

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO DE 10
TON DE FLUJO DE REFRIGERANTE VARIABLE ENFRIADO
POR AGUA PARA EL CONFORT DE LA OFICINA SIMPLEX GO”**

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO
MECANICO**

BACHILLER: RIVERA MOLINA JHAIR JUAN CARLO

Callao, 2021

PERÚ

(Resolución N°019-2021-C.U. del 20 de enero de 2021)

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS CON CICLO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO
LIBRO N° 001, FOLIO N° 055, ACTA N° 029 DE SUSTENTACIÓN DE TESIS CON CICLO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO

A los 23 días del mes Mayo, del año 2021, siendo las 16.45 horas, se reunieron, en la sala meet: <https://meet.google.com/nqn-npve-juc>, el **JURADO DE SUSTENTACION DE TESIS** para la obtención del **TÍTULO** profesional de **Ingeniero Mecánico** de la **Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía**, conformado por los siguientes docentes ordinarios de la **Universidad Nacional del Callao**:

- | | | |
|--------------------------------------|---|------------|
| ▪ Dr. Guerrero Roldán, Félix Alfredo | : | Presidente |
| ▪ Dr. Mamani Calla, Pablo | : | Secretario |
| ▪ Mg. Blas Zarzosa, Adolfo Orlando | : | Miembro |
| ▪ Mg. Paez Apolinario, Eliseo | : | Asesor |

Se dio inicio al acto de sustentación de la tesis del Bachiller **RIVERA MOLINA, JHAIR JUAN CARLO**, quien habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánica sustenta la tesis titulada **"DISEÑO DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO DE 10 TON DE FLUJO DE REFRIGERANTE VARIABLE ENFRIADO POR AGUA PARA EL CONFORT DE LA OFICINA SIMPLEX GO"**, cumpliendo con la sustentación en acto público, de manera no presencial a través de la Plataforma Virtual, en cumplimiento de la declaración de emergencia adoptada por el Poder Ejecutivo para afrontar la pandemia del Covid-19, a través del D.S. N° 044-2020-PCM y lo dispuesto en el DU N° 026-2020 y en concordancia con la Resolución del Consejo Directivo N°039-2020-SUNEDU-CD y la Resolución Viceministerial N° 085-2020-MINEDU, que aprueba las "Orientaciones para la continuidad del servicio educativo superior universitario";

Con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la sustentación de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos vigente. Luego de la exposición, y la absolución de las preguntas formuladas por el Jurado y efectuadas las deliberaciones pertinentes, acordó: Dar por **APROBADO** con la escala de calificación cualitativa **BUENO** y calificación cuantitativa **15 (QUINCE)** la presente Tesis, conforme a lo dispuesto en el Art. 27 del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAC, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 245-2018- CU del 30 de Octubre del 2018.

Se dio por cerrada la Sesión a las 17:30 horas del día 23 del mes y año en curso.



.....
Dr. Félix Alfredo Guerrero Roldán
Presidente de Jurado



.....
Mg. Adolfo Orlando Blas Zarzosa
Miembro de Jurado



.....
Dr. Pablo Mamani Calla
Secretario de Jurado



.....
Mg. Eliseo Paez Apolinario
Asesor

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO DE 10 TON DE
FLUJO DE REFRIGERANTE VARIABLE ENFRIADO POR AGUA PARA EL
CONFORT DE LA OFICINA SIMPLEX GO**

Dedicado a mis padres y hermano, quienes me motivaron para la conclusión de esta tesis y me brindaron su apoyo en el proceso de mi formación profesional

Agradezco a mi tía Reyna por su apoyo en diferentes oportunidades. A mi asesor, compañeros y profesores del ciclo de tesis, por sus consejos.

