: Paredes de color medio (verde, azul, gris claro, etc)

Área soleada: Largo 10 m Alto 2.5 m Orientación E

Con Área de Sombra

Área de sombra: Largo 2 m Alto 0.5 m

Qte/pe: 363.018642281504 kcal/h

BORRAR CALCULAR SIGUIENTE

Conducción, Convección y Radiación a través de Techos y Paredes que comunican con el Exterior

N° de Paredes que comunican con el exterior: 3

Pared 1 Pared 2 Pared 3

363.0186 kcal/h kcal/h kcal/h

Techo kcal/h

TOTAL Qte/pe kcal/h

5. Después de calculadas las cargas por conducción, convección y radiación a través de todas las paredes, se procede a calcular las mismas en el techo

del área en estudio, para lo cual, inicialmente se debe presionar la opción “Techo”, con lo cual la herramienta procederá a solicitar los datos referentes al mismo.

Conducción, Convección y Radiación a través de Techos y Paredes que comunican con el Exterior

No hay paredes que comuniquen con el exterior

N° de Paredes que comunican con el exterior 1

Pared 1

398.3186 kcal/h

Techo kcal/h

TOTAL Qte/pe kcal/h

Conducción, Convección y radiación a través de Techos

Ayuda

Techo de construcción tradicional que comunica con ambiente no acondicionado

Naturaleza del suelo y pavimento

Construcción del techo

VER ESQUEMA DE TECHOS

Techumbre que comunica con ambiente exterior

Tipo de cubierta y bajo techumbre

Cielo raso

VER ESQUEMA DE TECHOS

Techo de madera que comunica con ambiente no acondicionado

Naturaleza del suelo y pavimento

Techado de madera

VER ESQUEMA DE TECHOS

Otro Tipo de Techo

Coeficiente Global de Transferencia de Calor kcal/h.m².°C

Peso del Techo kg/m²

Color

Área de techo Soleada m² Área de techo sombra m²

Qte/pe kcal/h

BORRAR CALCULAR SIGUIENTE

6. Se deben suministrar los datos correspondientes al techo en estudio, los cuales son:

- **Tipo de techo:** seleccionar dependiendo de la aplicación del local el tipo de techo, en caso de alguna duda, se puede presionar alguno de los botones “VAR ESQUEMA DE TECHOS” , con lo cual se podrá ver la estructura del tipo de techo seleccionado.
 - **Otros datos:** según sea el tipo de techo seleccionado se deben suministrar los datos específicos de éste.
 - **Color:** Determinar el color del techo, oscuro, medio o claro.
 - **Área soleada:** determinar el área soleada de techo.
 - **Área de sombra:** en caso de poseer área de sombra, especificar.
 - **Otro tipo de techo:** si las características del techo no se asemejan a la de los techos preacargados en la herramienta, se debe calcular manualmente el coeficiente global de transferencia de calor, así como el peso del mismo.
7. Después de suministrados los datos acerca del techo en estudio, se debe presionar el botón **CALCULAR** para determinar las cargas correspondientes y finalmente presionar el botón **SIGUIENTE**, para retornar al formulario principal y proseguir con la siguiente etapa del proceso.

Determinación del calor por conducción y convección a través de vidrios que comunican con el exterior.

Para la determinación del calor por conducción y convección a través de vidrios que comunican con el exterior, la herramienta muestra la siguiente interfaz:

El procedimiento a seguir en esta etapa es el siguiente:

1. En el menú principal, presionar el botón “Calcular” ubicado junto al recuadro de título: “CONDUCCIÓN Y CONVECCION A TRAVÉS DE VIDRIOS Y VENTANAS QUE COMUNICAN CON EL EXTERIOR”, con lo que se muestra un nuevo formulario en el cual se solicitan los datos referentes a los vidrios, dichos datos son:

- **Área del vidrio:** área cubierta por el tipo de vidrio o ventana.
- **Estructura:** el vidrio puede ser simple o doble.
- **Composición:** esta puede ser chasis simple o doble.

Conducción y Convección a través de Vidrios que comunican con el Exterior

Presione para calcular **CALCULAR** kcal/h

CONDUCCIÓN A TRAVÉS DE VIDRIOS

Disposición de Vidrio

Vertical Horizontal

Estructura

Sencillo Doble

Composición

Chasis Simple Chasis Doble

Área del Vidrio m²

Qve kcal/h

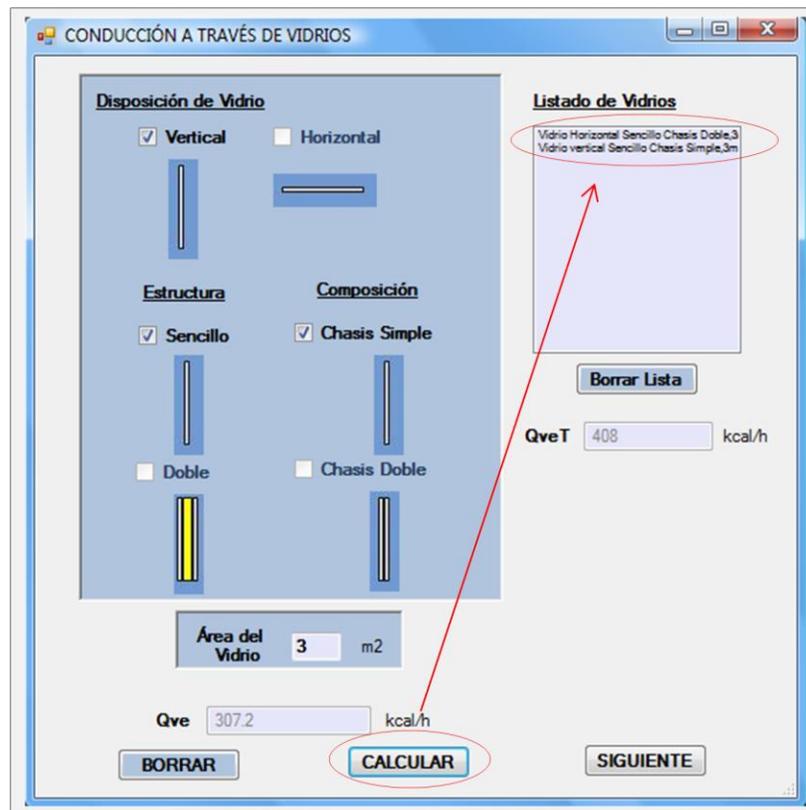
Listado de Vidrios

Borrar Lista

QveT kcal/h

BORRAR CALCULAR SIGUIENTE

2. Después de suministrados los datos del vidrio o ventanas, se debe presionar el botón “Calcular”, con lo que la herramienta mostrará en una lista las características del vidrio seleccionado, y en un recuadro aparte la carga calorífica por conducción y convección a través del mismo; en caso de existir distintos tipos de vidrio en contacto con el exterior en una misma área de estudio, se deben introducir los datos del nuevo tipo de vidrio y presionar nuevamente “Calcular”, la herramienta se encarga de agregar a la lista existente el nuevo tipo de vidrio además de acumular las cargas generadas por este y el anterior (en caso de haber cometido algún error se debe presionar el boto “Borrar”, el cual borrara todos los datos introducidos hasta el momento, por lo que se debe repetir el proceso de suministro de los datos nuevamente).



- Después de calculadas las cargas por conducción y convección a través de todos los vidrio que comunican con el exterior en el área en estudio, se debe presionar el botón “SIGUIENTE”, con lo que la herramienta retornará al menú principal para proseguir con la siguiente etapa de cálculo.

Aportaciones Solares a través de Vidrios que comunican con el Exterior

N° Paredes exteriores con vidrios: 2

Pared 1 Pared 2

_____ kcal/h _____ kcal/h

TOTAL Qrs _____ Kcal/h

APORTACIONES SOLARES A TRAVÉS DE VIDRIOS QUE COMUNICAN CON...

Área Total de Vidrio Soleado: _____ m² Altitud respecto al Nivel del mar: _____ m

Orientación: _____ Temperatura de Punto de Rocío: _____ C

Marco Metálico: Con marco metálico Sin marco metálico

ELEMENTOS DE SOMBRA

Tipo de Vidrio: _____

Tipo de Persiana: _____

Color: _____

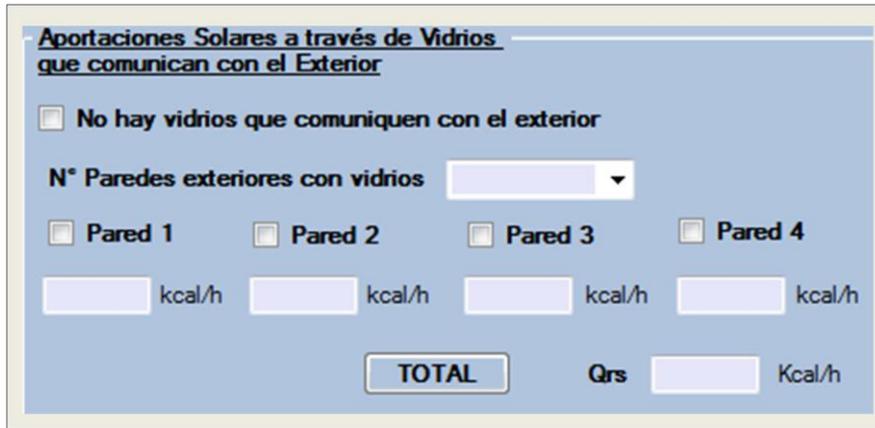
Qrs: _____ kcal/h

BORRAR CALCULAR

SIGUIENTE

Determinación del calor por aportaciones solares a través de vidrios que comunican con el exterior.

Para la determinación del calor por aportaciones solares a través de vidrios que comunican con el exterior, la herramienta muestra la siguiente interfaz:



El procedimiento a seguir en esta etapa es el siguiente:

Nota: las cargas por aportaciones solares en vidrios que comunican con el exterior solo afectaran a los vidrios que tengan contacto directo con los rayos solares, por lo tanto si algún vidrio o ventana del área estudiada comunica con el exterior, pero se encuentra bajo sombra (esto es justo a la hora d diseño), éste no se debe tomar en cuenta para esta etapa del proceso del cálculo (incluso sol se tomara en cuenta el área soleada del vidrio).

1. En el menú principal, en el recuadro de título: “APORTCIONES SOLARES A TRAVÉS DE VIDRIOS QUE COMUNICAN CON EL EXTERIOR” suministrar el número de paredes que contienen vidrios o ventanas que comunican con el exterior (leer nota) en el área estudiada, con esto, aparece inmediatamente una opción de diseño para cada pared (cada pared deber ser identificada y diferenciada por el usuario, ya que se

calculan las cargas en cada una por separado), seguidamente presionar la opción “Pared 1”, con lo que se mostrará un nuevo formulario para suministrar los datos de los vidrios o ventanas contenidas en dicha pared.

2. En el nuevo formulario se deben suministrar los datos allí requeridos, los cuales son:

- **Área total de vidrios:** es la sumatoria de las áreas de todos los vidrios estudiados en este caso y ubicados en la Pared 1.
- **Altitud respecto al nivel del mar:** Como su nombre lo indica, es la altitud del local en estudio con respecto al nivel del mar.
- **Orientación:** es la orientación de la línea normal o perpendicular al vidrio o la pared donde éste se ubica.
- **Temperatura de punto de rocío:** se debe calcular la temperatura de punto de rocío con las condiciones de diseño exterior (temperatura y humedad relativa) y la ayuda de una carta psicrométrica, si no se conoce el proceso de cálculo se debe presionar el enlace “Ver procedimiento.
- **Tipo de marco:** especificar si los vidrios o ventanas en estudio poseen o no marco metálico.
- **Elementos de sombra:** especificar el tipo de vidrio y si posee persianas, el tipo y color de las mismas.

APORTACIONES SOLARES A TRAVÉS DE VIDRIOS QUE COMUNICAN CON...

Área Total de Vidrio Soleado m² Altitud respecto al Nivel del mar m

Orientación Temperatura de Punto de Rocío C

Marco Metálico Con marco metálico Sin marco metálico

ELEMENTOS DE SOMBRA

Tipo de Vidrio

Tipo de Persiana

Color

Qrs kcal/h

BORRAR CALCULAR

SIGUIENTE

3. Después de suministrados los datos de los vidrios en estudio, se debe presionar el botón “CALCULAR”, seguidamente la herramienta mostrará el valor de las cargas por aportaciones solares a través de los vidrios en la pared en estudio, luego se debe presionar el botón “SIGUIENTE”, con lo que aparecerá nuevamente el menú principal donde se debe seleccionar la opción de la pared siguiente y repetir nuevamente el proceso hasta culminar todas las paredes.

260 Herramienta computacional para determinar las cargas térmicas que intervienen en el proceso de acondicionamiento de ambiente.

APORTACIONES SOLARES A TRAVÉS DE VIDRIOS QUE COMUNICAN CON...

Área Total de Vidrio Soleado 3 m² Altitud respecto al Nivel del mar 450 m

Orientación SO Temperatura de Punto de Rocío 15 C

Marco Metálico Con marco metálico Sin marco metálico

ELEMENTOS DE SOMBRA

Tipo de Vidrio Vidrio sencillo 6 mm

Tipo de Persiana Persianas Venecianas interiores o

Color Color claro o medio

Qrs 100.6756 kcal/h

BORRAR CALCULAR SIGUIENTE

Aportaciones Solares a través de Vidrios que comunican con el Exterior

N° Paredes exteriores con vidrios 2

Pared 1 Pared 2

100.6756 kcal/h kcal/h

TOTAL Qrs 0 Kcal/h

4. Después de realizado el cálculo para todas las paredes, se debe presionar el botón “TOTAL” y seguidamente la herramienta mostrará el total acumulado de cargas en todas las paredes estudiadas, con esto, se puede pasar así a la próxima etapa en el proceso.

Aportaciones Solares a través de Vidrios que comunican con el Exterior

N° Paredes exteriores con vidrios: 2

Pared 1 Pared 2

122.1813 kcal/h 668.6135 kcal/h

TOTAL → Qrs 790.7948 Kcal/h

Determinación del calor por conducción y convección a través de paredes, puertas y vidrios interiores.

Para la determinación del calor por conducción y convección a través de paredes, puertas y vidrios interiores, la herramienta muestra la siguiente interfaz:

Conducción y Convección a través de Paredes, Puertas y Vidrios Interiores

No hay paredes interiores en contacto con ambientes N/Acond

N° de Paredes Interiores: []

Pared 1 Pared 2 Pared 3 Pared 4

[] kcal/h [] kcal/h [] kcal/h [] kcal/h

TOTAL Qte/pe [] Kcal/h

Nota: en esta etapa del proceso solo se tomaran en cuenta las paredes interiores donde pueda existir una transferencia de calor, esto es solo en aquellas paredes que comuniquen directamente con ambientes no acondicionados (“ambientes no acondicionados” se refiere a ambientes que no están incluidos en las áreas del local definidas inicialmente), estos pueden ser, otros locales vecinos (así estén bajo condiciones de ambiente controlado, se supone que no siempre será así), áreas del local no acondicionadas, etc.

1. En el menú principal, en el recuadro de título: “CONDUCCIÓN Y CONVECCIÓN A TRVÉZ DE PAREDES, VIDRIOS Y PUERTAS

INTRIORES”, se debe suministrar el número de paredes interiores en el área en estudio (leer nota), con esto, aparece inmediatamente una opción de diseño para cada pared (cada pared deber ser identificada y diferenciada por el usuario, ya que se calculan las cargas en cada una por separado), seguidamente presionar la opción “Pared 1”, con lo que se mostrará un nuevo formulario para suministrar los datos de la misma.

The image shows a software interface for calculating thermal loads. It is divided into three main sections: PARED (Walls), PUERTAS (Doors), and VIDRIOS (Windows). The top section, titled "Conducción y Convección a través de Paredes, Puertas y Vidrios Interiores", has a dropdown for "N° de Paredes Interiores" set to 3. Below it are three checkboxes for "Pared 1", "Pared 2", and "Pared 3", with "Pared 1" selected. A "TOTAL" button and a "Kcal/h" field are also present. The middle section, titled "PARED", has a "Tipo de Pared" dropdown, a "VER PAREDES" button, and fields for "Caras con Revestimiento", "Tipo de Revestimiento", "Largo" (m), "Alto" (m), and "Qpar.int" (Kcal/h). The bottom section, titled "PUERTAS", has a "Con Puertas" checkbox, "Material" options (Madera, Vidrio, Metal), "Dimensiones de la Puerta" (Largo, Alto in m), and "Qpue.int" (Kcal/h). The "VIDRIOS" section has a "Con Vidrios" checkbox, an "IR" button, and a "kcal/h" field. At the bottom are "BORRAR", "CALCULAR", and "SIGUIENTE" buttons.

2. En el nuevo formulario se deben suministrar los datos allí requeridos,

En el caso de las paredes, éstos son:

- **Tipo de pared:** se debe especificar el material principal de fabricación de la pared o el que más se asemeje, entre estos están, ladrillo macizo, adoquines, hormigón vertido, entre otros; adicionalmente si se presiona el botón “VERPAREDES”, se pueden observar esquemas de los distintos tipos de paredes cargados en la herramienta.
- **Dimensiones de la pared:** especificar las dimensiones de la pared en estudio.
- **Caras con revestimiento:** especificar si la pared posee caras revestidas con otro material aparte del de fabricación antes nombrado.
- **Tipo de revestimiento:** Especificar (en caso de tener) el tipo de revestimiento que posee la pared.

En el caso de las puertas (si las hay, se selecciona la opción “Con puertas”), estos son:

- **Material:** Especificar el material de las puertas.

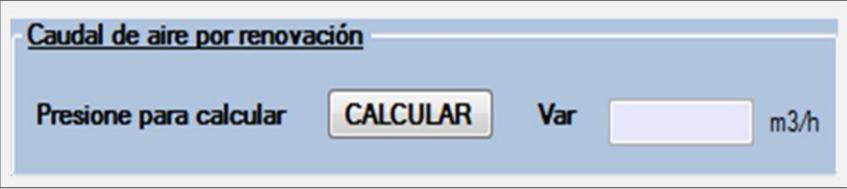
En el caso de los vidrios (si hay vidrios, se debe seleccionar la opción “Con vidrios” y seguidamente presionar el botón “IR”), estos son:

- **Área del vidrio:** Se debe especificar el área total cubierta por vidrios.
- **Disposición del vidrio:** Especificar si la orientación del vidrio es vertical u horizontal.
- **Estructura:** especificar si la estructura del vidrio es sencillo o doble,

- Composición: Especificar si la composición del vidrio es chasis simple o chasis doble.
 - Después de suministrar todos los datos correspondientes a los vidrios, se debe presionar el botón “CALCULAR”, seguidamente la herramienta mostrara las cagas atribuidas a la conducción y convección a través de vidrios interiores, luego se debe presionar el botón “SIGUIENTE” para retornar al formulario anterior.
3. Después de suministrados todos los datos referentes a las paredes, puertas y vidrios interiores, se debe presionar el botón “CALCULAR”, la herramienta mostrará las cargas atribuidas a cada elemento además de las cargas totales por paredes, puertas y vidrios, seguidamente se debe presionar el botón “SIGUIENTE”, para así retornar el formulario principal y llevar a cabo de nuevo el procedimiento con el resto de las paredes.

Determinación del calor debido al aire exterior necesario para la renovación del aire interior

Para la determinación del calor generado por el aire exterior introducido al local para renovar el aire interior, la herramienta muestra la interfaz:



The image shows a software interface window titled "Caudal de aire por renovación". Inside the window, there is a text prompt "Presione para calcular" followed by a button labeled "CALCULAR". To the right of the button is the text "Var" followed by an empty rectangular input field. To the right of the input field is the unit "m3/h".