INDICE

| | |
|--|-----------|
| INDICE | 6 |
| INDICE DE ANEXOS | 9 |
| INDICE DE TABLAS | 11 |
| INDICE DE FIGURAS | 12 |
| RESUMEN | 13 |
| ABSTRACT | 14 |
| INTRODUCCION | 15 |
| I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 17 |
| 1.1 Descripción de la realidad problemática | 17 |
| 1.2 Formulación del problema..... | 18 |
| 1.2.1 Problema General | 18 |
| 1.2.2 Problemas específicos | 18 |
| 1.3 Objetivos de la investigación..... | 18 |
| 1.3.1 Objetivo general | 18 |
| 1.3.2 Objetivos específicos..... | 18 |
| 1.4 Limitantes de la investigación | 19 |
| 1.4.1 Limitación teórica..... | 19 |
| 1.4.2 Limitación temporal | 19 |
| 1.4.3 Limitación espacial | 19 |
| II MARCO TEORICO | 20 |
| 2.1 Antecedentes de estudio..... | 20 |
| 2.1.1 Antecedentes Internacionales | 20 |
| 2.1.2 Antecedentes Nacionales | 20 |
| 2.2 Bases Teóricas | 21 |
| 2.2.1 Acondicionamiento del aire | 21 |
| 2.2.2 Aplicación del aire acondicionado | 22 |
| 2.2.3 Confort..... | 22 |
| 2.2.4 Análisis del local y fuentes de carga térmica..... | 23 |
| 2.2.5 Cálculo de carga de refrigeración..... | 24 |
| 2.2.6 Ganancia interna de calor | 24 |
| 2.2.7 Ganancia externa de calor | 26 |

| | | |
|------------|---|--------------------------------------|
| 2.2.8 | Diferencia equivalente de temperatura(Δte) para paredes exteriores..... | 28 |
| 2.2.9 | Ventilación para renovación de caudal de aire fresco | 32 |
| 2.2.10 | Proceso Psicrométrico..... | 33 |
| 2.2.11 | Sistema de control de patógeno para aire acondicionado | 38 |
| 2.3 | Conceptual..... | 43 |
| 2.3.1 | Sistemas HVAC..... | 43 |
| 2.3.2 | Sistema de Flujo de refrigerante variable | 43 |
| 2.3.3 | Elite CHVAC..... | 47 |
| 2.4 | Definición de términos básicos | 48 |
| 2.4.1 | Calor latente | 48 |
| 2.4.2 | Calor sensible..... | 48 |
| 2.4.3 | Psicometría | 49 |
| 2.4.4 | Temperatura de bulbo seco..... | 49 |
| 2.4.5 | Temperatura de bulbo húmedo | 49 |
| 2.4.6 | Humedad relativa | 49 |
| 2.4.7 | Temperatura punto de rocío | 50 |
| 2.4.8 | Humedad específica | 50 |
| 2.4.9 | Entalpia | 50 |
| 2.4.10 | Caudal de aire | 50 |
| 2.4.11 | Evaporador..... | 50 |
| 2.4.12 | Condensador..... | 51 |
| 2.4.13 | Termostato | 51 |
| 2.4.14 | Torre de enfriamiento | 51 |
| 2.4.15 | Flow Switch | 52 |
| 2.4.16 | Filtro Y | 52 |
| 2.4.17 | Manómetro | 53 |
| 2.4.18 | Termómetro..... | 53 |
| 2.4.19 | Gas refrigerante..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| III | HIPOTESIS y VARIABLE | 54 |
| 3.1 | Hipótesis | 54 |
| 3.1.1 | Hipótesis general..... | 54 |
| 3.1.2 | Hipótesis Especifica | 54 |
| 3.2 | Definición conceptual de variables..... | 55 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 3.2.1 | Operacionalización de variables..... | 55 |
| IV | DISEÑO METODOLÓGICO | 56 |
| 4.1 | Tipo y diseño de investigación | 56 |
| 4.2 | Método de la investigación..... | 56 |
| 4.3 | Población y muestra..... | 56 |
| 4.4 | Lugar de estudio. | 57 |
| 4.5 | Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 57 |
| 4.6 | Análisis y procesamiento de datos..... | 58 |
| 4.6.1 | Cálculo de la carga térmica | 59 |
| 4.6.2 | Cálculo de la capacidad de los equipos | 73 |
| 4.6.3 | Selección de evaporadores o unidades internas | 83 |
| 4.6.4 | Selección de condensador o unidad exterior..... | 83 |
| 4.6.5 | Conexión entre unidades interiores y unidad exterior..... | 84 |
| 4.6.6 | Sistema de control de patógeno | 84 |
| 4.6.7 | Evaluación económica..... | 86 |
| V | RESULTADOS..... | 88 |
| VI | DISCUSIÓN DE RESULTADOS | 89 |
| 6.1 | Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados | 89 |
| 6.2 | Contrastación de los resultados con otros estudios similares..... | 92 |
| 6.3 | Responsabilidad de ética de acuerdo a los reglamentos vigentes..... | 93 |
| | CONCLUSIONES | 94 |
| | RECOMENDACIONES..... | 95 |
| | REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA..... | 96 |
| | ANEXOS..... | 98 |

INDICE DE ANEXOS

| | |
|--|-----|
| Anexo 1 Matriz de consistencia..... | 98 |
| Anexo 2 Temperatura y humedad relativa de Lima-Callao. | 99 |
| Anexo 3 Condiciones de proyecto recomendadas para ambiente interior | 100 |
| Anexo 4 Máxima aportaciones solares a través de cristal sencillo..... | 101 |
| Anexo 4 Máxima aportaciones solares a través de cristal sencillo..... | 102 |
| Anexo 4 Máxima aportaciones solares a través de cristal sencillo..... | 103 |
| Anexo 4 Máxima aportaciones solares a través de cristal sencillo..... | 104 |
| Anexo 4 Máxima aportaciones solares a través de cristal sencillo..... | 105 |
| Anexo 4 Máxima aportaciones solares a través de cristal sencillo..... | 106 |
| Anexo 4 Máxima aportaciones solares a través de cristal sencillo..... | 107 |
| Anexo 5 Factor de almacenamiento sobre carga térmica, aportación solar a través de vidrio..... | 108 |
| Anexo 5 Resistencia térmica R de materiales de construcción y de aislamiento | 109 |
| Anexo 6 Factores totales de ganancia solar a través del vidrio | 110 |
| Anexo 7 Diferencia equivalente de temperatura (°C) en muros o en sombra | 111 |
| Anexo 8 Diferencia equivalente de temperatura (°C) en techo soleado o en sombra | 112 |
| Anexo 9 Correcciones de las diferencias equivalentes de temperatura (°C) . | 113 |
| Anexo 10 Ganancias de iluminación debido a los ocupantes | 114 |
| Anexo 11 Ganancias debido a los aparatos eléctricos..... | 115 |
| Anexo 12 Plano de arquitectura de Simple Go | 116 |
| Anexo 13 Coeficientes por renovación de aire..... | 117 |
| Anexo 14 Hoja de cálculo de carga térmica de Gerencia | 118 |
| Anexo 15 Hoja de cálculo de carga térmica de Operaciones..... | 119 |
| Anexo 16 Hoja de cálculo de carga térmica de Sala de Reunión..... | 120 |
| Anexo 17 Hoja de cálculo de carga térmica de Directorio..... | 121 |
| Anexo 18 Hoja de cálculo de carga térmica de Directorio..... | 122 |
| Anexo 19 Plano Mecánico..... | 123 |
| Anexo 20 Proceso Psicrométrico de Gerencia..... | 124 |
| Anexo 21 Proceso Psicrométrico de Operaciones | 125 |