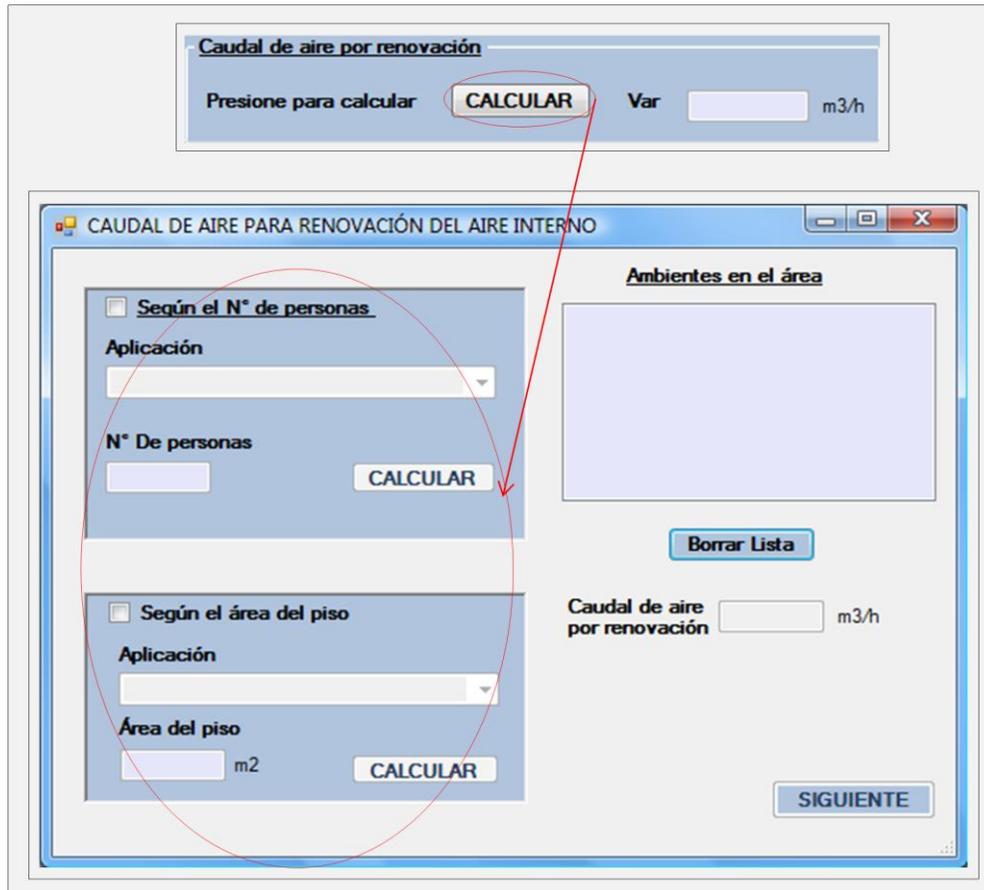
El procedimiento a seguir en esta etapa es el siguiente:

1. Presionar el botón “CALCULAR”, seguidamente se mostrará un nuevo formulario, en el cual se debe seleccionar el método a utilizar para la determinación de la cantidad de aire exterior a introducir al local, el método dependerá del tipo de aplicación de la zona o el área en estudio, a continuación se muestran las aplicaciones correspondientes a cada método:

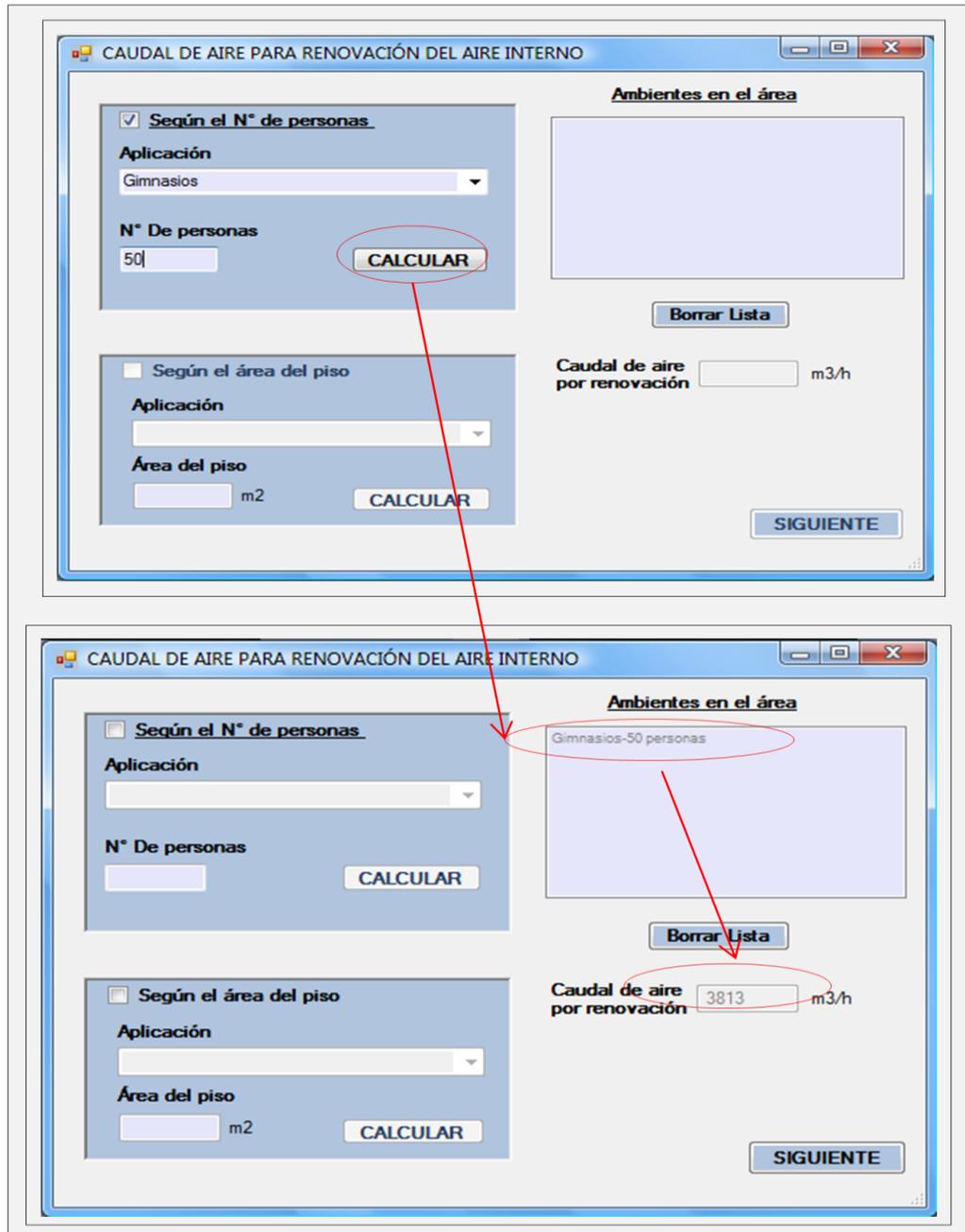
Según el N° de personas: Apartamentos en general, Aulas de clases en general, Bancos (Oficinas y público), Barberías, Bares, Billares, Boleras (Bowling), Boites, Cafeterías, Capillas funerarias, Cervecerías, Comedores, Comercios, Cuartos de hoteles, Despachos (Oficinas), Depósitos (generales), Discotecas y similares, Dormitorios en general, Fábricas (ambiente laboral en general), Farmacias (preparación de fármacos), Gimnasios, Laboratorios, Oficinas públicas, Oficinas privadas, Peluquerías, Restaurantes, Sala de conferencias, Salas y recibos, Salas de baile, Salones de belleza, Teatros y otros sitios de reunión públicos, Tiendas por departamentos y Viviendas en general.

Según el área del piso: Cocinas de restaurantes, Cocinas en viviendas, Corredores y pasillos, Garajes, Salas sanitarias.

266 Herramienta computacional para determinar las cargas térmicas que intervienen en el proceso de acondicionamiento de ambiente.

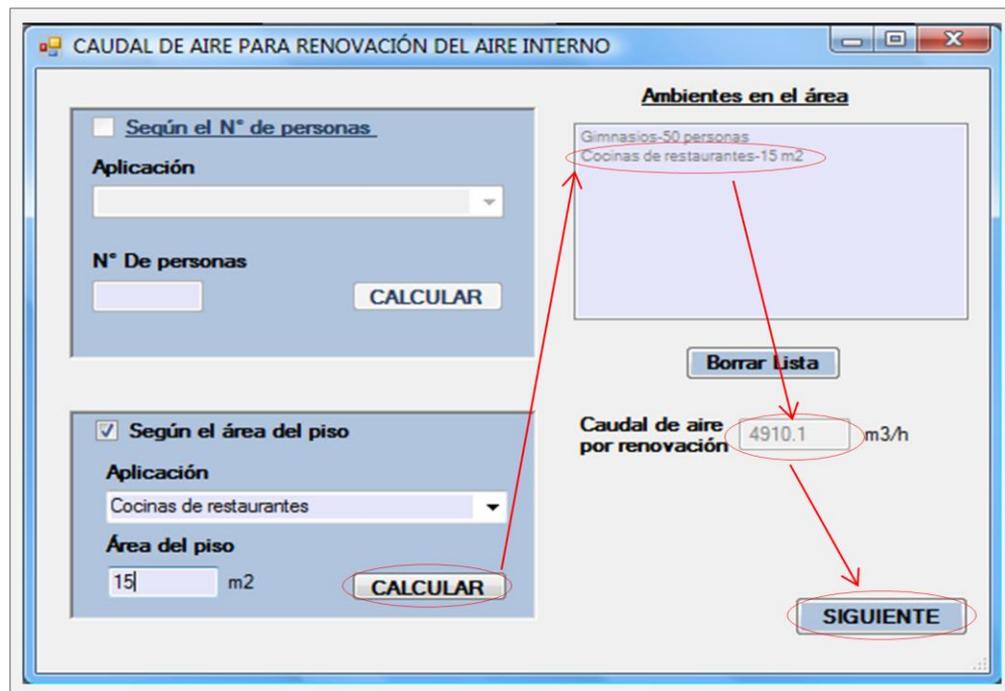


2. Después de seleccionado el método y el tipo de aplicación, se debe introducir el número de personas o el área del piso de la zona en estudio, según sea el tipo de método seleccionado, seguidamente se debe presionar el botón "CALCULAR" con lo que se mostrara en una lista, el tipo de aplicación y el número de personas ó área del piso seleccionados, además de las cargas correspondientes a ello.



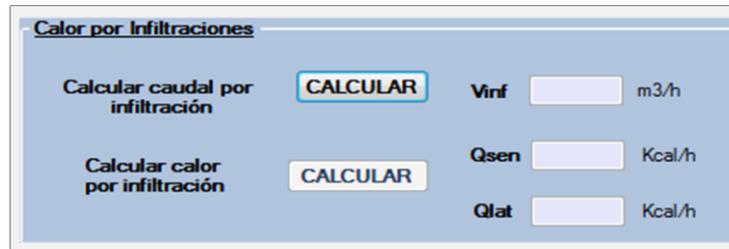
3. En caso de tener varios tipos de aplicaciones en el área de estudio (como por ejemplo un dormitorio con un baño) se pueden introducir los datos de la otra aplicación y presionar nuevamente "CALCULAR", para lo cual

la herramienta se encargará de acumular las cargas respectivas a cada aplicación, también se muestra bajo la lista el botón “Borrar”, este se encarga de borrar todos los datos en la lista, incluyendo las cargas previamente calculadas, por lo que si se presiona este botón, se deben introducir todos los datos nuevamente. Después de culminado el cálculo para las distintas aplicaciones, se debe presionar el botón “SIGUIENTE”, con lo que se retornara al formulario anterior para proseguir con la siguiente etapa del proceso.



Determinación del calor debido infiltraciones de aire exterior

Para la determinación del calor debido infiltraciones de aire exterior por, la herramienta muestra la siguiente interfaz:



Calor por Infiltraciones

Calcular caudal por infiltración Vinf m3/h

Calcular calor por infiltración Qsen Kcal/h

Qlat Kcal/h

Estas infiltraciones de aire exterior hacia el local son principalmente causadas por dos situaciones, por apertura de puertas y ventanas y por medio de las rendijas de dichas puertas y ventanas, la determinación de dicho caudal se realiza de la siguiente forma:

Inicialmente en la interfaz principal se debe presionar el botón “CALCULAR” (referente al cálculo del caudal por infiltraciones), seguidamente la herramienta muestra la interfaz para la determinación del calor debido infiltraciones de aire exterior por apertura de puertas y ventanas, como se muestra a continuación.

270 Herramienta computacional para determinar las cargas térmicas que intervienen en el proceso de acondicionamiento de ambiente.

The image shows a software interface for calculating thermal loads from window and door infiltration. The interface is divided into several sections:

- Calor por Infiltraciones:** A section at the top with a dropdown menu for "Dirección del viento paralelo a la pared" and a "Regresar" button. It contains two "CALCULAR" buttons and input fields for "Vinf" (m3/h), "Qsen" (Kcal/h), and "Qlat" (Kcal/h).
- INFILTRACIONES A TRAVÉS DE PUERTAS Y VENTANAS:** The main window title, with a "Ayuda" button.
- VENTANAS:** A section for window infiltration with options for "No hay ventanas", "Ventana batiente", and "Ventana de quillotina". It includes input fields for "Tipo", "% De área de apertura", "Designación", "Tamaño", and "Área en la pared cubierta por ventanas" (m2). It has "CALCULAR" and "CALCULAR PUERTAS" buttons.
- PUERTAS:** A section for door infiltration with options for "No hay puertas" and "Altura del local mayor a 30m". It includes input fields for "Tipo de puerta", "Frecuencia de utilización", and "Área total de puertas que puede ser abierta" (m2). It has a "CALCULAR" button.
- OTROS DATOS:** A section for other data with input fields for "Dirección del viento con respecto a la pared" and "Velocidad del viento" (km/h).
- Ambientes en el área:** A section at the bottom with a large empty box and input fields for "Infiltración por apertura de ventanas" (m3/h), "Infiltración por apertura de puertas" (m3/h), and "Infiltración total" (m3/h). It has "BORRAR" and "TOTAL" buttons.

A red circle highlights the "VENTANAS" and "PUERTAS" sections, and a red arrow points from the "CALCULAR" button in the top section to the "CALCULAR" button in the "PUERTAS" section.

El procedimiento a seguir en esta etapa es el siguiente:

Nota: se debe tener en cuenta que las ventanas y puertas a estudiar en este caso serán las que tengan contacto directo con el exterior y además de esto, que el viento choque directamente sobre estas en dirección perpendicular o de cualquier otra forma, por esto se resalta que las ventanas y puertas que no den al exterior o

que tengan una dirección paralela al viento no se deben tomar en cuenta para el cálculo de infiltraciones.

1. Para la determinación del volumen de infiltración por apertura de ventanas se debe seleccionar el tipo de ventana (batiente o de guillotina) o especificar en caso de que no hayan ventanas (leer **Nota**), en caso de existir ventanas en el área, después de haber seleccionado el tipo, se deben suministrar los datos correspondientes al mismo, estos son:

Para ventanas de tipo batientes:

- **Tipo:** Puede ser de tipo A, B, C, D, E, si se presiona el botón “Mostrar” se puede ver una imagen donde se muestran estos tipos de ventanas.
- **% de área que puede ser abierta:** es el porcentaje máximo del área total de la ventana que puede ser abierto, dependiendo del tipo de ventana seleccionado.
- **Área en la pared cubierta por ventanas:** se debe especificar el área total ocupada por todas las ventanas de este tipo en la pared estudiada.

Para ventanas de tipo guillotina:

- **Designación:** se especifica el tipo de marco de la ventana, de madera, de madera mal ajustado o de metal.
- **Tamaño:** se especifica el tamaño que mas se aproxime al tipo de ventana real en estudio.
- **Burlete de estanqueidad:** se especifica si la ventana posee o no burlete de estanqueidad.

- **Área en la pared cubierta por ventanas:** se debe especificar el área total ocupada por todas las ventanas de este tipo en la pared estudiada.

Otros datos:

Estos datos son necesarios tanto para el cálculo de las ventanas como el de las puertas.

- **Dirección del viento con respecto a la pared:** se debe indicar si el viento choca en dirección perpendicular u oblicua a la pared en estudio.
- **Velocidad del viento:** se debe indicar la velocidad del viento.

The screenshot shows a software window titled "INFILTRACIONES A TRAVÉS DE PUERTAS Y VENTANAS". It is divided into several sections:

- VENTANAS:** Contains a checkbox for "No hay ventanas", a "VER VENTANAS" button, a checkbox for "Ventana batiente" with a "Tipo" dropdown and "% De área de apertura" field, a checkbox for "Ventana de quillotina" with a "Designación" dropdown and "Con burlete" / "Sin burlete" checkboxes, and a "Tamaño" dropdown. At the bottom, there is a field for "Área en la pared cubierta por ventanas" with the value "12" and unit "m2", and "CALCULAR" and "CALCULAR PUERTAS" buttons.
- PUERTAS:** Contains a checkbox for "No hay puertas", a checkbox for "Altura del local mayor a 30m", a "Tipo de puerta" dropdown, a "Frecuencia de utilización" dropdown, a field for "Área total de puertas que puede ser abierta" with unit "m2", and a "CALCULAR" button.
- OTROS DATOS:** Contains a dropdown for "Dirección del viento con respecto a la pared" and a field for "Velocidad del viento" with unit "km/h".
- Ambientes en el área:** A large empty box for drawing. Below it, fields for "Infiltración por apertura de ventanas" (m3/h), "Infiltración por apertura de puertas" (m3/h), and "Infiltración total" (m3/h). Includes "BORRAR", "TOTAL", and "SIGUIENTE" buttons.

- Después de seleccionado el tipo de ventana y los datos correspondientes a esta, se debe presionar el botón “CALCULAR”, la herramienta mostrará en una lista la ventana seleccionada y sus características, en caso de existir distintos tipos de ventanas en el área en estudio se debe repetir el mismo procedimiento anterior y así introducir todos los tipos, la herramienta se encargara de acumular y mostrar el volumen total de infiltración a través de éstas.

INFILTRACIONES A TRAVÉS DE PUERTAS Y VENTANAS

Ayuda

VENTANAS

No hay ventanas

VER VENTANAS

Ventana batiente

Tipo: Ventana tipo 1

% De área de apertura: 25%

Ventana de quillotina

Designación: []

Tamaño: []

Con burlete

Sin burlete

Área en la pared cubierta por ventanas: 12 m²

CALCULAR **CALCULAR PUERTAS**

PUERTAS

No hay puertas

Altura del local mayor a 30m

Tipo de puerta: []

Frecuencia de utilización: []

Área total de puertas que puede ser abierta: [] m²

CALCULAR

OTROS DATOS

Dirección del viento con respecto a la pared: PERPENDICULA

Velocidad del viento: 12 km/h

Ambientes en el área

Ventana tipo 1, Batiente 25% abierta

Infiltración por apertura de ventanas: 158.4 m³/h

Infiltración por apertura de puertas: [] m³/h

Infiltración total: [] m³/h

BORRAR **TOTAL** **SIGUIENTE**

3. Para la determinación del volumen de infiltración por apertura de puertas, se debe presionar inicialmente el botón “CALCULAR PUERTAS”, luego se debe especificar el tipo de puerta o si no existen en el área en estudio, en caso de haber puertas se deben suministrar los datos de la misma, los cuales son el tipo de puerta, frecuencia de utilización y el área máxima de la puerta que puede ser abierta, seguidamente se debe presionar el botón “Introducir”, la herramienta mostrará en una lista la puerta seleccionada y sus características, en caso de existir distintos tipos de puertas en el área en estudio se debe repetir el mismo procedimiento anterior y así introducir todos los tipos, la herramienta se encargará de acumular y mostrar el volumen total de infiltración a través de éstas.

INFILTRACIONES A TRAVÉS DE PUERTAS Y VENTANAS

Ayuda

VENTANAS

No hay ventanas

VER VENTANAS

Ventana batiente

Tipo: % De área de apertura:

Ventana de quillotina

Designación: Con burlete Sin burlete

Tamaño: Área en la pared cubierta por ventanas: 12 m²

CALCULAR CALCULAR PUERTAS

PUERTAS

No hay puertas

Altura del local mayor a 30m

Tipo de puerta: Puerta de madera (2, 1x0,9 m)

Frecuencia de utilización: Utilización media

Área total de puertas que puede ser abierta: 2 m²

CALCULAR

OTROS DATOS

Dirección del viento con respecto a la pared: PERPENDICULA

Velocidad del viento: 12 km/h

Ambientes en el área

Ventana tipo 1, Batiente 25% abierta

Puerta de madera (2, 1x0,9 m), Utilización media x 2m²

Infiltración por apertura de ventanas: 158.4 m³/h

Infiltración por apertura de puertas: 111.28 m³/h

Infiltración total: m³/h

BORRAR TOTAL SIGUIENTE

4. Finalmente se debe presionar el botón “TOTAL” con esto, la herramienta sumara y mostrará el volumen de infiltración total por apertura de puertas y ventanas, después de esto se debe presionar el botón “SIGUIENTE”, con lo cual se regresa al formulario principal para concretar el cálculo del calor por infiltraciones.

INFILTRACIONES A TRAVÉS DE PUERTAS Y VENTANAS

Ayuda

VENTANAS

No hay ventanas

VER VENTANAS

Ventana batiente

Tipo % De área de apertura

Ventana de quillotina

Designación

Con burlete

Tamaño

Sin burlete

Área en la pared cubierta por ventanas 12 m2

CALCULAR **CALCULAR PUERTAS**

PUERTAS

No hay puertas

Altura del local mayor a 30m

Tipo de puerta

Frecuencia de utilización

Área total de puertas que puede ser abierta 2 m2

CALCULAR

OTROS DATOS

Dirección del viento con respecto a la pared

Velocidad del viento 12 km/h

Ambientes en el área

Ventana tipo 1, Batiente 25% abierta
Puerta de madera (2,1x0,9 m), Utilización media x 2m2

Infiltración por apertura de ventanas 158.4 m3/h

Infiltración por apertura de puertas 111.28 m3/h

Infiltración total 396.4 m3/h

BORRAR **TOTAL** **SIGUIENTE**

Determinación final del calor por infiltraciones

Nota: En el caso del calor por infiltración, solo existirá si existe caudal de infiltración, aunque ya se ha calculado este último, se debe comparar su valor con el valor del caudal por aire de renovación, si el caudal por aire de renovación es mayor, y tomando en cuenta otras consideraciones, la herramienta determinará si existe o no cargas caloríficas adjudicadas a esto.

1. Después de determinado el volumen total de aire por infiltraciones, en el formulario principal se debe presionar el botón “CALCULAR” (el referido al calor por infiltración), con esto la herramienta mostrará las cargas caloríficas por infiltraciones en caso de haber, en caso de no haber, se mostrará un mensaje indicándose.