| | |
|---|-----|
| Anexo 22 Proceso Psicrométrico de Sala de reunión | 126 |
| Anexo 23 Proceso Psicrométrico de Directorio | 127 |
| Anexo 24 Proceso Psicrométrico de Recepción | 128 |
| Anexo 25 Esquema de control eléctrico de la Oficina Simplex Go..... | 129 |
| Anexo 26 Recorrido de la red de tubería de cobre..... | 130 |
| Anexo 27 Catalogo de Condensador | 131 |
| Anexo 28 Catalogo de Evaporadores | 132 |
| Anexo 28 Catalogo de Evaporadores (Cont) | 133 |
| Anexo 29 Catalogo de Termostato..... | 134 |
| Anexo 30 Fichas Técnicas de evaporador | 135 |
| Anexo 30 Fichas Técnicas de evaporador | 136 |
| Anexo 31 Fichas Técnicas de evaporador | 137 |
| Anexo 31 Fichas Técnicas de evaporador | 138 |
| Anexo 32 Fichas Técnicas de evaporador | 139 |
| Anexo 32 Fichas Técnicas de evaporador | 140 |
| Anexo 33 Ficha Técnica..... | 141 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 2-1 Ratio de calor por persona | 25 |
| Tabla 2-2 Carga de iluminación por pie cuadrado..... | 26 |
| Tabla 2-3 Diferencia equivalente de temperatura(°C), Muro soleado o en sombra | 30 |
| Tabla 2-4 Diferencia equivalente de temperatura(°C), Techo soleado o en sombra | 30 |
| Tabla 2-5 Correcciones de las diferencias equivalentes de temperatura (°C) . | 31 |
| Tabla 2-6 Factor de sombra o Coeficiente global de insolación..... | 32 |
| Tabla 3-1 OPERACIONALIZACION DE VARIABLES | 55 |
| Tabla 4-1 TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS . | 58 |
| Tabla 4-2 Peso y resistencia de los materiales | 60 |
| Tabla 4-3 Resumen de datos de área y densidad superficial de la estructura . | 63 |
| Tabla 4-4 Resistencia térmica del muro | 64 |
| Tabla 4-5 Resistencia térmica del muro | 65 |
| Tabla 4-6 Resistencia térmica del piso | 65 |
| Tabla 4-7 Resistencia térmica del techo | 66 |
| Tabla 4-8 Día de mayor aportación solar | 67 |
| Tabla 4-9 Aportación solar por hora..... | 68 |
| Tabla 4-10 Tabla de resumen del anexo 7..... | 69 |
| Tabla 4-11 Transmisión de calor en pared NO | 69 |
| Tabla 4-12 Tabla de resumen del anexo 5..... | 70 |
| Tabla 4-13 Transmisión de calor en ventana NO..... | 71 |
| Tabla 4-14 Resumen de carga térmica | 72 |
| Tabla 4-15 Resumen de calculo..... | 73 |
| Tabla 4-16 Valores obtenidos en carta psicrométrica | 77 |
| Tabla 4-17 Simulación de coeficientes de transmisión para Gerencia..... | 81 |
| Tabla 4-18 Capacidad del equipo para Gerencia..... | 82 |
| Tabla 4-19 Resumen de Capacidad de equipo por ambiente | 82 |
| Tabla 4-20 Cantidad y modelo de equipos seleccionados | 83 |
| Tabla 4-21 Dimensión del serpentín | 85 |
| Tabla 4-22 Cotización con Condensador enfriado por aire | 86 |
| Tabla 4-23 Cotización con Condensador enfriado por agua | 86 |
| Tabla 4-24 Cotización con evaporadores Fan Coil | 87 |
| Tabla 5-1 Relación de unidades internas y unidad exterior de la Oficina Simplex Go | 88 |
| Tabla 5-2 Tuberías y Branch..... | 88 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura N° 2-1 Resistencia de la pared | 28 |
| Figura N° 2-7 Particulas producidas por personas..... | 39 |
| Figura N° 2-8 Filtro HEPA..... | 40 |
| Figura N° 2-9 Rango de la luz | 41 |
| Figura N° 2-10 Purificador de aire..... | 41 |
| Figura N° 2-11 Ozonizacion | 42 |
| Figura N° 2-12 Ionizador bipolar de plasma..... | 43 |
| Figura N° 2-13 Sistema VRF frio solo y frio calor..... | 44 |
| Figura N° 2-14 Sistema VRF con recuperacion de calor..... | 45 |
| Figura N° 2-15 Condensador enfriado por aire | 46 |
| Figura N° 2-16 Condensador enfriado por agua | 46 |
| Figura N° 2-17 Modelo de evaporador | 47 |
| Figura N° 2-18 Carta Psicrométrica | 49 |
| Figura N° 2-19 Torre de enfriamiento de tiro forzado y tiro inducido..... | 52 |
| Figura N° 2-20 Flow Switch..... | 52 |
| Figura N° 2-21 Filtro Y | 53 |
| Figura N° 2-22 Manometro..... | 53 |
| Figura N° 4-1 Ubicación geográfica | 57 |
| Figura N°4.4 Vista de Gerencia con orientación | 60 |
| Figura N° 4-3 Condiciones externas (30°C y 80%HR) y sala (22° y 55%HR).. | 75 |
| Figura N° 4-4 Recta de condiciones que pasa por el punto de sala "S" paralela a la recta de referencia | 76 |
| Figura N° 4-5 Condiciones "i" | 77 |
| Figura 4-6 Ubicación del punto de mezcla en la carta psicrométrica | 79 |
| Figura N° 4-7 Ubicación del punto X..... | 80 |
| Figura N° 4-8 Recorrido y dimensión de tubería refrigerante..... | 84 |
| Figura N° 4-9 Evaporador tipo cassette | 85 |
| Figura N° 4-10 Luz UV-C | 85 |

RESUMEN

La presente tesis realiza el diseño de un sistema de aire acondicionado de 10 TON de capacidad del condensador de flujo de refrigerante variable enfriado por agua para brindar el confort de los usuarios en la oficina SIMPLEX GO para sus 5 ambientes (Gerencia, Operaciones, Sala de reunión, Directorio y recepción) ubicada en el 6to piso de la Torre Olguin en el distrito de Santiago de Surco – Lima, debido a que en verano los ambientes de la oficina alcanzan una alta temperatura.

La tesis es una investigación tipo tecnológica y de un nivel de investigación aplicada, así como un diseño no experimental. La investigación utiliza los instrumentos para la recolección de datos según las técnicas empírica (Check list) y técnica documental (Fichas bibliográficas, fichas electrónicas, entre otros).

El proyecto toma como referencia el plano de arquitectura, con el fin de ver ciertas características: orientación, estructura, área y número de personas en los ambientes. Luego se procede a calcular las cargas térmicas en sus formas de calor sensible y latente de cada ambiente, después se realiza un proceso psicrométrico para obtener la capacidad que requiere los equipos, estos resultados serán validados por el Software ELITE y para el dimensionamiento de tuberías usaremos el Software LatsHVAC. A partir de estos resultados se llega a la selección de equipos y el dimensionamiento de las tuberías. El edificio cuenta con un sistema de tuberías de fierro proveniente de 2 torres de enfriamiento, dejando un ramal en la oficina que cumple con los requerimientos de presión (120 PSI) y temperatura (22°C) del agua para el funcionamiento de del condensador VRV Water (Flujo de refrigerante variable enfriado por agua). Debido a que las oficinas no cuentan con un sistema de ventilación adecuada para controlar la propagación del covid-19 se optó por el uso de un sistema de desinfección de aire que se adecue a los evaporadores seleccionados.

Se determino que se justifica un sistema de 10 TON (120,000 Btu/h) de capacidad del condensador para cumplir con el confort de la oficina Simplex Go.

Palabras claves: Diseño de un sistema de aire acondicionado, flujo de refrigerante variable enfriado por agua, confort.

ABSTRACT

The purpose of this thesis is to design a 10 TON air conditioning system with variable flow refrigerant cooled by water for the comfort of the user in the SIMPLEX GO office for its 5 environments (Management, Operations, Meeting room, Directory and reception) located on the 6th floor of Torre Olguin in the district of Santiago de Surco - Lima, due to the fact that in summer the office environments reach high temperatures.

This thesis required a technological type research and a level of applied research, as well as a non-experimental design. In the present investigation, the data collection instruments were used the empirical technique (Check list) and documentary technique (bibliographic records, electronic records, among others).

For the project, the architectural plan is taken as a reference, in order to see certain characteristics: orientation, structure, area and number of people in the environments. After this, the thermal loads in their forms of sensible and latent heat of each environment are calculated, then a psychrometric process is carried out to obtain the capacity required by the equipment, these results will be validated by the ELITE Software and for the sizing of pipes the LatsHVAC Software. From these results the selection of the teams is reached. The building has an iron pipe system coming from 2 cooling towers and leaving a branch in the office that meets the pressure requirements (120 PSI) and temperature (22 ° C) of the water for the operation of a VRF system Water (Water-cooled variable refrigerant flow). And it was decided to use a pathogen control system due to the pandemic.

As a result, a system of 10 TON (120,000 Btu / h) of condenser capacity was obtained to provide comfort to the Simplex Go office.