Calor por Infiltraciones

Calcular caudal por infiltración Vinf 236.6500 m3/h

Calcular calor por infiltración Qsen 304.616 Kcal/h

Qlat 0.466115 Kcal/h

Determinación de las cargas interiores en el local

En el formulario principal, para la determinación de las cargas interiores en el área en estudio, se muestra la siguiente interfaz:

CARGAS TÉRMICAS INTERNAS

Presione para calcular Qsen Kcal/h

Qlat Kcal/h

Las cargas internas se dividen en, calor debido a los ocupantes, calor debido a los aparatos, calor debido a motores eléctricos, calor debido al alumbrado y calor debido a bombas y ventiladores, al presionar el botón “CALCULAR” en el menú principal, la herramienta mostrará un nuevo formulario para la determinación de cada una las cargas interiores.

CARGAS TÉRMICAS INTERNAS

Ayuda

CARGAS TÉRMICAS POR OCUPANTES

Tipo de aplicación del local

Cargas sensibles kcal/h

Cargas latentes kcal/h

Número de personas

BORRAR **CALCULAR**

CARGAS TÉRMICAS POR APARATOS

No existen aparatos en el ambiente

Aparato

Otros aparatos

Cargas Sensibles kcal/h

Cargas Latentes kcal/h

N° De aparatos

BORRAR **CALCULAR**

CARGAS TÉRMICAS POR ALUMBRADO

Lámpara fluorescente

Potencia útil W

Número de lámparas

Lámpara incandescente

Potencia útil W

Número de lámparas

BORRAR **CALCULAR**

Cargas sensibles kcal/h

CARGAS TÉRMICAS POR BOMBAS Y VENTILADORES

No existen bombas o ventiladores en el ambiente

Fluido circula hacia fuera del recinto

Potencia eléctrica del motor W

Fluido circula dentro del recinto

Rendimiento del motor

Cargas Sensibles kcal/h

BORRAR **CALCULAR** **BORRAR**

TOTAL CARGAS INTERNAS

Total Cargas Sensibles kcal/h

Total Cargas Latentes kcal/h

BORRAR **CALCULAR**

CARGAS TÉRMICAS POR MOTORES ELÉCTRICOS

No existen motores eléctricos en el ambiente

Potencia eléctrica del motor W

Motor dentro del recinto y máquina accionada fuera

Rendimiento del motor

Motor fuera del recinto y máquina accionada dentro

Motor y máquina accionada dentro del recinto

Cargas Sensibles kcal/h

CALCULAR **BORRAR**

SIGUIENTE

Calor debido a los ocupantes.

Para la determinación del calor debido a los ocupantes en el local, la herramienta muestra la siguiente interfaz:

The screenshot shows a software interface titled "CARGAS TÉRMICAS POR OCUPANTES". It features a dropdown menu for "Tipo de aplicación del local", three input fields for "Número de personas", "Cargas sensibles" (with "kcal/h" unit), and "Cargas latentes" (with "kcal/h" unit). Below the input fields are two buttons: "BORRAR" and "CALCULAR".

El procedimiento a seguir en esta etapa es el siguiente:

1. Se debe introducir el tipo de aplicación para la cual está destinada el área del local en estudio, así como el número aproximado de personas que se encontrarán en la misma. Luego se debe presionar el botón "CALCULAR" para obtener las cargas sensibles y latentes correspondientes a los ocupantes del área en estudio.

This screenshot shows the same interface as above, but with red annotations. Red ovals highlight the "Tipo de aplicación del local" dropdown (containing "Oficina, hotel, apartamento, casa, escuela superior"), the "Número de personas" input field (containing "6"), the "Cargas sensibles" input field (containing "314.76 kcal/h"), and the "Cargas latentes" input field (containing "268.32 kcal/h"). Red arrows point from these highlighted areas to the "CALCULAR" button, which is also highlighted with a red oval.

Determinación del calor debido a los diversos aparatos ubicados dentro del local.

Para la determinación del calor debido a los diversos aparatos ubicados dentro del local, la herramienta muestra la siguiente interfaz:



The screenshot shows a software interface for calculating thermal loads. It features a title bar 'CARGAS TÉRMICAS POR APARATOS'. On the left, there are two main options: 'No existen aparatos en el ambiente' (unchecked) and 'Otros aparatos' (unchecked). Below these, there is a dropdown menu for 'Aparato', and two input fields for 'Cargas Sensibles' and 'Cargas Latentes', both labeled 'kcal/h'. At the bottom left is an input field for 'N° De aparatos'. On the right, there is a section titled 'Listado de Aparatos' with a large empty box. Below this box are two buttons: 'BORRAR' and 'CALCULAR'. At the bottom right, there are two output fields: 'Cargas Sensibles Totales' and 'Cargas Latentes Totales', both labeled 'kcal/h'.

El procedimiento a seguir en esta etapa es el siguiente:

1. Seleccionar el aparato de la lista mostrada, así como el número de aparatos (del tipo seleccionado) ubicados en el área en estudio, luego presionar el botón “CALCULAR”, la herramienta se encargará de introducir en una lista visible el tipo y el número de aparatos seleccionados, de esta manera se pueden introducir cada uno de los aparatos ubicados en el área estudiada y la herramienta se encarga de acumular las cargas generadas por cada uno en específico, en caso de aparatos especiales que no se encuentren precargados en la herramienta, se debe seleccionar la opción “Otros aparatos” e introducir directamente las cargas sensible y latentes generadas por estos.

280 Herramienta computacional para determinar las cargas térmicas que intervienen en el proceso de acondicionamiento de ambiente.

CARGAS TÉRMICAS POR APARATOS

No existen aparatos en el ambiente

Aparato: Cafetera (Gas)

Otros aparatos

Cargas Sensibles: [] kcal/h

Cargas Latentes: [] kcal/h

N° De aparatos: 1

Listado de Aparatos

- Computadora (Escritorio) x 2
- Plancha ropa x 1
- Cafetera (Gas) x 1

BORRAR CALCULAR

Cargas Sensibles Totales: 1745.8 kcal/h

Cargas Latentes Totales: 627.8 kcal/h

Determinación del calor debido al alumbrado.

Para la determinación del calor debido al alumbrado, la herramienta muestra la siguiente interfaz:

CARGAS TÉRMICAS POR ALUMBRADO

Lámpara fluorescente

Potencia útil: [] W

Número de lámparas: []

Lámpara incandescente

Potencia útil: [] W

Número de lámparas: []

Listado de Lámparas

[]

BORRAR CALCULAR

Cargas sensibles: [] kcal/h

El procedimiento a seguir en esta etapa es el siguiente:

1. Para la determinación de las cargas por alumbrado se debe introducir los datos del tipo de lámparas (fluorescente o incandescente) y seguidamente su respectiva potencia útil y número de lámparas, seguidamente se debe presionar el botón "CALCULAR", la herramienta mostrará en una lista las características de la lámpara seleccionada y la cantidad de éstas, en caso de existir varios tipos de lámparas en el área del local en estudio se

pueden introducir los distintos tipos en la lista suministrando los nuevos datos después de introducir el primer tipo de lámpara, la herramienta se encarga de acumular las cargas generadas por cada tipo en específico.

Determinación del calor debido a motores eléctricos

Para la determinación del calor debido a motores eléctricos la herramienta muestra la siguiente interfaz.

El procedimiento a seguir en esta etapa es el siguiente:

1. Inicialmente se deben suministrar los datos correspondientes al motor, estos son:
 - **Ubicación del motor y la máquina en el recinto:** Se debe especificar si solo el motor se encuentra dentro del local, solo la máquina accionada por el motor ó si ambos.
 - **Potencia eléctrica:** es la potencia nominal indicada en la placa del motor en estudio.
 - **Rendimiento del motor**

Dichos parámetros se encuentran ubicados tal cual se muestran a continuación:

CARGAS TÉRMICAS POR MOTORES ELÉCTRICOS

No existen motores eléctricos en el ambiente

Motor dentro del recinto y máquina accionada fuera

Motor fuera del recinto y máquina accionada dentro

Motor y máquina accionada dentro del recinto

Potencia eléctrica del motor W

Rendimiento del motor

Motores Eléctricos

CALCULAR BORRAR

Cargas Sensibles kcal/h

2. Después de suministrados los datos correspondientes al motor, se debe presionar el botón “CALCULAR”, con lo cual la herramienta mostrará las cargas sensibles correspondientes al mismo, a la vez que introduce los datos en una lista y en caso de existir varios motores se puede calcular las cargas generadas por cada uno de ellos.

CARGAS TÉRMICAS POR MOTORES ELÉCTRICOS

No existen motores eléctricos en el ambiente
 Motor dentro del recinto y máquina accionada fuera
 Motor fuera del recinto y máquina accionada dentro
 Motor y máquina accionada dentro del recinto

Potencia eléctrica del motor: 1600 W
 Rendimiento del motor: 0.8

Motores Eléctricos

Motor de pot. 1500W y rend. 0.8
 Motor de pot. 1600W y rend. 0.8

CALCULAR BORRAR

Cargas Sensibles: 533.2 kcal/h

Determinación del calor debido ventiladores y bombas

Para la determinación del calor debido a los ventiladores y bombas la herramienta muestra la siguiente interfaz:

CARGAS TÉRMICAS POR BOMBAS Y VENTILADORES

No existen bombas o ventiladores en el ambiente
 Fluido circula hacia fuera del recinto
 Fluido circula dentro del recinto

Potencia eléctrica del motor: W
 Rendimiento del motor:

Bombas y Ventiladores

CALCULAR BORRAR

Cargas Sensibles: kcal/h

El procedimiento a seguir en esta etapa es el siguiente:

1. Inicialmente se deben suministrar los datos correspondientes a la bomba o el ventilador, estos son:

- **Circulación del fluido en el recinto:** Se debe especificar si el fluido impulsado por la bomba o el ventilador se traslada dentro o hacia fuera del recinto.
- **Potencia eléctrica:** es la potencia nominal indicada en la placa del motor de la bomba o el ventilador en estudio.
- **Rendimiento del motor**

Dichos parámetros se encuentran ubicados tal cual se muestran a continuación:

The screenshot shows a software window titled "CARGAS TÉRMICAS POR BOMBAS Y VENTILADORES". It contains three radio button options: "No existen bombas o ventiladores en el ambiente", "Fluido circula hacia fuera del recinto", and "Fluido circula dentro del recinto". The second and third options are circled in red. To the right of these options are input fields for "Potencia eléctrica del motor" (with a unit "W") and "Rendimiento del motor". Below these is a section titled "Bombas y Ventiladores" with a large empty text area. At the bottom right, there are two buttons: "CALCULAR" and "BORRAR". Below the buttons is a label "Cargas Sensibles" followed by an input field and the unit "kcal/h".

2. Después de suministrados los datos correspondientes al motor, se debe presionar el botón "CALCULAR", con lo cual la herramienta mostrará las cargas sensibles correspondientes al mismo, a la vez que introduce los datos en una lista y en caso de existir varios ventiladores o bombas se puede calcular las cargas generadas por cada uno de ellos.

CARGAS TÉRMICAS POR BOMBAS Y VENTILADORES

No existen bombas o ventiladores en el ambiente

Fluido circula hacia fuera del recinto Potencia eléctrica del motor 1600 W

Fluido circula dentro del recinto Rendimiento del motor 0.7

Bombas y Ventiladores

Ventilador o bomba de pot. 1500W y rend. 0.8
Ventilador o bomba de pot. 1600W y rend. 0.7

CARGAS SENSIBLES 1634 kcal/h

Determinación de las condiciones de suministro (Balance psicrométrico)

El balance psicrométrico es llevado a cabo por la herramienta con el uso de las cargas térmicas en el local calculadas hasta esta etapa del proceso, las cuales son: las cargas sensibles y latentes del local y el caudal de renovación, entonces para la determinación de las condiciones de suministro solo se debe suministrar el tipo de aplicación del local y seguidamente presionar el botón “CALCULAR”, con lo que la herramienta mostrará las condiciones de suministro requeridas, además de un mensaje indicando que se debe verificar que bajo dichas condiciones de suministro no se genere condensación en la UTA, entonces se debe presionar el botón “VERIFICAR” y seguir las instrucciones allí indicadas, finalmente se debe presionar el botón “SIGUIENTE” y proseguir así con la siguiente etapa del proceso.

286 Herramienta computacional para determinar las cargas térmicas que intervienen en el proceso de acondicionamiento de ambiente.

Ayuda

TOTALES

Total Carga Sensible del local: 3500 Kcal/h

Total Carga Latente del local: 500 Kcal/h

Total Volumen de aire exterior: 400 m3/h

CONDICIONES DE SUMINISTRO

Aplicación General: Apartamentos, Casas, Residencias en General

Factor de Bypass: 0.4

Otra aplicación: Factor de Bypass: []

Volumen de suministro: 903.0225 m3/h

Temperatura de Suministro: 9.634924 C

Humedad Especifica de Suministro: 18.85512044 g/Kg

Temperatura entrada al equipo: 30.08731 C

Temperatura ADP: -4 C

VERIFICAR

CALCULAR

BORRAR

SIGUIENTE

Determinación del calor debido a las instalaciones.

Para la determinación del calor debido a las instalaciones, la herramienta muestra la siguiente interfaz:

Q1

CARGAS POR INSTALACIÓN

Coefficiente global del conducto
Tipo de conducto

Otro tipo de conducto
Coeficiente global de transferencia de calor W/m².K

Velocidad del aire en el conducto
Aplicación

Cond. de suministro Cond. de retorno
 Otra aplicación
Vel. del aire en conducto m/s

Conductos de Suministro y Retorno

Otros datos

Long. conducto expuesto a ambiente no acondicionado m

Perímetro del conducto m

Temp. exterior al conducto °C

Temperatura de Suministro 14.38716 °C

Cargas sensibles kcal/h **BORRAR** **CALCULAR**

CARGAS POR FUGAS EN CONDUCTOS

Longitud total de los conductos de suministro ubicados en ambientes no acondicionados m

Longitud total de los conductos de suministro de la instalación m

Cargas Latentes kcal/h Cargas Sensibles kcal/h **CALCULAR**

CARGAS TÉRMICAS POR MOTOR DEL VENTILADOR

Con Motores

Motor del ventilador inmerso en la corriente de aire

Motor del ventilador fuera de la corriente de aire

Incremento de presión entre aspiración e impulsión Pa Rendimiento del ventilador %

Velocidad del aire en la boca de impulsión m/s Rendimiento del motor eléctrico %

Velocidad del aire en la boca de aspiración m/s Caudal Volumétrico (precargado)

CALCULAR **Qmot** (kcal/h)

TOTAL CARGAS POR INSTALACIÓN, FUGAS Y MOTOR

Total Cargas sensibles kcal/h Total Cargas latentes kcal/h **CALCULAR**

SIGUIENTE

Como se puede observar, las cargas térmicas debido a la instalación, se dividen en tres, las cuales son: Cargas térmicas por transferencia de calor en los conductos, Cargas térmicas por fugas en los conductos de suministro y cargas térmicas por el motor del ventilador de impulsión, el procedimiento para la determinación de cada una de estas se explica a continuación:

Determinación del calor debido a la transferencia de calor en los conductos.

1. Seleccionar el tipo de ducto usado en la instalación, o en sumo caso el tipo de ducto que está expuesto a ambientes no acondicionados. En caso de que el ducto utilizado no aparezca en la lista, se debe especificar el coeficiente global de transferencia de calor (en las unidades especificadas), según sean las condiciones de velocidad del aire interior, exterior, y materiales que conformen el ducto.
2. Para el cálculo de la velocidad del aire dentro del conducto, se debe seleccionar el tipo de aplicación, así como también se debe especificar si el ducto en estudio es de suministro o de retorno de aire. En caso de que la aplicación requerida no aparezca en la lista que muestra la herramienta, se debe especificar directamente la velocidad del aire dentro del conducto (en las unidades especificadas).
3. Introducir los datos restantes, correspondientes a el perímetro del conducto, el largo del segmento de conducto en estudio (Longitud dl conducto expuesto al ambiente no acondicionado) y la temperatura del ambiente no acondicionado a el cual está expuesto el conducto.

- Al presionar el botón “CALCULAR” la herramienta se encarga de mostrar en una lista el tipo de ducto seleccionado y su respectiva longitud y de calcular las cargas caloríficas correspondientes a los datos suministrados, en caso de haber distintos tipo de conductos se deben suministrar los datos del otro conducto e introducirlos en la lista nuevamente, la herramienta se encargará de acumular las cargas generadas por cada tipo de ducto suministrado.
- El botón “Borrar” se encarga de eliminar los datos almacenados hasta el momento, incluyendo las cargas caloríficas, por lo que al borrar la lista se deben introducir todos los datos nuevamente.

CARGAS POR INSTALACIÓN

Coefficiente global del conducto

Tipo de conducto
Chapa metálica con aislamiento interior proyectado o sujeto de 12mm y 32kg/m3

Otro tipo de conducto

Coefficiente global de transferencia de calor W/m2.K

Velocidad del aire en el conducto

Aplicación
Apartamento

Cond. de suministro Cond. de retorno

Otra aplicación

Vel. del aire en conducto m/s

Otros datos

Long. conducto expuesto a ambiente no acondicionado
 6 m

Perímetro del conducto
 2 m

Temp. exterior al conducto
 32 °C

Temperatura de Suministro
 14.38716 °C

Conductos de Suministro y Retorno

Cond. Met Aislam. Int. de 12mm y 32kg/m3 x 6m

Cargas sensibles 395.33780664 kcal/h

BORRAR **CALCULAR**

Determinación del calor debido a fugas en los conductos de suministro de aire ubicados en ambientes no acondicionados.

Para la determinación del calor debido a fugas en conductos de suministro de aire ubicados en ambientes no acondicionados, la herramienta muestra la siguiente interfaz:

El procedimiento a seguir en esta etapa es el siguiente:

1. Introducir los datos de longitud del segmento de conducto de suministro expuesto a ambiente no acondicionado (en caso de haber varios segmentos expuestos se deben sumar todas sus longitudes e introducir dicha sumatoria como una longitud total) y de longitud total de todos los conductos de suministro de a instalación.
2. Presionar el botón “Calcular” e instantáneamente la herramienta mostrará las cargas correspondientes a fugas en los conductos de suministro.

CARGAS POR FUGAS EN CONDUCTOS

Longitud total de los conductos de suministro ubicados en ambientes no acondicionados	6	m
Longitud total de los conductos de suministro de la instalación	60	m
Cargas Latentes	58.4319137	kcal/h
Cargas Sensibles	35.79983445	kcal/h

CALCULAR

Determinación del calor debido al motor del ventilador de suministro de aire.

1. Especificar si el motor del ventilador de suministro de aire se encuentra inmerso o fuera de la corriente de aire dentro del conducto.
2. Suministrar los datos correspondientes al ventilador como lo son, Incremento de presión entre aspiración e impulsión, Velocidad del aire en la boca de impulsión, Velocidad del aire en la boca de aspiración, Rendimiento del ventilador, Rendimiento del motor eléctrico.
3. Presionar el botón “Calcular” con lo que la herramienta mostrará las cargas caloríficas atribuidas al motor del ventilador de suministro.

Condiciones finales de trabajo del equipo.

La interfaz utilizada por la herramienta para mostrar las condiciones finales de trabajo del equipo de acondicionamiento se muestra a continuación:

292 Herramienta computacional para determinar las cargas térmicas que intervienen en el proceso de acondicionamiento de ambiente.

CONDICIONES FINALES DE TRABAJO DEL EQUIPO

RESUMEN DE TOTAL DE CARGAS TÉRMICAS		RESUMEN DE TOTAL DE CAUDALES			
Total Calor Sensible del local (RSH)	12282.27	Kcal/h	Total Volumen de aire exterior (Vae)	656.4	m3/h
Total Calor Latente del local (RTH)	775	Kcal/h	Volumen de suministro (Vs)	3879.468	m3/h
Calor Sensible por aire de renovación(OASH)	3045.696	Kcal/h	Volumen de retorno (Vr)	-3879.468	m3/h
Calor Sensible por aire de renovación(OALH)	10579.2	Kcal/h	TOTAL CARGA TÉRMICA DEL LOCAL		
Calor Total por instalación y fugas	3019.09606981	Kcal/h	Capacidad del Equipo de Acondicionamiento	30315.37554	Kcal/h
				121261.502	Btu/h
			CALCULAR	10.1051251	TON
					FINALIZAR

Apéndice C: Determinación de las condiciones exteriores de diseño

La correcta selección de las condiciones exteriores de diseño es de suma importancia para la obtención de los resultados más idóneos durante el desarrollo de un proyecto de acondicionamiento de ambiente, ya que dichas condiciones influyen significativamente sobre las cargas caloríficas que actúan sobre el local; a continuación se lleva a cabo la selección de dichas condiciones para la ciudad de Valencia, Edo. Carabobo.