Keywords: Design of an air conditioning system, water-cooled variable refrigerant volume, comfort.

INTRODUCCION

La presente tesis tiene por objetivo el diseño de un sistema de aire acondicionado, pues es muy utilizado en empresas, lugares de trabajo, en hogares, entre otros, aplicaremos el método y los procedimientos básicos para satisfacer los requerimientos de climatización, economía y eficiente.

El distrito de Santiago de Surco se localiza en la ciudad de Lima. Es el distrito con mayor crecimiento en el sector inmobiliario para oficinas, departamentos y tiendas comerciales. Se tomará las características climáticas del lugar, para así lograr tener los factores que se involucran y afectan al incremento de temperatura en época de verano.

La propiedad que tienen las estructuras de un edificio para absorber y almacenar calor radiante del exterior (radiación solar), la que se genera, en el interior del ambiente acondicionado vía ocupantes y/o iluminación interior, aumenta la carga real de refrigeración para la cual deben diseñarse y seleccionar los equipos del sistema de aire acondicionado, haciendo que este sea eficiente y su costo de operación e inversión menores. De lo contrario el equipo resultará incorrectamente dimensionado y no trabajará a su máxima capacidad lo que resultaría no económico y mucho menos eficiente.

Los alcances de este diseño son los cálculos y selección de equipamiento de enfriamiento y un sistema de desinfección de aire.

En el Capítulo I se plantea y formula el problema para afinar y estructurar formalmente la idea de investigación, en el Capítulo II, se da un marco conceptual para definir con precisión los conceptos más importantes que sirven de fundamento y orientación al desarrollo de la investigación, en el Capítulo III, se identifica las variables para realizar su respectiva operacionalización y posteriormente formular las hipótesis como respuestas a los objetivos, al problema de la investigación y fundamentadas por el marco conceptual. En el Capítulo IV, el planteamiento y el marco teórico indican el tipo y diseño de investigación, a su vez nos llevará a seleccionar el método de investigación, definir la población y muestra, lugar de estudio y periodo desarrollado además de las técnicas e instrumentos para recolectar datos y su posterior análisis y

procesamiento de datos. En el Capítulo V, se muestran los resultados obtenidos a partir del Capítulo anterior. En el Capítulo VI, Se detalla la discusión de resultados con las hipótesis y con otros estudios similares. En los siguientes Capítulos se detallaron las Conclusiones, Recomendaciones, Referencias Bibliográficas y Anexos.

I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

A causa de que en las Oficinas de Simplex Go existen condiciones climatológicas inhóspitas en épocas calurosas alrededor de los 30°C y que en lugares cerrados el cuerpo humano transfiere mayor calor al medio circundante, este eleva la temperatura en el local, ocasionando al ser humano sensaciones de incomodidad como mareos, sofocación, hedores y falta de atención debido a la poca oxigenación en el interior del local cerrado, por eso la necesidad de un sistema de confort, con temperatura ambiental y/o controlada para el acondicionamiento.

Necesitamos un sistema de circulación de aire, que acondicione los espacios donde se concentra el calor y que se permita la estadía.

Un sistema de aire acondicionado es una necesidad que ahora es más accesible. En general se utiliza un proceso de tratamiento del aire para modificar ciertas características como son la humedad y temperatura; adicionalmente, también puede controlarse la contaminación del aire. Para generar un ambiente de confort, el sistema de aire acondicionado extrae el calor de las oficinas y lo expulsa al exterior, mientras que el aire fresco permanece en las oficinas a través del sistema de ventilación. El aire acondicionado es un servicio, su uso de forma eficiente y organizada.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema General

¿Cómo diseñar un sistema de aire acondicionado de 10 TON de flujo de refrigerante variable enfriado por agua que permita el confort de la oficina Simplex Go?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cómo determinar los parámetros térmicos en los ambientes administrativos de Simplex Go que permita obtener la carga térmica?
- ¿Cómo determinar la capacidad de enfriamiento de los equipos que permita su selección?
- ¿Cómo seleccionar un sistema de desinfección de aire para controlar la propagación del Covid-19 en los ambientes acondicionar?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Diseñar un sistema de aire acondicionado de 10 TON de flujo de refrigerante variable enfriado por agua que permita el confort en la oficina simplex Go.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar los parámetros térmicos en los ambientes administrativos de Simplex Go para obtener la carga térmica.
- Determinar la capacidad de enfriamiento de los equipos para su selección.
- Seleccionar un sistema de desinfección de aire para controlar la propagación del Covid-19 en los ambientes acondicionar.

1.4 Limitantes de la investigación

1.4.1 Limitación teórica

Para la presente de diseño del sistema de aire acondicionado se usarán fórmulas termodinámicas, análisis de transferencia de calor, así mismo se utilizará fórmulas de mecánica de fluido el cual se verá reflejada en el diseño de la investigación.

1.4.2 Limitación temporal

La presente tesis lo desarrollé en el año 2019, el sistema de aire acondicionado es utilizado en las oficinas, generando un ambiente de confort.

1.4.3 Limitación espacial

Esta investigación se limita a las oficinas Simplex Go con dirección Avenida Manuel Olguín, Santiago de Surco en donde se tomaron los datos para dimensionar la capacidad de los equipos.

II MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes de estudio

2.1.1 Antecedentes Internacionales

- (Gerra Samaniego, 2013) en su tesis en la Universidad San Francisco de Quito, titulada: "DISEÑO DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO CON SISTEMA DE VOLUMEN DE REFRIGERANTE VARIABLE", el problema principal es la falta de climatización en el edificio, lo cual provoca un ambiente que no posee las condiciones de confort necesarias para una instalación de estas características. Tiene como objetivo realizar el estudio y diseño de un sistema de aire acondicionado VRV que cubra las deficiencias mencionadas, la cual tuvo como resultado que las cargas por paredes, ventanas y ventilación son las más grandes dentro de la Biblioteca.
- (Cordova, y otros, 2015), en su tesis en la Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito, titulada: "DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO TIPO VRV PARA EL LABORATORIO DE TRANSFERENCIA DE CALOR", llego a la conclusión de que la mayor aportación es mediante la radiación solar a través del vidrio y paredes expuestas, también que un sistema de aire acondicionado tipo VRV al ser controlado por un compresor invertir con variación de frecuencia tiene la capacidad de adaptar la velocidad del compresor a las necesidades del momento y variar el caudal del refrigerante aportado al evaporador y controlar con más eficiencia la temperatura del aire del sistema, también que el consumo de corriente eléctrica y por ende el costo de operación del sistema VRV es menor a comparación de un sistema tradicional.

2.1.2 Antecedentes Nacionales

- (Rodas Gomez, 2018), en su tesis en la Facultad de Ingeniería Eléctrica en la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Titulada: "DISEÑO DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO DE BAJO

COSTO DE OPERACIÓN PARA LAS OFICINAS ADMINISTRATIVAS DEL CUARTO PISO DEL EDIFICIO DE INGENIERIA USAT-CHICLAYO”, la cual tuvo como objetivo principal diseñar un sistema de aire acondicionado de bajo costo de operación para las oficinas administrativas del cuarto piso del edificio de ingeniería USAT – Chiclayo. En el cual concluye que para minimizar los consumos energéticos de los equipos a utilizar es fundamental que las paredes y techos estén aisladas térmicamente de manera adecuada. Para que este proyecto tenga un costo de operación reducido, se propone utilizar paneles solares para los evaporadores, una torre de enfriamiento para el Chiller el cual le generara un menor trabajo, y también lana de fibra de vidrio que deben ser colocados en la superficie interna del techo y en el intermedio de los paneles de yeso de las paredes drywall.

- (Huanca Esquia, 2016), en su tesis en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, titulada: "DISEÑO DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO PARA UN RESTAURANTE UBICADO EN LA CIUDAD DE LIMA", la cual tuvo como objetivo principal realizar el diseño de un sistema de aire acondicionado para un restaurant que está ubicado en la ciudad de Lima. Para ello, considera que la carga térmica del aire acondicionado debe tener en cuenta el tipo de material de construcción mediante los planos del proyecto, ubicación del local, estimación del vapor emitido por un plano de comida y tener una temperatura extrema para poder realizar los cálculos mediante las normas establecidas por ASRAHE.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Acondicionamiento del aire

Conjunto de procedimientos energéticos para el confort.