El procedimiento a seguir es el siguiente:

1. Se debe obtener el registro de las más altas temperaturas para cada mes del año de por lo menos los últimos 10 años, esto para la zona donde se ubique el local en estudio, en este caso, para la ciudad de Valencia, Edo. Carabobo, (en este caso los registros fueron obtenidos de la pag. Web <http://www.Tutiempo.net>) los resultados se muestran a continuación:

Mes \ Año	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Enero	31	33	35	34	33	34	35	32	33	36
Febrero	31	33	35	35	37	33	34	33	34	37
Marzo	31	38	39	38	37	38	36	36	37	35
Abril	33.3	34	35	37	38	38	36	39	37	36
Mayo	34	34	35	34	34.4	35	33	34	35	34
Junio	33	30	33	33	34	32	33	33	34	33
Julio	32	32	34	32	33	34	33	32	34	33
Agosto	32	31	37	33	33	32	33	34	35	33
Septiembre	31	34	36	34	33	34	34	35	36	35
Octubre	32	33	35	34	35	33	36	35	35	34
Noviembre	36	34	36	35	34	33	35	35	35	34
Diciembre	32	35	36	33	36	35	34	33	34	33

Temperaturas máximas de cada mes en la ciudad de Valencia

2. Se deben determinar las mal altas temperaturas y al mismo tiempo el mes en que estas mas se repiten, en este caso las mayores son 37, 38 y 39°C, a la vez, se debe determinar en qué mes se repiten mayor cantidad de veces alguna de dichas temperaturas, para así seleccionar la temperatura y mes de diseño, los resultados obtenidos son los siguientes:

Mes \ Año	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Enero	31	33	35	34	33	34	35	32	33	36
Febrero	31	33	35	35	37	33	34	33	34	37
Marzo	31	38	39	38	37	38	36	36	37	35
Aabril	33.3	34	35	37	38	38	36	39	37	36
Mayo	34	34	35	34	34.4	35	33	34	35	34
Junio	33	30	33	33	34	32	33	33	34	33
Julio	32	32	34	32	33	34	33	32	34	33
Agosto	32	31	37	33	33	32	33	34	35	33
Septiembre	31	34	36	34	33	34	34	35	36	35
Octubre	32	33	35	34	35	33	36	35	35	34
Noviembre	36	34	36	35	34	33	35	35	35	34
Diciembre	32	35	36	33	36	35	34	33	34	33

Temperaturas máximas más recurrentes

Como se puede observar en la tabla anterior, la temperatura mas recurrente es la de 38°C, la cual se repite mayor cantidad de veces en el mes de marzo, por lo tanto

Temperatura exterior de diseño=38°C

Mes de diseño= Marzo

3. Se debe obtener el registro de las humedades relativas promedio para el mes seleccionado (marzo) de por lo menos los últimos 10 años, para luego obtener un promedio de las mismas, dicho promedio será el valor

de la Humedad relativa de diseño exterior, los resultados se muestran a continuación.

Año	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Mes de Marzo	65	71	57	64	64	67	69	61	61	60

Humedades relativas promedio para el mes de marzo

El promedio de los datos anteriores fue de 64%

Por lo tanto

Humedad relativa exterior de diseño= 64%

- Se debe obtener el registro de las velocidades del viento promedio para el mes seleccionado (marzo) de por lo menos los últimos 10 años, para luego obtener un promedio de las mismas, dicho promedio será el valor de la Velocidad del viento de diseño, los resultados se muestran a continuación.

Año	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Mes de Marzo	11.6	10.4	10.4	11.6	9.7	10.1	9.3	9	9.9	10.4

Velocidades del viento promedio para el mes de marzo

El promedio de los datos anteriores fue de 10.3 m/s

Por lo tanto

Velocidad del viento de diseño= 10.3m/s

- La dirección del viento seleccionada será hacia el Este, ya que según la pagina Web consultada, esa es la más recurrente.

296 *Herramienta computacional para determinar las cargas térmicas que intervienen en el proceso de acondicionamiento de ambiente.*

Anexos

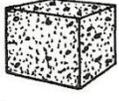
CONDICIONES DE PROYECTO RECOMENDADAS PARA AMBIENTE INTERIOR* – INVIERNO Y VERANO										
TIPO DE APLICACIÓN	VERANO					INVIERNO				
	DE LUJO		PRÁCTICA COMERCIAL			CON HUMECTACIÓN		SIN HUMECTACIÓN		
	Temperatura seca (°C)	Hum. rel. %	Temperatura seca (°C)	Hum. rel. %	Variación de temperatura (°C) **	Temperatura seca (°C)	Hum. rel. %	Variación de temperatura (°C) ***	Temperatura seca (°C)	Variación de temperatura (°C) ***
CONFORT GENERAL (Apartamento, Chalet hotel, Oficina, Colegio, Hospital, etc.)	23-24	50-45	25-26	50-45	1 a 2	23-24	35-30	- 1,5 a - 2	24-25	- 2
TIENDAS COMERCIALES (Ocupación de corta duración) (Banco, Barbero y peluquería, Grandes almacenes, Supermercados, etc.)	24-26	50-45	26-27	50-45	1 a 2	22-23	35-30 ****	- 1,5 a - 2	23-24	- 2
APLICACIONES DE BAJO FACTOR DE CALOR SENSIBLE (Carga latente elevada) (Auditorio, Iglesia, Bar, Restaurantes, Cocinas, etc.)	24-26	55-50	26-27	60-50	0,5 a 1	22-23	40-35	- 1 a - 2	23-24	- 2
CONFORT INDUSTRIAL (Secciones de montaje, Salas de máquinas, etc.)	25-27	55-45	26-29	60-50	2 a 3	20-22	35-30	- 2 a - 3	21-23	- 3

Anexo N°1 [4]

298 Herramienta computacional para determinar las cargas térmicas que intervienen en el proceso de acondicionamiento de ambiente.

INDUSTRIA	APLICACIÓN	Temp. seca (°C)	Humedad relat. %	INDUSTRIA	APLICACIÓN	Temp. seca (°C)	Humedad relat. %
ABRASIVOS	Fabricación	24-27	45-50	CERVECERÍA	Cerveza blanca	0-2	75
FÓSFOROS	Fabricación	22-23	50		Cerveza negra	4-7	75
	Secado	21-24	40		Cava de fermentación:		
	Almacenaje	15-17	50		Cerveza blanca	4-7	75
APARATOS ELÉCTRICOS	Arrollamientos, bobinas, material electrónico	22	15		Cerveza negra	13	75
	Montaje lámparas	20	40		Trasiego	0-2	75
	Instrumentos electrónicos			CERÁMICA	Refractarios	43-65	50-90
	Fabricación y laboratorio	21	50-55		Modelado	27	60-70
	Montaje termostatos	24	50-55		Almacén de arcillas	15-27	35-65
	Montaje higrostatos	24	50-55		Decoración	24-27	45-50
	Montajes de precisión	22	40-45	CEREALES EN COPOS	Empaquetado	24-27	45-50
	Ensayos aparatos de medida	23-24	60-63	GOMA DE MASCAR	Fabricación	25	33
	Montaje fusibles e interruptores	23	50		Laminado	20	63
	Fabric. condensad.	23	50		Cortado	22	59
	Almacén papel	23	50		Empaquetado	23	58
	Aislamiento cables	24	65-70	CONTRAPLACADOS	Prensa calor-Resina	32	60
	Pararrayos	20	20-40		Prensa fría	32	15-25
	Montaje y ensayo de disyuntores	24	30-60	COSMÉTICOS	Fabricación	18-21	-
	Rectif. de Selenio y Óxido de Cobre	23	30-40	CUERO	Secado		
PANADERÍA	Amasado	24-27	40-50		Curtido vegetal	21	75
	Fermentación	24-28	70-75		Curtido al cromo	49	75
	Espera, antes cochura	33-36	80-85		Almacenaje	10-16	40-60
	Enfriamiento del pan	21-27	80-85	DESTILACIÓN	Conservación de:		
	Cámara fría	4-7	-		Grano	15	35-40
	Preparación	26-28	65-70		Fermanto líquido	0-1	
	Pastelería	35-40	-		Fabricación	15-24	45-60
	Pastas secas y bizcochos	15-18	50		Envejecimiento	18-22	50-60
	Empaquetado	15-18	60-65	PELETERÍA	Secado	43	-
	Conservación de:				Choque térmico	-8 a -7	-
	Ingredientes secos	21	55-65		Conservación	4-10	55-65
	Ingredientes frescos	-1 a +7	80-85	IMPRESIÓN	Litografía en color		
	Harina	21-24	50-65		Sala de prensas	24-27	46-48
	Materias grasas	7-21	55-60		Almacenaje	23-27	49-51
	Azúcar	27	35				
	Agua	0-2	-				
	Papel hidrófugo	21-27	40-50				
CARAMELOS	Fabricación	24-27	30-40				
	Mezcla y enfriamiento	24-27	40-45				
	Túnel	13	PR-13				
	Empaquetado	18-24	40-45				
	Conservación	18-24	45-50				
	Secado-Gelatinas, goma mascar	49-66	15				

Anexo N°2 [4]

COEFICIENTES DE TRANSMISIÓN GLOBAL K. MUROS DE MANPOSTERÍA*													
VERANO - INVIERNO													
W/m ² K													
TIPO DE CONSTRUCCIÓN	ESPESOR (cm) y peso (kg/m ²)	REVESTIMIENTO INTERIOR											
		Ninguno	Revoque de yeso (10)	Enlucido 15 mm		Entramado metálico sobre forro		Yeso 10 mm o entramado madera sobre forro		Panel aislante sin enlucido o con enlucido sobre forro			
				De arena (30)	Ligero (15)	Enlucido de arena 20 mm (35)	Enlucido ligero 20 mm (15)	Enlucido de arena 12 mm (35)	Enlucido ligero 12 mm (10)	Panel de 12 mm (10)	Panel de 25 mm (20)		
 LADRILLO MACIZO	Paramento y ordinario	20 (425)	2,72	2,33	2,56	2,33	1,76	1,59	1,65	1,54	1,24	0,91	
		30 (600)	1,99	1,76	1,87	1,70	1,42	1,30	1,30	1,24	1,08	0,79	
		40 (846)	1,54	1,42	1,48	1,42	1,19	1,08	1,14	1,08	0,91	0,73	
	Ordinario solamente	20 (391)	2,33	2,05	2,21	1,99	1,59	1,48	1,48	1,42	1,19	0,85	
		30 (586)	1,76	1,59	1,70	1,54	1,30	1,24	1,24	1,19	1,02	0,79	
		40 (781)	1,42	1,30	1,36	1,30	1,08	1,02	1,02	1,02	0,91	0,69	
 ADOQUINES	20 (488)	3,80	3,12	3,57	3,01	2,21	1,93	1,99	1,81	1,48	1,02		
	30 (732)	3,12	2,66	2,95	2,62	1,93	1,76	1,76	1,65	1,36	0,97		
	40 (976)	2,66	2,33	2,56	2,27	1,76	1,59	1,59	1,54	1,24	0,91		
	60 (1466)	2,05	1,81	1,99	1,81	1,48	1,36	1,36	1,30	1,08	0,85		
ADOBE O LADRILLO	20 (127)	1,93	1,70	1,81	1,70	1,42	1,30	1,30	1,24	1,02	0,69		
	30 (195)	1,42	1,30	1,36	1,30	1,14	1,02	1,02	1,02	0,85	0,79		
 HORMIGÓN VERTIDO	2250 Kg/m ³	15 (342)	4,26	3,12	3,92	3,29	2,33	2,05	2,11	1,93	1,54	1,02	
		20 (454)	3,80	2,78	3,57	3,01	2,21	1,93	1,99	1,81	1,48	0,97	
		25 (571)	3,47	2,50	3,23	2,78	2,05	1,81	1,87	1,76	1,42	0,97	
		30 (683)	3,12	2,27	2,95	2,56	1,93	1,76	1,76	1,65	1,36	0,91	
	1300 Kg/m ³	15 (195)	1,76	1,59	1,70	1,54	1,30	1,19	1,24	1,19	1,02	0,79	
		20 (259)	1,42	1,30	1,36	1,30	1,08	1,02	1,02	1,02	0,91	0,69	
		25 (322)	1,19	1,08	1,14	1,08	0,97	0,91	0,85	0,79	0,79	0,63	
		30 (390)	1,02	0,97	0,97	0,85	0,85	0,79	0,79	0,79	0,69	0,57	
	500 Kg/m ³	15 (73)	0,73	0,73	0,73	0,73	0,69	0,63	0,63	0,63	0,63	0,73	0,51
		20 (97)	0,57	0,57	0,57	0,57	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,57	0,40
		25 (122)	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,40	0,45	0,45	0,40	0,45	0,34
		30 (146)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,34	0,34	0,40	0,34
 AGLOMERADO HUECO	Arena y gravilla	20 (210)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		30 (307)	2,95	2,50	2,72	2,44	1,87	1,65	1,70	1,59	1,30	0,97	
	Escorias	20 (180)	2,66	2,33	2,56	2,27	1,76	1,59	1,59	1,54	1,24	0,91	
		30 (259)	2,21	1,99	2,11	1,93	1,54	1,42	1,42	1,36	1,14	0,85	
	Ligero	20 (156)	2,05	1,87	1,99	1,81	1,48	1,36	1,30	1,30	1,08	0,85	
		30 (200)	1,99	1,81	1,93	1,76	1,48	1,30	1,36	1,24	1,08	0,85	
ESCAYO LA SOBRE LADRILLO HUECO	20 (190)	1,81	1,65	1,76	1,59	1,36	1,24	1,24	1,19	1,02	0,79		
	25 (216)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	30 (239)	2,05	1,81	1,93	1,81	1,48	1,36	1,36	1,30	1,08	0,85		

Anexo N°3 [4]

300 Herramienta computacional para determinar las cargas térmicas que intervienen en el proceso de acondicionamiento de ambiente.

COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN GLOBAL K-MUROS DE ALBAÑILERÍA CON PARAMENTO*												
VERANO - INVIERNO												
W/m ² K												
CONSTITUCIÓN DEL PARAMENTO	CONSTITUCIÓN DEL MURO	ESPESOR (cm) y peso (kg/m ²)	REVESTIMIENTO INTERIOR									
			Ninguno	Yeso (10)	Enlucido 15 mm		Entramado metálico sobre forro		Yeso 10 mm o entramado madera sobre forro		Panel aislante sin enlucido o con enlucido sobre forro	
					De arena (30)	Ligero (15)	Enlucido de arena 20 mm (35)	Enlucido ligero 20 mm (15)	Enlucido de arena 12 mm (35)	Enlucido ligero 12 mm (10)	Panel de 12 mm (10)	Panel de 25 mm (20)
 Ladrillo de paramento 10 cm (215) o Adoquín 10 cm (250) o Paneles prefabricados (hormigón o arena) 10 y 15 cm (190) y (290)	Agglomerado (escorias)	10 (97)	2,33	2,11	2,21	1,99	1,59	1,48	1,48	1,42	1,19	0,91
		20 (180)	1,87	1,70	1,81	1,65	1,36	1,24	1,30	1,19	1,02	0,79
		30 (258)	1,76	1,65	1,70	1,59	1,30	1,19	1,24	1,19	1,02	0,73
	(Ligero)	10 (83)	1,99	1,81	1,93	1,76	1,42	1,30	1,36	1,24	1,08	0,85
		20 (156)	1,70	1,59	1,65	1,54	1,30	1,19	1,19	1,14	0,97	0,79
		30 (209)	1,59	1,48	1,54	1,42	1,19	1,14	1,14	1,08	0,97	0,73
	(Arena y grava)	10 (112)	2,78	2,50	2,62	2,33	1,81	1,65	1,65	1,54	1,24	0,97
		20 (209)	2,33	2,11	2,21	1,99	1,59	1,48	1,48	1,42	1,19	0,91
		30 (307)	2,15	1,99	2,11	1,87	1,54	1,42	1,42	1,36	1,14	0,85
	Ladrillo hueco	10 (78)	2,33	2,11	2,21	1,99	1,59	1,48	1,48	1,42	1,19	0,91
		20 (146)	1,76	1,65	1,70	1,59	1,30	1,24	1,24	1,19	1,02	0,79
		30 (195)	1,48	1,42	1,42	1,36	1,14	1,08	1,08	1,02	0,91	0,73
	Hormigón (ligero) 1300 kg/m ³	10 (126)	1,99	1,76	1,93	1,76	1,42	1,30	1,36	1,24	1,08	0,85
		15 (195)	1,54	1,42	1,54	1,42	1,19	1,14	1,14	1,08	0,91	0,73
		20 (263)	1,24	1,19	1,24	1,19	1,02	0,97	0,97	0,91	0,79	0,69
	(Arena y grava)	10 (229)	3,41	3,01	3,18	2,78	2,05	1,81	1,87	1,76	1,42	1,02
		15 (341)	3,12	2,78	2,95	2,56	1,93	1,76	1,81	1,65	1,36	0,97
		20 (463)	2,90	2,56	2,72	2,38	1,81	1,65	1,70	1,59	1,30	0,97
Ladrillo ordinario	10 (195)	2,78	2,38	2,62	2,33	1,81	1,65	1,65	1,54	1,24	0,91	
	20 (390)	1,99	1,76	1,93	1,76	1,42	1,30	1,36	1,24	1,08	0,85	
 Ladrillo ordinario 10 cm (200) o Paneles prefabricados (hormigón o arena) 20 y 25 cm (390) (490) o Agglomerado 10 cm (115) (arena) o Adoquín 20 cm (500)	Agglomerado (escorias)	10 (97)	2,05	1,87	1,99	1,81	1,48	1,36	1,36	1,30	1,08	0,85
		20 (180)	1,65	1,59	1,65	1,48	1,24	1,19	1,19	1,14	0,97	0,79
		30 (258)	1,59	1,48	1,54	1,42	1,19	1,14	1,14	1,08	0,97	0,73
	(Ligero)	10 (83)	1,81	1,65	1,70	1,59	1,30	1,24	1,24	1,19	1,02	0,79
		20 (156)	1,54	1,48	1,48	1,42	1,19	1,14	1,14	1,08	0,97	0,73
		30 (209)	1,42	1,36	1,42	1,30	1,14	1,08	1,08	1,02	0,91	0,73
	(Arena y grava)	10 (112)	2,38	2,15	2,27	2,05	1,65	1,48	1,54	1,42	1,19	0,91
		20 (209)	2,05	1,87	1,99	1,81	1,48	1,36	1,36	1,30	1,08	0,85
		30 (307)	1,93	1,81	1,87	1,70	1,42	1,30	1,30	1,24	1,08	0,85
	Ladrillo hueco	10 (78)	2,05	1,87	1,99	1,81	1,48	1,36	1,36	1,30	1,08	0,85
		20 (146)	1,59	1,54	1,59	1,48	1,24	1,14	1,14	1,08	0,97	0,73
		30 (195)	1,36	1,30	1,30	1,24	1,08	1,02	1,02	0,97	0,85	0,69
	Hormigón ligero 1300 kg/m ³	10 (126)	1,81	1,65	1,70	1,59	1,30	1,24	1,24	1,19	1,02	0,79
		15 (195)	1,42	1,30	1,42	1,30	1,14	1,02	1,08	1,02	0,85	0,73
		20 (263)	1,19	1,14	1,14	1,08	0,97	0,91	0,91	0,91	0,79	0,63
	(Arena y grava)	10 (112)	2,84	2,56	2,72	2,38	1,81	1,65	1,70	1,59	1,30	0,97
		15 (209)	2,66	2,38	2,50	2,21	1,76	1,59	1,65	1,54	1,24	0,97
		20 (307)	2,44	2,27	2,33	2,11	1,65	1,54	1,59	1,48	1,19	0,91
Ladrillo ordinario	10 (195)	2,38	2,11	2,27	2,05	1,65	1,48	1,54	1,48	1,19	0,91	
	20 (390)	1,81	1,65	1,70	1,59	1,30	1,24	1,24	1,19	1,02	0,79	

40°		TABLA 1 - APORTACIONES SOLARES A TRAVÉS DE VIDRIO SENCILLO - W/(m ² de abertura) - (continuación)																40°	
0° LATITUD NORTE		HORA SOLAR																0° LATITUD SUR	
Época	Orientación	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Orientación	Época			
21 Junio	N	100,92	62,64	37,12	40,6	44,08	44,08	44,08	44,08	44,08	40,6	37,12	62,64	99,76	S	22 Diciembre			
	NE	371,2	417,6	351,48	229,68	93,96	44,08	44,08	44,08	44,08	40,6	37,12	31,32	18,56	SE				
	E	395,56	505,76	509,24	446,6	298,12	138,04	44,08	44,08	44,08	40,6	37,12	31,32	18,56	E				
	SE	160,08	276,08	342,2	349,16	310,88	222,72	106,72	44,08	44,08	40,6	37,12	31,32	18,56	NE				
	S	18,56	31,32	37,12	59,16	109,04	138,04	169,36	138,04	109,04	59,16	37,12	31,32	18,56	N				
	SO	18,56	31,32	37,12	40,6	44,08	44,08	106,72	222,72	310,88	349,16	342,2	276,08	160,08	NO				
	Horizontal	97,44	257,52	421,08	562,6	660,04	729,64	744,72	729,64	660,04	562,6	421,08	257,52	97,44	Horizontal				
22 Julio y 21 Mayo	N	75,4	44,08	37,12	40,6	44,08	44,08	44,08	44,08	44,08	40,6	37,12	44,08	75,4	S	21 Enero y 21 Noviembre			
	NE	332,92	399,04	329,44	207,64	81,2	44,08	44,08	44,08	44,08	40,6	37,12	37,32	15,08	SE				
	E	371,2	505,76	515,04	452,4	307,4	134,56	44,08	44,08	44,08	40,6	37,12	31,32	15,08	E				
	SE	169,36	301,6	373,52	393,24	345,68	257,52	131,08	46,4	44,08	40,6	37,12	31,32	15,08	NE				
	S	15,08	31,32	40,6	81,2	138,04	197,2	216,92	197,2	138,04	81,2	40,6	31,32	15,08	N				
	SO	15,08	31,32	37,12	40,6	44,08	44,08	131,08	257,52	345,68	393,24	373,52	301,6	169,36	NO				
	Horizontal	75,4	229,68	395,56	537,08	638	707,6	731,96	707,6	638	537,08	395,56	229,68	75,4	Horizontal				
24 Agosto y 20 Abril	N	22,04	24,36	33,64	40,6	44,08	44,08	44,08	44,08	44,08	40,6	33,64	24,36	22,04	S	20 Febrero y 23 Octubre			
	NE	213,44	320,16	257,52	143,84	49,88	44,08	44,08	44,08	44,08	40,6	33,64	24,36	9,28	SE				
	E	263,32	461,68	509,24	455,88	316,68	141,52	44,08	44,08	44,08	40,6	33,64	24,36	9,28	E				
	SE	150,8	329,44	433,84	459,36	437,32	336,4	207,64	77,72	44,08	40,6	33,64	24,36	9,28	NE				
	S	9,28	24,36	75,4	160,08	279,56	305,08	320,16	305,08	279,56	160,08	75,4	24,36	9,28	N				
	SO	9,28	24,36	33,64	40,6	44,08	77,72	207,64	336,4	437,32	459,36	433,84	329,44	150,8	NO				
	Horizontal	27,84	147,32	314,36	470,96	581,16	644,96	672,8	644,96	581,16	470,96	314,36	147,32	27,84	Horizontal				
22 Septiembre y 22 Marzo	N	0	15,08	27,84	37,12	40,6	40,6	44,08	40,6	40,6	37,12	27,84	15,08	0	S	22 Marzo y 22 Septiembre			
	NE	0	160,08	182,12	81,2	40,6	40,6	44,08	40,6	40,6	37,12	27,84	15,08	0	SE				
	E	0	364,24	468,64	437,32	310,88	141,52	44,08	40,6	40,6	37,12	27,84	15,08	0	E				
	SE	0	298,12	452,4	509,24	493	417,6	283,04	128,76	44,08	37,12	27,84	15,08	0	NE				
	S	0	37,12	138,04	254,04	345,68	382,8	439,64	382,8	345,68	254,04	138,04	37,12	0	N				
	SO	0	15,08	27,84	37,12	44,08	128,76	283,04	417,6	493	509,24	452,4	298,12	0	NO				
	Horizontal	0	15,08	27,84	37,12	40,6	40,6	44,08	40,6	40,6	81,2	182,12	160,08	0	Horizontal				
23 Octubre y 20 Febrero	N	0	5,8	18,56	31,32	33,64	37,12	37,12	37,12	33,64	31,32	18,56	5,8	0	S	20 Abril y 24 Agosto			
	NE	0	109,04	103,24	37,12	33,64	37,12	37,12	37,12	33,64	31,32	18,56	5,8	0	SE				
	E	0	266,8	367,72	382,8	276,08	121,8	37,12	37,12	33,64	31,32	18,56	5,8	0	E				
	SE	0	254,04	415,28	389,76	512,72	452,4	336,4	197,2	62,64	31,32	18,56	5,8	0	NE				
	S	0	66,12	185,6	327,12	430,36	483,72	509,24	483,72	430,36	327,12	185,6	66,12	0	N				
	SO	0	5,8	18,56	31,32	33,64	37,12	37,12	37,12	33,64	31,32	18,56	5,8	0	NO				
	Horizontal	0	24,36	90,48	200,68	316,68	386,28	404,84	386,28	316,68	200,68	90,48	24,36	0	Horizontal				
21 Noviembre y 21 Enero	N	0	0	9,28	22,04	27,84	31,32	33,64	31,32	27,84	22,04	9,28	0	0	S	21 Mayo y 23 Julio			
	NE	0	0	37,12	22,04	27,84	31,32	33,64	31,32	27,84	22,04	9,28	0	0	SE				
	E	0	0	285,36	314,36	232	103,24	33,64	31,32	27,84	22,04	9,28	0	0	E				
	SE	0	0	342,2	452,4	490,68	452,4	364,24	219,24	84,68	22,04	9,28	0	0	NE				
	S	0	0	185,6	327,12	437,32	496,48	522	496,48	437,32	327,12	185,6	0	0	N				
	SO	0	0	9,28	22,04	84,68	219,24	364,24	452,4	490,68	452,4	342,2	0	0	NO				
	Horizontal	0	0	49,88	134,56	229,68	288,84	323,64	288,84	229,68	134,56	49,88	0	0	Horizontal				
22 Diciembre	N	0	0	5,8	18,56	27,84	31,32	31,32	31,32	27,84	18,56	5,8	0	0	S	21 Junio			
	NE	0	0	22,04	18,56	27,84	31,32	31,32	31,32	27,84	18,56	5,8	0	0	SE				
	E	0	0	226,2	270,28	213,44	97,44	31,32	31,32	27,84	18,56	5,8	0	0	E				
	SE	0	0	276,08	421,08	465,16	446,6	360,76	229,68	93,96	22,04	5,8	0	0	NE				
	S	0	0	160,08	310,88	421,08	496,48	518,52	496,48	421,08	310,88	160,08	0	0	N				
	SO	0	0	5,8	22,04	93,96	229,68	360,76	446,6	465,16	421,08	276,08	0	0	NO				
	Horizontal	0	0	24,36	99,76	172,84	238,96	266,8	238,96	172,84	99,76	24,36	0	0	Horizontal				

Correcciones	Marco metálico o sin marco 1,17 o menos	Turbidez del aire entre 1 y 0,85	Altitud		Punto de rocío		Latitud sur Dic. o Enero 1,07
			$1 + 0,007 \times \frac{\text{altitud}}{300}$	$1 + 0,14 \times (19,5 - \frac{T_{pp}}{10})$			

Anexo N°5 [4]

302 Herramienta computacional para determinar las cargas térmicas que intervienen en el proceso de acondicionamiento de ambiente.

10° T. CIONES SOLARES A TRAVÉS DE VIDRIO SENCILLO - W/(m ² de abertura) - (continuación) 10°																		
0° LATITUD NORTE			HORA SOLAR														0° LATITUD SUR	
Época	Orientación	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Orientación	Época		
21 Junio	N	59	138	157	142	138	135	129	135	138	142	157	138	6	S	22 Diciembre		
	NE	173	412	480	440	333	204	87	44	44	41	34	24	6	SE			
	E	169	421	487	437	307	129	44	44	44	41	34	24	6	E			
	SE	56	153	173	135	78	44	44	44	44	41	34	24	6	NE			
	S	6	24	34	41	44	0	44	44	44	41	34	24	6	N			
	SO	6	24	24	41	44	0	44	44	44	78	135	173	153	56		NO	
22 Julio y 21 Mayo	O	6	24	24	41	44	44	44	129	307	437	487	421	169	O	21 Enero y 21 Noviembre		
	NO	6	24	24	41	44	56	87	204	333	440	480	412	173	SO			
	Horizontal	12	138	336	522	645	732	764	732	645	522	336	138	12	Horizontal			
	N	15	107	122	109	103	97	94	97	103	109	122	107	15	S			
	NE	131	399	465	418	342	175	68	44	44	41	34	22	2	SE			
	E	157	425	496	447	307	135	44	44	44	41	34	22	2	E			
24 Agosto y 20 Abril	SE	81	179	208	175	100	44	44	44	44	41	34	22	2	NE	20 Febrero y 23 Octubre		
	S	2	22	34	41	44	44	44	44	41	34	22	2	2	N			
	SO	2	22	34	41	44	44	44	44	100	175	208	179	81	NO			
	O	2	22	34	41	44	44	44	135	307	447	496	422	157	O			
	NO	2	22	34	41	44	44	68	175	342	418	465	399	131	SO			
	Horizontal	9	131	336	522	660	742	776	742	660	522	336	131	9	Horizontal			
22 Septiembre y 22 Marzo	N	2	46	50	46	46	44	44	44	46	46	50	46	2	S	22 Marzo y 22 Septiembre		
	NE	53	355	408	349	252	107	44	44	44	41	34	22	2	SE			
	E	78	434	513	469	327	144	44	44	44	41	34	22	2	E			
	SE	56	248	295	267	188	85	44	44	44	41	34	22	2	NE			
	S	2	22	34	41	44	44	44	44	44	41	34	22	2	N			
	SO	2	22	34	41	44	44	44	85	188	267	295	248	56	NO			
23 Octubre y 20 Febrero	O	2	22	34	41	44	44	44	144	327	469	513	434	78	O	20 Abril y 24 Agosto		
	NO	2	22	34	41	44	44	44	107	252	349	408	355	53	SO			
	Horizontal	6	119	329	524	669	761	786	761	669	524	329	119	6	Horizontal			
	N	2	19	34	41	44	44	44	44	44	41	34	19	2	S			
	NE	2	280	324	252	142	53	44	44	44	41	34	19	2	SE			
	E	2	408	515	474	333	147	44	44	44	41	34	19	2	E			
21 Noviembre y 21 Enero	SE	2	305	399	383	295	175	66	44	44	41	34	19	2	NE	21 Mayo y 23 Julio		
	S	2	19	41	59	75	85	87	85	75	59	41	19	2	N			
	SO	2	19	34	41	44	44	66	175	295	383	399	305	2	NO			
	O	2	19	34	41	44	44	44	147	333	474	515	408	2	O			
	NO	2	19	34	41	44	44	44	53	142	252	324	280	2	SO			
	Horizontal	2	97	305	502	651	739	776	739	651	502	305	97	2	Horizontal			
22 Diciembre	N	0	15	31	41	44	44	44	44	44	41	31	15	0	S	21 Junio		
	NE	0	182	208	138	87	44	44	44	44	41	31	15	0	SE			
	E	0	371	487	456	314	125	44	44	44	41	31	15	0	E			
	SE	0	324	462	469	386	254	144	56	44	41	31	15	0	NE			
	S	0	56	125	173	204	223	230	223	204	173	125	56	0	N			
	SO	0	15	31	41	44	56	144	254	386	469	462	324	0	NO			
Correcciones	O	0	15	31	41	44	44	44	125	314	456	487	371	0	O	Marco metálico o sin marco 1,17 o menos		
	NO	0	15	31	41	44	44	44	44	87	138	208	182	0	SO			
	Horizontal	0	68	267	437	607	691	723	691	607	437	267	68	0	Horizontal			
	N	0	12	28	37	41	44	44	44	41	37	28	12	0	S			
	NE	0	85	116	53	41	44	44	44	41	37	28	12	0	SE			
	E	0	311	449	415	292	122	44	44	41	37	28	12	0	E			
Turbidez del aire entre 1 y 0,85	SE	0	311	480	506	459	342	219	97	53	37	28	12	0	NE	Altitud 1 + 0,007 x $\frac{\text{altitud}}{300}$		
	S	0	109	204	285	302	327	333	327	302	285	204	109	0	N			
	SO	0	12	28	37	53	97	219	342	459	506	480	346	0	NO			
	O	0	12	28	37	41	44	44	122	292	415	449	311	0	O			
	NO	0	12	28	37	41	44	44	44	41	53	116	85	0	SO			
	Horizontal	0	53	195	412	550	635	660	635	550	412	195	53	0	Horizontal			
Punto de rocío 1 + 0,14 x (19,5 - T _{pp})/10	N	0	12	28	37	41	44	44	44	41	37	28	12	0	S	Latitud sur Dic. o Enero 1,07		
	NE	0	46	87	53	41	44	44	44	41	37	28	12	0	SE			
	E	0	270	430	408	285	131	44	44	41	37	28	12	0	E			
	SE	0	311	484	513	469	380	248	113	72	37	28	12	0	NE			
	S	0	157	232	295	342	364	377	364	342	295	232	157	0	N			
	SO	0	12	28	37	72	113	248	380	469	513	484	311	0	NO			
Horizontales	O	0	12	28	37	41	44	44	131	285	408	430	270	0	O	Marco metálico o sin marco 1,17 o menos		
	NO	0	12	28	37	41	44	44	44	41	53	87	46	0	SO			
	Horizontal	0	44	208	377	524	607	635	607	524	377	208	44	0	Horizontal			

ALTURA Y AZIMUT DEL SOL																										
LATITUD NORTE *	HORA SOLAR	21 Enero		20 Feb		22 Marzo		20 Abril		21 Mayo		21 Junio		23 Julio		24 Agosto		22 Sept		23 Oct		21 Nov		22 Dic		HORA SOLAR
		Alt.	Azi.	Alt.	Azi.	Alt.	Azi.	Alt.	Azi.	Alt.	Azi.	Alt.	Azi.	Alt.	Azi.	Alt.	Azi.	Alt.	Azi.	Alt.	Azi.	Alt.	Azi.	Alt.	Azi.	
0°	6.00																									6.00
	7.00	14	111	15	102	15	90	15	78	14	69	14	66	14	69	15	78	15	90	15	102	14	111	14	114	7.00
	8.00	28	113	30	103	30	89	30	77	28	67	27	63	28	67	30	77	30	89	30	103	28	113	27	117	8.00
	9.00	42	117	44	106	45	89	44	74	42	63	41	58	42	63	44	74	45	89	44	106	42	117	41	122	9.00
	10.00	54	126	58	112	60	89	58	68	54	54	53	49	54	54	58	60	89	58	112	54	126	53	131	10.00	
	11.00	65	144	71	127	75	88	71	53	65	62	62	62	65	66	71	53	75	88	71	127	65	144	62	148	11.00
	12.00	70	160	79	180	90	0	79	0	70	0	67	0	70	0	79	0	90	0	79	180	70	160	67	180	12.00
	13.00	65	216	71	233	75	272	71	307	65	324	62	328	65	324	71	307	75	272	71	233	65	216	62	212	13.00
	14.00	34	234	58	248	60	271	58	292	34	306	53	311	54	306	58	292	60	271	58	248	34	234	53	229	14.00
	15.00	42	243	44	254	45	271	44	266	42	297	41	302	42	297	44	266	45	271	44	254	42	243	41	238	15.00
	16.00	28	247	30	257	30	271	30	283	28	293	27	297	28	293	30	257	30	271	30	257	28	247	27	243	16.00
	17.00	14	249	15	258	15	270	15	282	14	291	14	294	14	291	15	282	15	270	15	258	14	249	14	246	17.00
	18.00																									
10°	6.00																									6.00
	7.00	10	113	12	103	15	92	16	81	17	72	18	68	17	72	16	81	15	92	12	103	10	113	9	116	7.00
	8.00	24	117	27	108	30	95	31	83	32	72	32	68	32	72	31	83	30	95	27	108	24	117	23	121	8.00
	9.00	37	124	41	115	44	99	46	84	46	72	45	67	46	72	46	84	44	99	41	115	37	124	35	128	9.00
	10.00	48	136	54	125	59	106	61	84	60	67	58	61	60	67	61	84	59	106	54	125	48	136	46	139	10.00
	11.00	57	155	64	144	72	122	75	84	73	53	70	44	73	53	75	84	72	122	64	144	57	155	53	156	11.00
	12.00	60	180	69	180	80	180	89	0	80	0	77	0	80	0	89	0	80	180	69	180	60	180	57	180	12.00
	13.00	57	205	64	216	72	238	75	276	73	307	70	316	73	307	75	276	72	238	64	216	57	205	53	204	13.00
	14.00	48	224	54	235	59	254	61	276	60	293	58	299	61	293	61	276	59	254	54	235	48	224	46	221	14.00
	15.00	37	236	41	245	44	261	46	276	46	288	45	293	46	288	46	276	44	245	41	245	37	236	35	232	15.00
	16.00	24	243	27	252	30	265	31	277	32	288	32	292	32	288	31	277	30	265	27	252	24	243	23	239	16.00
	17.00	10	247	12	257	15	268	16	279	17	288	18	292	17	288	16	279	15	268	12	257	10	247	9	244	17.00
	18.00																									
20°	6.00																									6.00
	7.00	6	114	10	104	14	95	18	84	20	75	21	72	20	75	18	84	14	95	10	104	6	114	5	117	7.00
	8.00	19	121	23	112	28	101	32	89	34	79	35	75	34	79	32	89	28	112	23	112	19	121	17	124	8.00
	9.00	30	130	36	121	42	108	46	94	48	82	48	77	48	82	46	94	42	108	36	121	30	130	28	133	9.00
	10.00	40	142	47	133	55	120	59	102	62	85	62	77	62	85	59	102	55	120	47	133	40	142	38	145	10.00
	11.00	47	158	55	152	66	143	72	117	75	88	76	74	75	88	72	117	66	143	55	152	47	158	44	163	11.00
	12.00	50	180	59	180	70	180	81	180	90	0	87	0	90	0	81	180	70	180	59	180	50	180	47	180	12.00
	13.00	47	202	55	208	66	217	72	243	75	272	76	286	75	272	72	243	66	217	55	208	47	202	44	197	13.00
	14.00	40	218	47	227	55	240	59	258	62	275	62	283	62	275	59	258	55	240	47	227	40	218	38	215	14.00
	15.00	30	230	36	239	42	252	46	266	48	278	48	283	48	278	46	266	42	252	36	239	30	230	28	227	15.00
	16.00	19	239	23	248	28	259	32	271	34	281	35	285	34	281	32	271	28	259	23	248	19	239	17	236	16.00
	17.00	6	246	10	254	14	265	18	276	20	285	21	288	20	285	18	276	14	265	10	254	6	246	5	243	17.00
	18.00																									
30°	6.00																									6.00
	7.00	2	115	7	107	13	97	19	87	23	79	24	76	23	79	19	87	13	97	7	107	2	115	1	120	7.00
	8.00	14	124	19	116	26	106	31	95	35	86	37	82	35	86	31	95	26	106	19	116	14	124	11	126	8.00
	9.00	24	134	30	127	38	116	44	104	48	93	49	88	48	93	44	104	38	116	30	127	24	134	21	136	9.00
	10.00	32	146	40	141	49	130	56	117	61	103	62	96	61	103	56	117	49	130	40	141	32	146	29	149	10.00
	11.00	38	162	46	159	57	151	67	140	73	122	75	112	73	122	67	140	57	151	46	159	38	162	35	164	11.00
	12.00	40	180	49	180	60	180	71	180	80	180	83	180	80	180	71	180	60	180	49	180	40	180	37	180	12.00
	13.00	38	198	46	201	57	209	67	220	73	238	75	248	73	238	67	220	57	209	46	201	38	198	35	196	13.00
	14.00	32	214	40	219	49	230	56	243	61	257	62	264	61	257	56	243	49	230	40	219	32	214	29	211	14.00
	15.00	24	226	36	233	38	244	44	256	48	267	49	272	48	267	44	256	38	244	36	233	24	226	21	224	15.00
	16.00	14	236	19	244	26	254	31	265	35	274	37	278	35	274	31	265	26	254	19	244	14	236	11	234	16.00
	17.00	2	245	7	253	13	263	19	273	23	281	24	284	23	281	19	273	13	263	7	253	2	245	1	245	17.00
	18.00																									
40°	6.00																									6.00
	7.00																									7.00
	8.00	8	125	15	119	23	110	30	102	35	93	37	89	35	93	30	102	23	110	15	119	8	125	5	127	8.00
	9.00	17	136	24	131	33	122	41	113	47	104	49	100	47	104	41	113	33	122	24	131	17	136	14	138	9.00
	10.00	24	149	32	145	42	138	51	129	57	118	60	114	57	118	51	129	42	138	32	145	24	149	21	151	10.00
	11.00	28	164	37	162	48	157	58	151	66	143	69	138	66	143	58	151	48	157	37	162	28	164	25	165	11.00
	12.00	30	180	39	180	50	180	61	180	70	180	73	180	70	180	61	180	50	180	39	180	30	180	27	180	12.00
	13.00	28	196	37	198	48	203	58	209	66	217	69	222	66	217	58	209	48	203	37	198	28	196	25	195	13.00
	14.00	24	211	32	215	42	222	51	231	57	242	60	246	57	242	51	231	42	222	32	215	24	211	21	209	14

304 Herramienta computacional para determinar las cargas térmicas que intervienen en el proceso de acondicionamiento de ambiente.

DIFERENCIA EQUIVALENTE DE TEMPERATURA (°C)
Muros soleados o en sombra*
 Valedero para muros de color oscuro, 35 °C de temperatura exterior, 27 °C de temperatura interior, 11 °C de variación de la temperatura exterior en 24 h. mes de Julio y 40° de latitud Norte**

ORIENTACIÓN	PESO DEL MURO *** (kg/m²)	HORA SOLAR																								
		MAÑANA										TARDE										MAÑANA				
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	
NE	100	2,8	8,3	12,2	12,8	13,3	10,6	7,8	7,2	6,7	7,2	7,8	7,8	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0	-1,1	-1,7	-2,2	-1,1		
	300	-0,5	-1,1	-1,1	2,8	13,3	12,2	11,1	8,3	5,5	6,1	6,7	7,2	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0		
	500	2,2	1,7	2,2	2,2	2,2	5,5	8,9	8,3	7,8	6,7	5,5	6,1	6,7	6,7	6,7	6,1	5,5	5,0	4,4	3,9	3,3	3,3	2,8		
	700	2,8	2,8	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	5,5	7,8	8,9	7,8	6,7	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,0	5,0	4,4	3,9		
E	100	0,5	9,4	16,7	18,3	20,0	19,4	17,8	11,1	6,7	7,2	7,8	7,8	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0	-0,5	-1,1	-1,7	-1,7		
	300	-0,5	-0,5	0	11,7	16,7	17,2	17,2	10,6	7,8	7,2	6,7	7,2	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	4,4	2,8	2,2	1,7	0,5	0		
	500	2,8	2,8	3,3	4,4	7,8	11,1	13,3	13,9	13,3	11,1	10,0	8,9	7,8	7,8	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	5,0	4,4	3,9	3,3		
	700	6,1	5,5	5,5	5,0	4,4	5,0	5,5	8,3	10,0	10,6	10,0	9,4	8,9	7,8	6,7	7,2	7,8	7,8	7,8	7,2	7,2	6,7	6,7		
SE	100	5,5	3,3	7,2	10,6	14,4	15,0	15,6	14,4	13,3	10,6	8,9	8,3	7,8	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0	-0,5	-0,5	-1,1		
	300	0,5	0,5	0	7,2	11,1	13,3	15,6	14,4	13,9	11,7	10,0	8,3	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	4,4	3,3	2,8	2,2	1,7			
	500	3,9	3,9	3,3	3,3	3,3	6,1	8,9	9,4	10,0	10,6	10,0	9,4	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	5,5	5,0	5,0	4,4	4,4			
	700	5,0	4,4	4,4	4,4	4,4	3,9	3,3	6,1	7,8	8,3	8,9	10,0	8,9	8,3	7,8	7,2	6,7	6,7	6,1	6,1	5,5	5,5			
S	100	-0,5	-1,1	-2,2	0,5	2,2	7,8	12,2	15,0	16,7	15,6	14,4	11,1	8,9	6,7	5,5	3,9	3,3	1,7	1,1	0,5	0,5	0			
	300	-0,5	-1,7	-2,2	-1,7	-1,1	3,9	6,7	11,1	13,3	13,9	14,4	12,8	11,1	8,3	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0,5			
	500	2,2	2,2	1,1	1,1	1,1	1,7	2,2	4,4	6,7	8,3	8,9	10,0	10,0	8,3	7,8	6,1	5,5	5,0	4,4	4,4	3,9	3,3			
	700	3,9	3,3	3,3	2,8	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	3,9	5,5	7,2	7,8	8,3	8,9	8,9	7,8	6,7	5,5	5,5	5,0	5,0			
SO	100	-1,1	-2,2	-2,2	-1,1	0	2,2	3,3	10,6	14,4	18,9	22,2	22,8	23,3	16,7	13,3	6,7	3,3	2,2	1,1	0,5	0,5	0			
	300	1,1	0,5	0	0	0	0,5	1,1	4,4	6,7	13,3	17,8	19,4	20,0	19,4	18,9	11,1	5,5	3,9	3,3	2,8	2,2				
	500	3,9	2,8	3,9	2,8	2,2	2,8	3,3	3,9	4,4	6,7	7,8	10,6	12,2	12,8	13,3	12,8	12,2	8,3	5,5	5,5	5,0				
	700	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	3,9	3,3	3,3	3,3	3,9	4,4	5,0	5,5	8,3	10,0	10,6	11,1	7,2	4,4	4,4	4,4				
O	100	-1,1	-1,7	-2,2	-1,1	0	1,7	3,3	7,8	11,1	17,8	22,2	25,0	26,7	18,9	12,2	7,8	4,4	2,8	1,1	0,5	0				
	300	1,1	0,5	0	0	0	1,1	2,2	3,9	5,5	10,6	14,4	18,9	22,2	22,8	20,0	15,6	8,9	5,5	3,3	2,8	2,2				
	500	3,9	3,9	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,9	4,4	5,5	6,7	9,4	11,1	13,9	15,6	15,0	14,4	10,6	7,8	6,7	6,1				
	700	6,7	6,1	5,5	5,0	4,4	4,4	4,4	5,0	5,5	5,5	5,5	6,1	6,7	7,8	8,9	11,7	12,2	12,8	12,2	11,1	10,0				

Anexo N°8 [4]

TABLA 20. DIFERENCIA EQUIVALENTE DE TEMPERATURA (°C)
TECHO SOLEADO O EN SOMBRA*

Valedero para techos de color oscuro, 35 °C de temperatura exterior, 27 °C de temperatura interior, 11 °C de variación de la temperatura exterior en 24 h., mes de Julio y 40° de latitud Norte**

CONDICIONES	PESO DEL TECHO *** (kg/m²)	HORA SOLAR																								
		MAÑANA												TARDE								MAÑANA				
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	
Soleado	50	-2,2	-3,3	-3,9	-2,8	0,5	3,9	8,3	13,2	17,8	21,1	23,9	25,6	25,0	22,8	19,4	15,6	12,2	8,9	5,5	3,9	1,7	0,5	-0,5	-1,7	
	100	0	-0,5	-1,1	-0,5	1,1	5,0	8,9	12,8	16,7	20,0	22,8	23,9	22,2	19,4	16,7	13,9	11,1	8,3	6,7	4,4	3,3	2,2	1,1		
	200	2,2	1,7	1,1	1,7	3,3	5,5	8,9	12,8	15,6	18,3	21,1	22,2	22,8	21,7	19,4	17,8	15,6	13,3	11,1	9,4	7,2	6,1	5,0	3,3	
	300	5,0	4,4	3,3	3,9	4,4	6,1	8,9	12,2	15,0	17,2	19,4	21,1	21,7	21,1	20,0	18,9	17,2	15,6	13,9	12,2	10,0	8,9	7,2	6,1	
Cubierto de agua	100	-2,8	-1,1	0	1,1	2,2	5,5	8,9	10,6	12,2	11,1	10,0	8,9	7,8	6,7	5,5	3,3	1,1	0,5	0,5	-0,5	-1,1	-1,7	-2,2	-2,8	
	200	-1,7	-1,1	-0,5	-0,5	0	2,8	5,5	7,2	8,3	8,3	8,9	8,3	7,8	6,7	5,5	3,9	2,8	1,7	0,5	-0,5	-1,1	-1,7	-1,7		
	300	-0,5	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	1,1	2,8	3,9	5,5	6,7	7,8	8,3	8,9	8,3	7,8	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,7	1,1	0,5	0	
	Rocío	100	-2,2	-1,1	0	1,1	2,2	4,4	6,7	8,3	10,0	9,4	8,9	8,3	7,8	6,7	5,5	3,3	1,1	0,5	0	-0,5	-1,1	-1,7	-2,2	-2,8
200		-1,1	-1,1	-0,5	-0,5	0	1,1	2,8	5,0	7,2	7,8	7,8	7,8	7,8	7,2	6,7	5,0	3,9	2,8	1,7	0,5	0	0	-0,5	-0,5	
300		-0,5	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	0	1,1	2,8	4,4	5,5	6,7	7,2	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0	-0,5	
(en la sombra)		100	-2,8	-2,8	-2,2	-1,1	0	1,1	3,3	5,0	6,7	7,2	7,8	7,2	6,7	5,5	4,4	2,8	1,1	0,5	0	-0,5	-1,7	-2,2	-2,8	-2,8
	200	-2,8	-2,8	-2,2	-1,7	-1,1	0	1,1	2,8	4,4	5,5	6,7	7,2	6,7	6,1	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0	-0,5	-1,7	-2,2	-2,8	
	300	-1,7	-1,7	-1,1	-1,1	-1,1	-0,5	0	1,1	2,2	3,3	4,4	5,0	5,5	5,5	5,5	5,0	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0	-0,5	-1,1	
			6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5
		MAÑANA												TARDE								MAÑANA				
		HORA SOLAR																								

Anexo N°9 [4]

TABLA 20A. CORRECCIONES DE LAS DIFERENCIAS EQUIVALENTES DE TEMPERATURA (°C)

Temperatura exterior a las 15 h para el mes considerado menos temperatura interior	VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA EXTERIOR EN 24 h																					
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22				
-16	-21,2	-21,7	-22,3	-22,8	-23,3	-23,8	-24,2	-24,7	-25,1	-25,6	-26,0	-26,5	-27,0	-27,4	-27,9	-28,8	-29,3	-29,8				
-12	-17,2	-17,7	-18,3	-18,8	-19,3	-19,8	-20,2	-20,7	-21,1	-21,6	-22,0	-22,5	-23,0	-23,4	-23,9	-24,8	-25,3	-25,8				
-8	-13,2	-13,7	-14,3	-14,8	-15,3	-15,8	-16,2	-16,7	-17,1	-17,6	-18,0	-18,5	-19,0	-19,4	-19,9	-20,8	-21,3	-21,8				
-4	-9,2	-9,7	-10,3	-10,8	-11,3	-11,8	-12,2	-12,7	-13,1	-13,6	-14,0	-14,5	-15,0	-15,4	-15,9	-16,8	-17,3	-17,8				
0	-5,0	-5,5	-6,1	-6,6	-7,1	-7,6	-8,0	-8,5	-8,9	-9,4	-9,8	-10,3	-10,8	-11,2	-11,7	-12,6	-13,1	-13,6				
+2	-3,1	-3,6	-4,2	-4,7	-5,2	-5,6	-6,1	-6,6	-7,0	-7,5	-7,9	-8,4	-8,9	-9,3	-9,8	-10,6	-11,1	-11,7				
+4	-1,1	-1,6	-2,2	-2,7	-3,2	-3,6	-4,1	-4,6	-5,0	-5,5	-5,9	-6,4	-6,9	-7,3	-7,8	-8,6	-9,1	-9,7				
+6	0,8	0,3	-0,3	-0,8	-1,3	-1,7	-2,2	-2,7	-3,1	-3,6	-4,0	-4,5	-5,0	-5,4	-5,9	-6,7	-7,2	-7,8				
+8	2,8	2,3	1,7	1,2	0,7	0,3	0	-0,7	-1,1	-1,6	-2,0	-2,5	-3,0	-3,4	-3,9	-4,7	-5,2	-5,8				
+10	4,7	4,2	3,6	3,1	2,6	2,2	1,7	1,2	0,8	0,3	-0,1	-0,6	-1,1	-1,5	-2,0	-2,8	-3,3	-3,9				
+12	6,8	6,3	5,7	5,2	4,7	4,3	3,8	3,3	2,9	2,4	1,8	1,3	0,8	0,4	-0,1	-0,7	-1,2	-1,8				
+14	8,8	8,3	7,7	7,2	6,7	6,3	5,8	5,3	4,9	4,4	3,8	3,3	2,8	2,4	1,9	1,3	0,8	0,2				
+16	10,8	10,3	9,7	9,2	8,7	8,3	7,8	7,3	6,9	6,4	5,8	5,3	4,8	4,4	3,9	3,3	2,8	2,2				
+18	12,8	12,3	11,7	11,2	10,7	10,3	9,8	9,3	8,9	8,4	7,8	7,3	6,8	6,4	5,9	5,3	4,8	4,2				
+20	14,8	14,3	13,7	13,2	12,7	12,3	11,8	11,3	10,9	10,4	9,8	9,3	8,8	8,4	7,9	7,3	6,8	6,2				
+22	16,9	16,4	15,8	15,3	14,8	14,4	13,9	13,4	13,0	12,5	11,9	11,4	10,9	10,5	10,0	9,4	8,9	8,3				

Anexo N° 10 [4]

306 Herramienta computacional para determinar las cargas térmicas que intervienen en el proceso de acondicionamiento de ambiente.

COEFICIENTES DE TRANSMISIÓN K – TECHUMBRES*												
VERANO : Flujo descendente – INVIERNO: Flujo ascendente : (véase nota al pie)												
kcal/h·°C·m ² de área proyectada												
Los números entre paréntesis dan el peso en kg/m ² . El peso total es igual a la suma de los pesos de los diversos componentes												
TECHUMBRE		TECHO (CIELO RASO)										
CUBIERTA	BAJO TECHUMBRE	Sin techo	Pánefes madera 20 mm (10)	Panel yeso 10 mm (10)	Entramado metálico enlucido		Yeso 10 mm o entramado madera enlucido		Panel aislante con o sin enlucido de arena		Losas acústicas sobre forros o yeso 12 mm	
					Enlucido de arena 20 mm (36)	Enlucido ligero 20 mm (15)	Enlucido de arena 12 mm (25)	Enlucido ligero 12 mm (10)	Panel de 12 mm (10)	Panel de 25 mm (20)	Losas de 12 mm (10)	Losas de 20 mm (15)
Losas de asfalto (10)	Papel sobre contraplacado 8 mm (10)	2,49	1,32	1,46	1,56	1,42	1,42	1,37	1,07	0,83	1,12	1,02
	Papel bajo techumbre madera 20 mm (15)	1,46	1,12	1,27	1,32	1,22	1,22	1,17	0,98	0,78	1,02	0,93
Tejas planas o placas de fibrocemento (15) o enlucido de asfalto (5)	Papel sobre contraplacado 8 mm (10)	2,88	1,37	1,66	1,81	1,61	1,61	1,51	1,22	0,88	1,22	1,07
	Papel en subtejado madera 20 mm (15)	2,20	1,22	1,42	1,51	1,37	1,37	1,32	1,07	0,83	1,07	0,98
Tejas planas (40), tejas ordinarias (50) o chapas metal (5)	Papel sobre contraplacado 8 mm (10)	3,12	1,42	1,76	1,85	1,66	1,71	2,29	1,27	0,93	1,27	1,12
	Papel sobre subtejado madera 20 mm (15)	2,34	1,22	1,42	1,51	1,37	1,37	1,32	1,07	0,83	1,12	0,98
Planchas de madera (10)	Papel sobre cabrias (5)	2,59	1,27	1,51	1,61	1,46	1,46	1,37	1,12	0,83	1,17	1,02
	Papel sobre contraplacado 8 mm (10)	2,00	1,12	1,32	1,42	1,27	1,32	1,22	1,02	0,78	1,02	0,93
	Papel sobre subtejado madera 20 mm (15)	1,66	1,02	1,17	1,22	1,12	1,12	1,07	0,93	0,73	0,93	0,83

Anexo N° 11 [4]

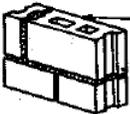
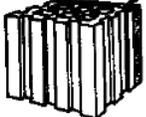
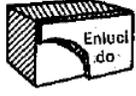
COEFICIENTES DE TRANSMISIÓN GLOBAL K. - TECHO Y PAVIMENTO (Flujo descendente)														
Aire quieto en cada cara W/m² K														
 No acondicionado Acondicionado		ESPESOR (cm) y peso (kg/m²)	CONSTRUCCIÓN DEL TECHO											
			Sin forro				Suspendido o con forros							
			Desnudo o enlucido arena 12 mm (25)	Enlucido ligero 12 mm (15)	Losas acústicas pegadas		Entramado metálico enlucido		Yeso 10 mm o entramado madera enlucido		Panel aislante desnudo o con enlucido de arena 12 mm		Losas acústicas sobre forro o yeso 10 mm	
Losas de 12 mm (5)	Losas de 20 mm (5)	Enlucido de arena 20 mm (35)			Enlucido ligero 20 mm (15)	Enlucido de arena 12 mm (25)	Enlucido ligero 12 mm (10)	Panel de 12 mm (10)	Panel de 25 mm (20)	Losas de 12 mm (5)	Losas de 20 mm (5)			
NATURALEZA DEL SUELO	PAVIMENTO DE HORMIGÓN													
Desnudo o linóleo 3 mm o embaldosado	Enlucido de arena	5 (92)	2,72	2,44	1,76	1,48	1,81	1,65	1,70	1,59	1,30	0,97	1,30	1,14
		10 (190)	2,50	2,27	1,70	1,42	1,76	1,59	1,59	1,54	1,24	0,97	1,24	1,14
		15 (288)	2,33	2,11	1,59	1,36	1,65	1,54	1,54	1,48	1,19	0,91	1,24	1,08
		20 (385)	2,21	1,99	1,54	1,30	1,59	1,48	1,48	1,42	1,19	0,91	1,19	1,08
		25 (483)	2,05	1,93	1,48	1,24	1,54	1,42	1,42	1,36	1,14	0,85	1,14	1,02
	Enlucido ligero (1300 kg/m³)	5 (73)	2,05	1,93	1,48	1,24	1,54	1,42	1,42	1,36	1,14	0,85	1,14	1,02
10 (136)		1,65	1,48	1,19	1,08	1,24	1,19	1,19	1,14	0,97	0,79	0,97	0,91	
15 (200)		1,30	1,24	1,02	0,97	1,08	1,02	1,02	0,97	0,85	0,73	0,85	0,79	
Parquet (pavimento de madera) sobre superficie de cemento	Enlucido de arena	5 (97)	2,05	1,87	1,42	1,24	1,48	1,36	1,36	1,30	1,14	0,85	1,14	1,02
		10 (195)	1,87	1,76	1,36	1,19	1,42	1,30	1,30	1,24	1,08	0,85	1,08	0,97
		15 (292)	1,81	1,65	1,30	1,19	1,36	1,24	1,24	1,19	1,02	0,85	1,02	0,97
		20 (390)	1,70	1,59	1,30	1,14	1,30	1,24	1,24	1,19	1,02	0,79	1,02	0,91
		25 (488)	1,65	1,54	1,24	1,08	1,24	1,19	1,19	1,14	0,97	0,79	0,97	0,91
	Enlucido ligero (1300 kg/m³)	5 (78)	1,65	1,54	1,24	1,08	1,24	1,19	1,19	1,14	0,97	0,79	0,97	0,91
10 (141)		1,30	1,24	1,08	0,97	1,08	1,02	1,02	0,97	0,85	0,73	0,85	0,79	
15 (205)		1,14	1,08	0,91	0,85	0,91	0,91	0,91	0,85	0,79	0,63	0,79	0,73	
Embaldosado o linóleo 3 mm sobre contraplacado 16 mm entre vigas	Enlucido de arena	5 (107)	1,87	1,76	1,36	1,19	1,42	1,30	1,30	1,24	1,08	0,85	1,14	0,97
		10 (205)	1,81	1,65	1,30	1,19	1,36	1,24	1,24	1,19	1,02	0,85	1,08	0,97
		15 (302)	1,70	1,59	1,30	1,14	1,30	1,19	1,24	1,19	1,02	0,79	1,02	0,91
		20 (400)	1,65	1,54	1,24	1,08	1,24	1,19	1,19	1,14	0,97	0,79	1,02	0,91
		25 (498)	1,59	1,48	1,19	1,08	1,19	1,14	1,14	1,08	0,97	0,73	0,97	0,91
	Enlucido ligero (1300 kg/m³)	5 (92)	1,59	1,48	1,19	1,08	1,19	1,14	1,14	1,08	0,97	0,73	0,97	0,85
10 (151)		1,24	1,19	1,02	0,91	1,02	0,97	0,97	0,97	0,85	0,69	0,85	0,79	
15 (214)		1,08	1,02	0,91	0,79	0,91	0,85	0,85	0,85	0,73	0,63	0,79	0,73	
Parquet madera dura sobre tabillitas de cubierta entre vigas	Enlucido de arena	5 (117)	1,48	1,42	1,14	1,02	1,14	1,14	1,14	1,08	0,91	0,73	0,97	0,85
		10 (214)	1,42	1,36	1,14	1,02	1,14	1,08	1,08	1,02	0,91	0,73	0,91	0,85
		15 (312)	1,36	1,30	1,08	0,97	1,08	1,02	1,08	1,02	0,85	0,73	0,91	0,79
		20 (410)	1,30	1,24	1,08	0,97	1,08	1,02	1,02	0,97	0,85	0,69	0,85	0,79
		25 (507)	1,24	1,19	1,02	0,91	1,02	0,97	0,97	0,97	0,79	0,69	0,85	0,79
	Enlucido ligero (1300 kg/m³)	5 (97)	1,24	1,19	1,02	0,91	1,02	0,97	0,97	0,97	0,79	0,69	0,85	0,79
10 (161)		1,08	1,02	0,91	0,79	0,91	0,85	0,85	0,85	0,73	0,63	0,73	0,69	
15 (224)		0,91	0,91	0,79	0,73	0,79	0,79	0,79	0,73	0,69	0,57	0,69	0,63	

TECHADO MADERA												
 No acondicionado Acondicionado		PAVIMENTO	CONSTRUCCIÓN DEL TECHO									
			Sin forro			Suspendido o con forros						
			Desnudo	Losas de 12 mm (5)	Losas de 20 mm (5)	Entramado metálico enlucido		Yeso 10 mm o entramado madera enlucido		Panel aislante desnudo o con enlucido de arena 12 mm		Losas acústicas sobre forro o yeso 10 mm
NATURALEZA DEL SUELO				Enlucido de arena 20 mm (35)	Enlucido ligero 20 mm (15)	Enlucido de arena 12 mm (25)	Enlucido ligero 12 mm (10)	Panel de 12 mm (10)	Panel de 25 mm (20)	Losas de 12 mm (5)	Losas de 20 mm (5)	
Desnudo	Ninguno	0,00	0,00	0,00	2,90	2,44	2,50	2,27	1,76	1,19	1,76	1,54
	Madera 20 mm (10)	1,99	1,42	1,24	1,48	1,36	1,36	1,30	1,08	0,85	1,14	0,97
	Madera 50 mm (25)	1,54	1,02	0,91	1,08	0,97	1,02	0,97	0,85	0,69	0,85	0,79
Embaldosado sobre cemento 38 mm	Madera 20 mm (105)	2,15	1,02	0,97	1,08	1,02	1,02	0,97	0,85	0,69	0,85	0,79
	Madera 50 mm (120)	1,36	0,79	0,73	0,85	0,79	0,79	0,79	0,69	0,63	0,69	0,69
Parquet madera dura 20 mm o linóleo sobre contraplacado 16 mm	Madera 20 mm (25)	1,87	0,97	0,91	1,02	0,97	0,97	0,91	0,79	0,69	0,79	0,73
	Madera 50 mm (35)	1,24	0,79	0,73	0,79	0,73	0,73	0,73	0,69	0,57	0,69	0,63
Linóleo 3 mm sobre pavimento 6 mm sobre panel aislante 10 mm	Madera 20 mm (25)	1,65	0,91	0,85	0,91	0,85	0,91	0,85	0,73	0,63	0,79	0,73
	Madera 50 mm (40)	1,14	0,73	0,69	0,73	0,69	0,73	0,69	0,63	0,57	0,63	0,63

308 Herramienta computacional para determinar las cargas térmicas que intervienen en el proceso de acondicionamiento de ambiente.

COEFICIENTES DE TRANSMISIÓN GLOBAL K – VENTANAS, CLARABOYAS PUERTAS Y PAREDES EN BALDOSAS O ADOQUINES DE VIDRIO											
kcal/h·m ² ·°C											
VIDRIO											
	Vertical							Horizontal			
	Sencillo	Doble			Triple			Sencillo		Doble	
Espesor de la lámina de aire (mm)		6	13	20 - 100	6	13	20 - 100	Verano	Invierno	Verano	Invierno
Chasis simple	5,5	3,0	2,7	2,6	2,0	1,7	1,6	4,2	6,8	1,4	3,4
Chasis doble	2,6							2,1	3,1		
PUERTA											
Espesor de la puerta (cm)	Valor de K puerta sencilla				Valor de K puerta doble chasis o armadura						
2,5	3,4				1,7						
3,2	2,9				1,6						
3,8	2,6				1,5						
4,4	2,5				1,5						
5,1	2,3				1,4						
6,3	1,9				1,2						
7,6	1,6				1,1						
Vidrio (herculita de 19 mm)	5,1				2,1						
PAREDES FORMADAS POR BLOQUES O BALDOSAS DE VIDRIO											
Especificaciones *								Valor de K			
146 × 146 × 98 mm espesor. Dimensiones nominales 150 × 150 × 100 (70)								3,0			
197 × 197 × 98 mm espesor. Dimensiones nominales 200 × 200 × 100 (70)								2,7			
297 × 297 × 98 mm espesor. Dimensiones nominales 300 × 300 × 100 (80)								2,5			
197 × 197 × 98 mm espesor con pantalla fibra de vidrio (70)								2,3			
297 × 297 × 98 mm espesor con pantalla fibra de vidrio (80)								2,1			

Anexo N° 13 [4]

COEFICIENTES DE TRANSMISIÓN GLOBAL K – TABIQUES DE ALBAÑILERÍA *												
VERANO – INVIERNO												
kcal/h·m ² ·°C												
PARED	ESPESOR (cm) y peso (kg/m ²)	Ningún revestimiento	Caras con revestimiento	REVESTIMIENTO								
				Revoque de yeso 10 mm (10)	Enlucido 15 mm		Entramado metálico enlucido sobre forro		Yeso 12 mm o entramado madera enlucido sobre forro		Panel aislante solo o enlucido sobre forro	
					Enlucido de arena (30)	Enlucido ligero (15)	Enlucido de arena 20 mm (35)	Enlucido ligero 20 mm (15)	Enlucido de arena 12 mm (35)	Enlucido ligero 12 mm (10)	Panel de 12 mm (10)	Panel de 25 mm (20)
AGLOMERADO HUECO Escorias 	7,5 (83)	2,20	Una	1,90	2,10	1,85	1,46	1,32	1,37	1,27	1,02	0,78
			Dos	1,71	2,00	1,61	1,12	0,98	0,98	0,88	0,68	0,49
	10 (98)	1,95	Una	1,76	1,90	1,71	1,37	1,27	1,27	1,22	0,98	0,73
			Dos	1,56	1,81	1,51	1,02	0,93	0,93	0,88	0,63	0,54
	20 (181)	1,56	Una	1,42	1,51	1,42	1,17	1,07	1,07	1,02	0,39	0,68
			Dos	1,32	1,46	1,27	0,93	0,83	0,83	0,78	0,59	0,44
	30 (259)	1,51	Una	1,37	1,46	1,32	1,12	1,02	1,07	1,02	0,83	0,68
			Dos	1,27	1,42	1,22	0,88	0,78	0,83	0,73	0,59	0,44
Ligero	75 (73)	1,85	Una	1,66	1,76	1,61	1,32	1,22	1,22	1,17	0,98	0,73
			Dos	1,51	1,71	1,46	1,02	0,88	0,93	0,83	0,63	0,44
	10 (83)	1,71	Una	1,51	1,66	1,51	1,22	1,12	1,17	1,07	0,93	0,73
			Dos	1,42	1,56	1,32	0,98	0,83	0,83	0,78	0,63	0,44
20 (156)	1,46	Una	1,32	1,42	1,32	1,07	1,02	1,02	0,98	0,83	0,68	
		Dos	1,22	1,37	1,17	0,88	0,78	0,78	0,73	0,59	0,44	
Arena y grava	30 (210)	1,37	Una	1,22	1,32	1,22	1,02	0,98	0,98	0,93	0,78	0,63
			Dos	1,12	1,27	1,12	0,83	0,73	0,78	0,73	0,59	0,39
	20 (210)	1,95	Una	1,76	1,90	1,71	1,37	1,27	1,27	1,22	0,98	0,73
			Dos	1,56	1,81	1,51	1,02	0,93	0,93	0,88	0,63	0,54
30 (308)	1,85	Una	1,66	1,76	1,61	1,32	1,22	1,22	1,17	0,93	0,73	
		Dos	1,46	1,71	1,42	1,02	0,88	0,93	0,83	0,63	0,44	
LADRILLO HUECO Revestimiento 	7,5 (73)	2,25	Una	1,95	2,15	1,90	1,51	1,37	1,37	1,32	1,07	0,78
			Dos	1,76	2,05	1,66	1,12	0,98	0,98	0,93	0,68	0,49
	10 (78)	1,95	Una	1,76	1,90	1,71	1,37	1,27	1,27	1,22	0,98	0,73
			Dos	1,56	1,81	1,51	1,02	0,93	0,93	0,88	0,63	0,54
15 (122)	1,71	Una	1,51	1,61	1,51	1,22	1,12	1,12	1,07	0,93	0,73	
		Dos	1,37	1,56	1,32	0,98	0,83	0,88	0,78	0,63	0,44	
20 (146)	1,51	Una	1,37	1,46	1,37	1,12	1,07	1,07	1,02	0,88	0,68	
		Dos	1,27	1,42	1,22	0,88	0,78	0,83	0,78	0,59	0,44	
BALDOSA DE YESO CON ALVÉOLOS	7,5 (44)	1,81	Una	1,61	1,71	1,56	1,27	1,17	1,17	1,12	0,93	0,73
			Dos	1,46	1,66	1,42	0,98	0,88	0,88	0,63	0,63	0,44
10 (63)	1,61	Una	1,46	1,56	1,42	1,17	1,07	1,12	1,07	0,88	0,68	
		Dos	1,32	1,51	1,27	0,93	0,83	0,83	0,78	0,59	0,44	
BALDOSA DE YESO MACIZA 	3,5					2,98 (63)	2,10 (29)					
	5					2,83 (88)	1,85 (39)					
	6,5					2,68 (104)	1,66 (44)					

Anexo N° 14 [4]

310 Herramienta computacional para determinar las cargas térmicas que intervienen en el proceso de acondicionamiento de ambiente.

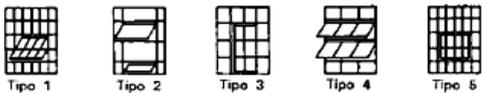
INFILTRACIONES POR LAS PUERTAS Y VENTANAS EN VERANO *										
Velocidad del viento : 12 km/h **										
a - VENTANAS A BATIENTES										
DESIGNACIÓN	m ³ /h POR m ² DE ABERTURA									
	Porcentaje de la superficie que puede ser abierta									
	0 %	25 %	33 %	40 %	45 %	50 %	60 %	66 %	75 %	100 %
Ventana tipo A	6,0	13,2	-	18,0	-	-	-	26,5	-	47,4
Ventana tipo B	-	7,1	-	-	-	10,0	13,5	-	-	-
Ventana tipo C	-	-	5,1	-	-	9,0	-	-	-	11,5
Ventana tipo D	-	-	-	-	4,2	-	-	5,9	7,1	-
Ventana tipo E	5,0	10,6	-	15,0	-	-	-	22,0	-	40,0
b - VENTANAS DE GUILLOTINA										
DESIGNACIÓN	m ³ /h POR m ² DE ABERTURA									
	Pequeña 75 x 180 cm			Grande 140 x 245 cm						
	Sin burleta de estanqueidad	Con burleta de estanqueidad	Doble ventana	Sin burleta de estanqueidad	Con burleta de estanqueidad	Doble ventana				
Marco madera	7,8	4,8	4,0	5,0	3,1	2,6				
Marco madera mal ajustado	22,0	6,8	11,0	14,0	4,4	7,0				
Marco metálico	14,6	6,4	7,3	9,3	4,0	4,6				
										
DIFERENTES TIPOS DE VENTANAS (vistas desde el exterior)										
TABLA 41. INFILTRACIONES POR LAS PUERTAS Y VENTANAS EN VERANO * (Cont.) Velocidad del viento: 12 km/h **										
c - PUERTAS EN UNA FACHADA O EN DOS FACHADAS ADYACENTES										
DESIGNACIÓN	m ³ /h por m ² de superficie ****		m ³ /h							
	No utilizada	Utilización media	Constantemente abierta							
			Sin vestíbulo	Con vestíbulo						
Puerta giratoria - funcionamiento normal paneles abiertos	14,5	95	-	-						
Puerta de cristal - Rendija 5 mm	82,0	183	2040	1530						
Puerta de madera (2,1 x 0,9 m)	18,0	119	1190	850						
Pequeña puerta de fábrica	14,0	119	-	-						
Puerta de garaje o de carga	36,5	82	-	-						
Rampa de garaje	36,5	124	-	-						
e - PUERTAS										
APLICACIÓN	m ³ /h POR OCUPANTE Y POR PUERTA									
	Puerta giratoria de 180 cm	Puerta con un batiente								
		Sin vestíbulo	Con vestíbulo							
Banco	11,0	13,6	10,2							
Barbéría	6,8	8,5	6,5							
Confitería	9,3	11,9	9,0							
Tienda de tabaco o estanco	34,0	51,0	38,2							
Tienda «precio único»	11,0	13,6	10,2							
Tienda de confección (mujeres)	3,4	4,2	3,2							
Farmacia	9,3	11,9	9,0							
Sala de hospital	-	5,9	4,4							
Salón de té	6,8	8,5	6,5							
Tienda de confección (hombres)	4,6	6,3	4,8							
Restaurante	3,4	4,2	3,2							
Zapatería	4,6	5,9	4,4							

Tabla 3. Volúmenes mínimos de aire a suplir con instalación de Aire Acondicionado para ambientes de No Fumadores

Tipo de local	Metros cúbicos de aire externo a suplir en el local por min y por metro cuadrado	
	Persona	Área del local
Apartamentos en general	0,57	
Aulas de clases en general	0,57	
Bancos (Oficinas y público)	0,28	
Barberías	0,42	
Bares	0,85	
Billares	0,85	
Boleras (Bowling)	0,85	
Boites	0,85	
Cafeterías	0,34	
Capillas funerarias	0,28	
Cervecerías	0,85	
Cocinas de restaurantes		1,219
Cocinas en viviendas		0,609
Comedores	0,57	
Comercios	1,41	
Corredores y pasillos		0,076
Cuartos de hoteles	0,85	0,100
Despachos (Oficinas)	1,41	
Depósitos (generales)	0,21	
Discotecas y similares	1,41	0.015
Dormitorios en general		
Fábricas (ambiente laboral en general)	0,28	0.030
Farmacias (preparación de fármacos)	0,28	
Garajes		0.305
Gimnasios	0,85	
Laboratorios	0,57	
Oficinas públicas	0,42	
Oficinas privadas	0,85	0.076
Peluquerías	0,42	
Restaurantes	0,42	
Sala de conferencias	1,41	0.381
Salas y recibos	0,57	
Salas de baile	1,41	
Salas sanitarias		0,609
Salones de belleza	0,28	
Teatros y otros sitios de reunión públicos	0,21	
Tiendas por departamentos	0,21	
Viviendas en general	0,57	

312 Herramienta computacional para determinar las cargas térmicas que intervienen en el proceso de acondicionamiento de ambiente.

GANANCIAS DEBIDAS A LOS OCUPANTES													
GRADO DE ACTIVIDAD	TIPO DE APLICACIÓN	Metabolismo hombre adulto (kcal/h)	Metabolismo medio (kcal/h)	TEMPERATURA SECA DEL LOCAL (°C)									
				28		27		26		24		21	
				kcal/h		kcal/h		kcal/h		kcal/h		kcal/h	
				Sensibles	Latentes	Sensibles	Latentes	Sensibles	Latentes	Sensibles	Latentes	Sensibles	Latentes
Sentados, en reposo	Teatro, escuela primaria	98	88	44	44	49	39	53	35	58	30	65	23
Sentados, trabajo muy ligero	Escuela secundaria	113	100	45	55	48	52	54	46	60	40	68	32
Empleado de oficina	Oficina, hotel, apartamento, escuela superior	120	113	45	68	50	63	54	59	61	52	71	42
De pie, marcha lenta	Almacenes, tienda	139											
Sentado, de pie	Farmacia	139											
De pie, marcha lenta	Banco	139	126	45	81	50	76	55	71	64	62	73	53
Sentado	Restaurante **	126	139	48	91	55	84	61	78	71	68	81	58
Trabajo ligero en el banco de taller	Fábrica, trabajo ligero	202	169	48	141	55	134	62	127	74	115	92	97
Baile o danza	Sala de baile	227	214	55	159	62	152	69	145	82	132	101	113
Marcha, 5 km/h	Fábrica, trabajo bastante penoso	252	252	68	184	76	176	83	169	96	156	116	136
Trabajo penoso	Pista de bowling *** Fábrica	378	365	119	252	117	248	122	243	132	233	152	213

Anexo N° 17 [4]

GANANCIAS DEBIDAS A LOS APARATOS ELÉCTRICOS DE RESTAURANTES								
Sin campana de extracción *								
APARATOS	DIMENSIONES TOTALES sin pie ni asa (mm)	MANDO	DATOS DIVERSOS	Potencia nominal (W)	Potencia en marcha continua (W)	GANANCIAS A ADMITIR PARA USO MEDIO		
						Calor sensible (W)	Calor latente (W)	Calor total (W)
Percolador 2 litros Calent. de agua 2 litros		Manual Manual		650 89	89 89	263 67	64 26	269 35
4 percoladores con reserva de 17 litros	508 x 762 x 660 H	Auto.	Calentador agua 2000 vatios Percolador 2960 vatios	4901	0	1392	348	1740
Cafetera 10 litros 10 litros 20 litros	381 Φ x 864 H 305 x 584 oval x 533 H 457 Φ x 940 H	Manual Auto. Auto.	Negro Niquelado Niquelado	3480 4472	870 754	754 638	493 435	1247 1073
Máquina donut	558 x 558 x 1450 H	Auto.	Extractor motor de 1/2 CV	4965	1044	986	667	1653
Cocedora para huevos	254 x 330 x 635 H	Manual	Medio 550 vatios Lenta 275 vatios	4640 1085	0 0	1450 348	0 232	1450 580
Mesa caliente, con calientaplatos, por m ² de superficie		Auto.	Aislado - Calentador separado para cada plato. Calientaplatos en la parte inferior	4176	1566	1102	1102	2204
Mesa caliente, sin calientapla- tos, por m ² de superficie		Auto.	Como arriba, pero sin calientaplatos	3190	1253	626	1114	1740
Freidora 5 litros aceite	305 Φ x 355 H	Auto.		2575	319	464	696	1160
Freidora 10 litros aceite	406 x 457 x 305 H	Auto.	Superficie 300 x 360 mm	6954	5800	1102	1653	2755
Placa calentadora	457 x 457 x 203 H	Auto.	Superficie activa 450 x 360 mm	2320	812	899	493	1392
Parrilla para carne	355 x 355 x 254 H	Auto.	Superf. útil 250 x 300 mm	2958	551	1131	609	1740
Parrilla para sandwich	330 x 355 x 254 H	Auto.	Superficie de parrilla 300 x 300 mm	1624	551	783	203	986
Calentador de pan	660 x 432 x 330 H	Auto.	1 cajón	435	116	319	29	348
Tostador (continuo)	381 x 381 x 711 H	Auto.	Para dos cortes 360 cortes/h	2175	1450	1479	377	1856
Tostador (continuo)	508 x 381 x 711 H	Auto.	Para 4 cortes 720 cortes/h	2981	1740	1769	754	2523
Tostador (automático)	152 x 279 x 228 H	Auto.	2 cortes	1189	290	716	131	847
Molde de tortas	305 x 330 x 254 H	Auto.	1 torta de 180 mm	719	174	319	215	534
Molde de tortas	355 x 330 x 254 H	Auto.	12 tortas de 64 x 95 mm	2192	435	899	609	1508

Anexo N° 18 [4]

314 Herramienta computacional para determinar las cargas térmicas que intervienen en el proceso de acondicionamiento de ambiente.

GANANCIAS DEBIDAS A LOS APARATOS DE RESTAURANTE								
Funcionamiento a gas o a vapor sin campana de extracción *								
APARATOS	DIMENSIONES TOTALES sin pie ni asa (mm)	MANDO	DATOS DIVERSOS	Potencia nominal (W)	Potencia en marcha continua (W)	GANANCIAS A ADMITIR PARA USO MEDIO		
						Calor sensible (W)	Calor latente (W)	Calor total (W)
GAS								
Percolador 2 litros Calentador agua 2 litros		Manual Manual	Combinación sin percolador y calentador agua	856 126	126 126	340 100	90 25	430 125
Percolador completo con depósito	482 x 762 x 660 H		4 percoladores con reserva de 17 litros			1815	455	2270
Cafetera 11 litros " 11 litros " 19 litros	381 Φ x 864 H 304 x 584 oval x 533 H 457 Φ x 940 H	Auto. Auto. Auto.	Negra Niquelada Niquelada	806	983 856 1180	730 630 980	730 630 980	1460 1260 1960
Calientaplatos, por m ² de superficie		Manual	Tipo bario maría	5430	2450	2310	1220	3530
Freidora, 6,8 kg de grasa	304 x 508 x 457 H	Auto.	Superficie 250 x 250 mm	3590	755	1060	705	1765
Freidora, 12,7 kg de grasa	381 x 889 x 279 H	Auto.	Superficie 275 x 400 mm	6050	1135	1815	1210	3025
Parrilla Queimador superior Queimador inferior	558 x 355 x 431 H (0,13 m ² de superficie de parrilla)	Manual	Aislado 5500 kcal/h 3750 kcal/h	9320		3625	915	4540
Horno, parte sup. abierta, por m ² de superficie		Manual	Queimadores anulares 3000-5500 kcal/h	3800		1140	1140	2280
Horno, parte sup. cerrada, por m ² de superficie		Manual	Queimadores anulares 2500-3000 kcal/h	2980		895	895	1790
Tostador continuo	381 x 381 x 711 H	Auto.	2 cortes - 360 cortes/h	3000	2500	1940	830	2770
VAPOR								
Cafetera 11 litros " 11 litros " 19 litros	381 Φ x 864 H 304 x 584 oval x 533 H 457 Φ x 940 H	Auto. Auto. Auto.	Negra Niquelada Niquelada			730 600 855	480 400 580	1210 1000 1435
" 11 litros " 11 litros " 19 litros	381 Φ x 864 H 304 x 584 oval x 533 H 457 Φ x 940 H	Manual Manual Manual	Negra Niquelada Niquelada			780 655 930	780 655 930	1560 1310 1860
Mesa caliente por m ² de superficie		Auto.				100	125	225
Calientaplatos, por m ² de superficie		Manual				110	280	390

Anexo N° 19 [4]

TABLA 4 - GANANCIAS DEBIDAS A LOS DIVERSOS APARATOS
Sin campana de extracción *

APARATOS	MANDO	DATOS DIVERSOS	Potencia nominal máxima (W)	GANANCIAS A ADMITIR PARA USO MEDIO		
				Calor sensible (W)	Calor latente (W)	Calor total (W)
ELÉCTRICOS						
Secapelo con ventilador 15 a 115 V	Manual	Ventilador 165 W (bajo 915 W, fuerte 1580 W)	1569	673	116	789
Casco secapelo 6,5 a 115 V	Manual	Ventilador 80 W (bajo 300 W, fuerte 710 W)	696	545	99	644
Calentadores de permanente	Manual	60 calentadores de 25 W normalmente 36 en marcha	1485	244	46	290
Lavador y esterilizador a presión		280 x 280 x 560 mm		3503	6867	10370
Letrero de neón, por 30 cm de longitud		Diámetro exterior: 12 mm Diámetro exterior : 10 mm		9 17		9 17
Calentador de toallas		460 x 760 x 1830 mm 460 x 620 x 1830 mm		348 307	870 702	1218 1009
Esterilizador de ropa	Auto. Auto.	406 x 620 mm 508 x 914 mm		2807 6809	2540 7018	5348 13827
Esterilizador paralelepipedito	Auto.	620 x 620 x 914 mm		10173	6136	16310
	Auto.	620 x 620 x 1220 mm		12180	7888	20068
	Auto.	620 x 914 x 1220 mm		16437	10521	26958
	Auto.	620 x 914 x 1524 mm		20033	13143	33176
	Auto.	914 x 1067 x 2144 mm		47212	28513	75725
	Auto.	1067 x 1219 x 2438 mm 1219 x 1382 x 2438 mm		53766 61422	40925 52664	94691 114086
Esterilizador agua	Auto.	40 litros		1195	4826	6020
	Auto.	60 litros		1786	7192	8978
Esterilizador, instrumentos	Auto.	152 x 205 x 432 mm		789	696	1485
	Auto.	228 x 254 x 508 mm		1485	1148	2633
	Auto.	254 x 305 x 560 mm		2366	1728	4095
	Auto.	254 x 305 x 914 mm		2981	2749	5730
	Auto.	305 x 406 x 620 mm		2668	2494	5162
Esterilizador, utensilios	Auto.	406 x 406 x 620 mm		3097	5962	9060
	Auto.	508 x 508 x 620 mm		3596	7482	11078
Esterilizador, aire caliente	Auto.	Modelo 120 Amer. Sterilizer Co.		580	1230	1810
	Auto.	Modelo 100 Amer. Sterilizer Co.		348	615	963
Alambique, agua		20 l/h		499	789	1288
Aparato de radiografía		Para médicos y dentistas		Ninguna	Ninguna	Ninguna
Aparato de radioscopia		Las ganancias pueden ser grandes Solicitar información del constructor				
A GAS						
Pequeño mechero Bunsen	Manual	Quemador 11 mm diám. con gas ciudad	522	278	70	348
Pequeño mechero Bunsen Quemador de llama plana	Manual	Quemador 11 mm diám. con gas natural	870	487	128	615
	Manual	Quemador 11 mm diám. con gas natural	1021	580	139	719
Quemador de llama plana Mechero Bunsen grande	Manual	Quemador 11 mm diám. con gas natural	1601	905	220	1125
	Manual	Quemador 38 mm diám. con gas natural	1752	974	267	1241
Encendedor de cigarras	Manual	Funcionamiento continuo	731	267	29	296
Secapelo central - 5 cascos - 10 cascos	Auto.	Constituido por un calentador y un ventilador que impulsa el aire caliente hacia los cascos	9651	4385	1172	5556
	Auto.		6136	1752	7888	

Anexo N° 20 [4]

VALORES USUALES DE LOS FACTORES DE BYPASS (para diferentes aplicaciones)

Factor de bypass	Tipo de la aplicación	Ejemplo
0,30 a 0,50	Balance térmico pequeño o medio con pequeño SHF (ganancias latentes grandes)	Apartamentos
0,20 a 0,30	Acondicionamiento de confort clásico, balance térmico relativamente pequeño, o algo mayor pero con pequeño SHF	Tiendas pequeñas Fábrica
0,10 a 0,20	Acondicionamiento de confort clásico	Tiendas grandes Banco, fábrica
0,05 a 0,10	Ganancias sensibles grandes o caudal de aire exterior grande	Tienda grande Restaurante, fábrica
0 a 0,10	Funcionamiento con aire fresco total	Hospital, quirófano, fábrica

Anexo N° 21 [4]

CONDICIONES INTERIORES				ADP y ESHF									
t _{db}	H.R.	t _{wb}	W										
°C	%	°C	g/Kg										
32	35	20,5	10,6	ESHF	1,00	0,95	0,89	0,84	0,77	0,73	0,70	0,68	0,66
				ADP	14,6	14,0	13,0	12,0	10,0	8,0	6,0	4,0	2,0
	40	21,9	11,9	ESHF	1,00	0,93	0,84	0,79	0,73	0,68	0,65	0,63	0,62
				ADP	16,7	16,0	15,0	14,0	12,0	10,0	8,0	6,0	2,0
	45	22,9	13,5	ESHF	1,00	0,92	0,82	0,76	0,70	0,65	0,62	0,59	0,57
				ADP	18,6	18,0	17,0	16,0	15,0	13,0	11,0	8,0	4,0
	50	23,8	15,0	ESHF	1,00	0,94	0,82	0,74	0,64	0,59	0,57	0,55	0,52
				ADP	20,3	20,0	19,0	18,0	16,0	14,0	12,0	10,0	6,0
55	24,7	16,6	ESHF	1,00	0,91	0,83	0,72	0,61	0,56	0,53	0,51	0,50	
			ADP	21,9	21,5	21,0	20,0	18,0	16,0	14,0	12,0	9,0	
60	25,7	18,1	ESHF	1,00	0,90	0,76	0,66	0,59	0,53	0,49	0,48	0,46	
			ADP	23,3	23,0	22,0	21,0	20,0	18,0	16,0	14,0	10,0	
65	26,5	19,6	ESHF	1,00	0,82	0,66	0,59	0,53	0,50	0,46	0,44	0,43	
			ADP	24,6	24,0	23,0	22,0	21,0	20,0	18,0	16,0	12,0	
70	27,1	21,2	ESHF	1,00	0,84	0,72	0,59	0,51	0,48	0,43	0,41	0,40	
			ADP	25,9	25,5	25,0	24,0	23,0	22,0	20,0	18,0	15,0	

Anexo N° 22 Temperatura ADP para Temperatura interna de 32°C [4]

CONDICIONES INTERIORES				ADP y ESHF									
t _{db}	H.R.	t _{wb}	W										
° C	%	° C	g/Kg										
30	35	19,0	9,3	ESHF	1,00	0,94	0,88	0,83	0,80	0,75	0,71	0,69	0,68
				ADP	12,8	12,0	11,0	10,0	9,0	7,0	4,0	0	5,0
	40	20,1	10,5	ESHF	1,00	0,97	0,93	0,86	0,77	0,72	0,69	0,66	0,64
				ADP	14,9	14,5	14,0	13,0	11,0	9,0	7,0	4,0	2,0
	45	21,1	12,0	ESHF	1,00	0,91	0,82	0,77	0,73	0,67	0,64	0,61	0,60
				ADP	16,7	16,0	15,0	14,0	13,0	11,0	9,0	6,0	2,0
	50	22,0	13,3	ESHF	1,00	0,94	0,82	0,75	0,70	0,67	0,60	0,58	0,54
				ADP	18,4	18,0	17,0	16,0	15,0	13,0	11,0	8,0	4,0
55	22,9	14,7	ESHF	1,00	0,87	0,83	0,74	0,67	0,60	0,57	0,55	0,52	
			ADP	20,0	19,5	19,0	18,0	17,0	15,0	13,0	11,0	6,0	
60	23,9	16,1	ESHF	1,00	0,90	0,76	0,66	0,61	0,55	0,52	0,50	0,49	
			ADP	21,4	21,0	20,0	19,0	18,0	16,0	14,0	12,0	8,0	
65	24,9	17,4	ESHF	1,00	0,82	0,68	0,60	0,55	0,53	0,49	0,47	0,46	
			ADP	22,7	22,0	21,0	20,0	19,0	18,0	16,0	14,0	11,0	
70	25,5	18,8	ESHF	1,00	0,84	0,72	0,61	0,54	0,50	0,47	0,44	0,43	
			ADP	23,9	23,5	23,0	22,0	21,0	20,0	19,0	17,0	13,0	

Anexo N° 23 Temperatura ADP para Temperatura interna de 30°C [4]

CONDICIONES INTERIORES				ADP y ESHF									
t _{db}	H.R.	t _{wb}	W										
° C	%	° C	g/Kg										
27	35	16,9	7,8	ESHF	1,00	0,95	0,93	0,86	0,84	0,81	0,77	0,73	0,73
				ADP	10,2	9,5	9,0	8,0	7,0	6,0	4,0	0	6,0
	40	18,0	9,0	ESHF	1,00	0,93	0,89	0,84	0,81	0,75	0,70	0,68	0,67
				ADP	12,2	11,5	11,0	10,0	9,0	7,0	4,0	0	5,0
	45	18,8	10,1	ESHF	1,00	0,93	0,89	0,83	0,74	0,70	0,66	0,64	0,63
				ADP	14,1	13,5	13,0	12,0	10,0	8,0	5,0	2,0	2,0
	50	19,6	11,1	ESHF	1,00	0,91	0,83	0,77	0,69	0,65	0,63	0,61	0,60
				ADP	15,7	15,0	14,0	13,0	11,0	9,0	7,0	5,0	2,0
55	20,3	12,3	ESHF	1,00	0,92	0,83	0,74	0,70	0,64	0,60	0,57	0,56	
			ADP	17,2	16,5	16,0	15,0	14,0	12,0	10,0	7,0	4,0	
60	21,0	13,5	ESHF	1,00	0,88	0,72	0,66	0,63	0,60	0,57	0,54	0,53	
			ADP	18,6	18,0	17,0	16,0	15,0	14,0	12,0	10,0	6,0	
65	21,9	14,5	ESHF	1,00	0,82	0,71	0,63	0,57	0,53	0,52	0,51	0,50	
			ADP	19,8	19,0	18,0	17,0	16,0	15,0	13,0	11,0	7,0	
70	22,8	15,7	ESHF	1,00	0,84	0,79	0,74	0,58	0,53	0,51	0,48	0,46	
			ADP	21,0	20,5	20,0	19,0	18,0	17,0	16,0	14,0	11,0	

Anexo N° 24 Temperatura ADP para Temperatura interna de 27°C [4]

CONDICIONES INTERIORES				ADP y ESHF										
t _{db}	H.R.	t _{wb}	W											
° C	%	° C	g/Kg											
26	35	16,0	7,3	ESHF	1,00	0,95	0,93	0,86	0,84	0,80	0,77	0,74	0,72	0,72
				ADP	9,3	8,5	8,0	7,0	6,0	4,0	2,0	0	-4,0	-4,0
	40	17,0	8,4	ESHF	1,00	0,93	0,89	0,85	0,78	0,74	0,72	0,71	0,69	0,69
				ADP	11,3	10,5	10,0	9,0	7,0	5,0	3,0	2,0	2,0	-2,0
	45	18,0	9,4	ESHF	1,00	0,91	0,82	0,79	0,73	0,70	0,67	0,66	0,65	0,65
				ADP	13,0	12,0	11,0	10,0	8,0	6,0	4,0	2,0	0	0
	50	18,9	10,4	ESHF	1,00	0,93	0,84	0,78	0,74	0,68	0,65	0,64	0,62	0,62
				ADP	14,7	14,0	13,0	12,0	11,0	9,0	7,0	6,0	6,0	1,0
55	19,5	11,5	ESHF	1,00	0,90	0,84	0,78	0,72	0,65	0,62	0,59	0,58	0,58	
			ADP	16,2	15,5	15,0	14,0	13,0	11,0	9,0	7,0	7,0	1,0	
60	20,2	12,5	ESHF	1,00	0,90	0,79	0,70	0,66	0,63	0,61	0,57	0,54	0,54	
			ADP	17,5	17,0	16,0	15,0	14,0	13,0	12,0	9,0	8,0	8,0	
65	21,0	13,7	ESHF	1,00	0,82	0,73	0,64	0,59	0,57	0,53	0,52	0,51	0,51	
			ADP	18,9	18,0	17,0	16,0	15,0	14,0	12,0	10,0	10,0	7,0	
70	21,9	14,8	ESHF	1,00	0,84	0,74	0,60	0,58	0,54	0,52	0,50	0,48	0,48	
			ADP	20,1	19,5	19,0	18,0	17,0	16,0	15,0	13,0	13,0	10,0	

Anexo N° 25 Temperatura ADP para Temperatura interna de 26°C [4]

Condiciones interiores				ADP y ESHF										
t _{db}	H.R.	t _{wb}	W											
° C	%	° C	g/Kg											
24	35	14,9	6,5	ESHF	1,00	0,95	0,93	0,91	0,87	0,83	0,78	0,75	0,74	0,74
				ADP	7,6	7,0	6,5	6,0	5,0	3,0	0	-3,0	-3,0	-3,0
	40	15,6	7,4	ESHF	1,00	0,97	0,90	0,82	0,77	0,75	0,73	0,72	0,71	0,71
				ADP	9,5	9,0	8,0	6,0	4,0	2,0	0	-2,0	-2,0	-2,0
	45	16,4	8,3	ESHF	1,00	0,93	0,89	0,80	0,75	0,71	0,69	0,67	0,66	0,66
				ADP	11,2	10,5	10,0	8,0	6,0	4,0	1,0	-1,0	-1,0	-1,0
	50	17,1	9,3	ESHF	1,00	0,91	0,83	0,77	0,70	0,68	0,65	0,64	0,63	0,63
				ADP	12,9	12,0	11,0	10,0	8,0	6,0	4,0	2,0	2,0	1,0
55	17,9	10,2	ESHF	1,00	0,96	0,85	0,73	0,67	0,64	0,62	0,61	0,60	0,60	
			ADP	14,4	14,0	13,0	11,0	9,0	7,0	5,0	3,0	3,0	1,0	
60	18,7	11,2	ESHF	1,00	0,86	0,77	0,72	0,67	0,62	0,59	0,58	0,57	0,57	
			ADP	15,7	15,0	14,0	13,0	12,0	10,0	8,0	6,0	6,0	4,0	
65	19,3	12,2	ESHF	1,00	0,86	0,80	0,70	0,65	0,59	0,55	0,54	0,53	0,53	
			ADP	17,0	16,5	16,0	15,0	14,0	12,0	10,0	8,0	8,0	6,0	
70	20,0	13,2	ESHF	1,00	0,90	0,72	0,66	0,58	0,56	0,53	0,51	0,50	0,50	
			ADP	18,2	17,5	17,0	16,0	15,0	14,0	12,0	10,0	10,0	8,0	

Anexo N° 26 Temperatura ADP para Temperatura interna de 24°C [4]

Condiciones interiores				ADP y ESHF									
t _{db}	H.R.	t _{wb}	W										
° C	%	° C	g/Kg										
22	35	13,1	5,7	ESHF	1,00	0,96	0,93	0,91	0,88	0,86	0,79	0,78	0,77
				ADP	5,7	5,0	4,5	4,0	3,0	2,0	0	-3,0	-6,0
	40	14,1	6,6	ESHF	1,00	0,94	0,92	0,89	0,85	0,82	0,79	0,75	0,73
				ADP	7,8	7,0	6,5	6,0	5,0	4,0	2,0	-1,0	-5,0
	45	14,8	7,4	ESHF	1,00	0,96	0,92	0,89	0,84	0,78	0,74	0,71	0,69
				ADP	9,5	9,0	8,5	8,0	7,0	5,0	3,0	0	-2,0
	50	15,5	8,2	ESHF	1,00	0,94	0,89	0,84	0,79	0,75	0,71	0,68	0,66
				ADP	11,0	10,5	10,0	9,0	8,0	7,0	5,0	2,0	-3,0
55	16,2	9,1	ESHF	1,00	0,93	0,88	0,83	0,77	0,74	0,68	0,64	0,62	
			ADP	12,5	12,0	11,5	11,0	10,0	9,0	7,0	4,0	-1,0	
60	16,9	9,8	ESHF	1,00	0,90	0,85	0,80	0,74	0,67	0,63	0,61	0,60	
			ADP	13,8	13,0	12,5	12,0	11,0	9,0	7,0	5,0	-2,0	
65	17,7	10,7	ESHF	1,00	0,89	0,83	0,74	0,68	0,64	0,60	0,58	0,57	
			ADP	15,1	14,5	14,0	13,0	12,0	11,0	9,0	7,0	-5,0	
70	18,2	11,4	ESHF	1,00	0,87	0,78	0,71	0,65	0,61	0,57	0,56	0,54	
			ADP	16,1	15,5	15,0	14,0	13,0	12,0	10,0	9,0	-7,0	

Anexo N° 27 Temperatura ADP para Temperatura interna de 24°C [4]

Condiciones interiores				ADP y ESHF									
t _{db}	H.R.	t _{wb}	W										
° C	%	° C	g/Kg										
20	35	11,8	5,1	ESHF	1,00	0,98	0,96	0,95	0,91	0,89	0,88	0,85	0,80
				ADP	4,2	4,0	3,5	3,0	2,0	1,0	-1,0	-3,0	-6,0
	40	12,4	5,9	ESHF	1,00	0,95	0,92	0,90	0,88	0,85	0,81	0,79	0,75
				ADP	6,1	5,5	5,0	4,5	4,0	3,0	1,0	-1,0	-6,0
	45	13,2	6,6	ESHF	1,00	0,93	0,90	0,88	0,83	0,80	0,77	0,69	0,69
				ADP	7,7	7,0	6,5	6,0	5,0	4,0	2,0	-1,0	-4,0
	50	14,0	7,3	ESHF	1,00	0,98	0,92	0,89	0,84	0,76	0,72	0,70	0,69
				ADP	9,3	9,0	8,5	8,0	7,0	5,0	2,0	0	-3,0
55	14,5	8,1	ESHF	1,00	0,89	0,86	0,83	0,79	0,71	0,68	0,66	0,65	
			ADP	10,7	10,0	9,5	9,0	8,0	6,0	4,0	1,0	-7,0	
60	15,1	8,8	ESHF	1,00	0,92	0,86	0,77	0,74	0,67	0,64	0,63	0,62	
			ADP	12,0	11,5	11,0	10,0	9,0	7,0	5,0	3,0	-1,0	
65	15,7	9,5	ESHF	1,00	0,89	0,82	0,74	0,68	0,64	0,61	0,60	0,59	
			ADP	13,2	12,5	12,0	11,0	10,0	8,0	6,0	4,0	-9,0	
70	16,3	10,2	ESHF	1,00	0,92	0,84	0,79	0,71	0,65	0,61	0,57	0,56	
			ADP	14,4	14,0	13,5	13,0	12,0	11,0	10,0	7,0	-7,0	

Anexo N° 28 Temperatura ADP para Temperatura interna de 24°C [4]

320 Herramienta computacional para determinar las cargas térmicas que intervienen en el proceso de acondicionamiento de ambiente.

FACTORES TOTALES DE GANANCIA SOLAR A TRAVÉS DEL VIDRIO (coeficientes globales de insolación con o sin dispositivo de sombra o pantalla) *										
Aplicar estos coeficientes a los valores de las tablas 6 y 15 Velocidad del viento 8 km/h. Ángulo de incidencia 30°. Con máxima sombra de persiana										
TIPO DE VIDRIO	SIN PERSIANA O PANTALLA	PERSIANAS VENECIANAS INTERIORES * Listones horizontales o verticales inclinados 45° O CORTINAS DE TELA			PERSIANAS VENECIANAS EXTERIORES Listones horizontales inclinados 45°		PERSIANA EXTERIOR Listones inclinados 17° (horizontales)		CORTINA EXTERIOR DE TELA Circulación de aire arriba y lateralmente	
		Color claro	Color medio	Color oscuro	Color claro	Exterior claro Interior oscuro	Color medio	Color oscuro	Color claro	Color medio u oscuro
VIDRIO SENCILLO ORDINARIO	1,00	0,56	0,65	0,75	0,15	0,13	0,22	0,15	0,20	0,25
VIDRIO SENCILLO 6 mm	0,94	0,56	0,65	0,74	0,14	0,12	0,21	0,14	0,19	0,24
VIDRIO ABSORBENTE *****										
Coefficiente de absorción 0,40 a 0,48	0,80	0,56	0,62	0,72	0,12	0,11	0,18	0,12	0,16	0,20
Coefficiente de absorción 0,48 a 0,56	0,73	0,53	0,59	0,62	0,11	0,10	0,16	0,11	0,15	0,18
Coefficiente de absorción 0,56 a 0,70	0,62	0,51	0,54	0,56	0,10	0,10	0,14	0,10	0,12	0,16
VIDRIO DOBLE										
Vidrios ordinarios	0,90	0,54	0,61	0,67	0,14	0,12	0,20	0,14	0,18	0,22
Vidrios de 6 mm	0,80	0,52	0,59	0,65	0,12	0,11	0,18	0,12	0,16	0,20
Vidrio interior ordinario										
Vidrio ext. absorbente de 0,48 a 0,56	0,52	0,36	0,39	0,43	0,10	0,10	0,11	0,10	0,10	0,13
Vidrio interior de 6 mm										
Vidrio ext. absorbente de 0,48 a 0,56	0,50	0,36	0,39	0,43	0,10	0,10	0,11	0,10	0,10	0,12
VIDRIO TRIPLE										
Vidrio ordinario	0,83	0,48	0,56	0,64	0,12	0,11	0,18	0,12	0,16	0,20
Vidrio de 6 mm	0,69	0,47	0,52	0,57	0,10	0,10	0,15	0,10	0,14	0,17
VIDRIO PINTADO										
Color claro	0,28									
Color medio	0,39									
Color oscuro	0,50									
VIDRIO DE COLOR *****										
Ambar	0,70									
Rojos oscuro	0,56									
Azul	0,60									
Gris	0,32									
Gris-Verde	0,46									
Opalescente claro	0,43									
Opalescente oscuro	0,37									

Anexo N° 29 [4]

Cálculo del coeficiente global de transmisión de calor para conductos de aire		
Tipo de conducto y aislamiento	a	b
Chapa metálica sin aislamiento	3,3	0,06
Chapa metálica con aislamiento interior proyectado o sujeto de 12 mm y 32 kg/m ³	1,5	0,09
25 mm y 32 kg/m ³	0,8	0,08
50 mm y 32 kg/m ³	0,6	0,10
12 mm y 32 kg/m ³	1,5	0,09
25 mm y 48 kg/m ³	1,0	0,06
Placa de fibra de vidrio	1,0	0,02
Chapa metálica con aislamiento exterior de fibra de vidrio de 5 mm y 12 kg/m ³	0,75	0,003

Anexo N° 30 [4]