Es todo proceso capaz de controlar la temperatura, la circulación y la humedad del ambiente donde se encuentre.

Por acondicionamiento de aire se entiende cualquier proceso o conjunto de procesos que actuando sobre el aire atmosférico lo hace más adecuado para su uso en una aplicación determinada que requiere unas condiciones predefinidas. Esas condiciones pueden ser necesarias para obtener un cierto bienestar fisiológico en personas, animales o plantas, preservar materiales almacenados, etc. (García Peres, 2020)

2.2.2 Aplicación del aire acondicionado

El uso del aire acondicionado tiene dos aplicaciones:

- Mantener el confort del ser humano

Casos típicos son: residencia, oficina, sala de espera en hospitales, hoteles, bancos, supermercado, teatro, cine, etc.

- Controlar un proceso industrial

Casos típicos son: data center, industrias textiles, quirófanos, laboratorios, farmacéutica, etc.

Las condiciones que deben mantenerse en un proceso industrial dependen de la naturaleza del mismo o de los materiales que se manejan, mientras que, en un sistema para la comodidad humana, las condiciones son dictadas por las demandas del cuerpo y por lo tanto es necesario conocer las funciones esenciales de este para saber lo que es requerido de un sistema para el acondicionamiento del aire.

2.2.3 Confort

Es el grado de acondicionamiento ambiental, donde el ser humano se siente cómodo para poder realizar cualquier tipo de actividad sea física o mental, y así poder optimizar su desempeño.

El confort depende del comportamiento que se inician conscientemente o inconscientemente y guiados por sensaciones térmicas, de humedad y calidad de aire para reducir la incomodidad. Algunos ejemplos son alterar la ropa, alterar la actividad, cambiar la postura o la ubicación, cambiar el ajuste del termostato, abrir una ventana, quejarse o salir del espacio.

Sorprendentemente, aunque los climas, las condiciones de vida y las culturas difieren ampliamente en todo el mundo, se ha encontrado que la temperatura que la gente elige para su comodidad bajo condiciones similares de ropa, actividad, humedad y movimiento del aire es muy similar. (ASHRAE, 2013)

2.2.4 Análisis del local y fuentes de carga térmica

Para una estimación realista de las cargas de refrigeración es requisito fundamental el estudio riguroso de las componentes de carga en el espacio que va a ser acondicionado. Es imperante que la estimación de carga térmica sea precisa y completa formando parte de este estudio los planos de detalle mecánico, arquitectónico, croquis sobre el terreno. (Carrier, 1980).

Se considera los siguientes aspectos físicos:

a) Condiciones exteriores.

Estas condiciones son sumamente importantes para la estimación de carga térmica, pues permite calcular el calor sensible que se genera por las paredes, ventanas, puertas, techos, etc. Brinda información importante para el cálculo de la capacidad térmica de los equipos de aire acondicionado y su posterior selección (Carrier, 1980).

Consideraremos los siguientes datos:

- Grado
- Latitud geográfica
- Hemisferio
- Altitud

Utilizaremos de ejemplo el mismo proyecto, Lima: 12 Grados Latitud Sur, a 72 msnm

b) Condiciones internas o del edificio

- Destino del local: oficina, hospital, residencia, fabrica, etc.

- Dimensión del local: largo, ancho y alto.
- Orientación de las paredes
- Característica de estructura: viga, pared, techo y piso

2.2.5 Cálculo de carga de refrigeración

La determinación de las cargas de refrigeración permite conocer la cantidad de calor que el sistema gana, y cuyo fin es el de diseñar y/o seleccionar el equipo de aire acondicionado, para producir y mantener, las condiciones de humedad y de temperatura preestablecidas dentro de los locales acondicionados.

$$Q_{Cap.Equipo} = (Calor\ ganado\ por\ carga\ termica) + (Psicrometria)$$

$$Carga\ termica = (Calor\ sensible) + (Calor\ latente)$$

$$Psicrometria = \text{Tratamiento del aire}$$

Carga térmica: es la cantidad de calor que debemos evacuar de un ambiente para mantener a ciertas condiciones de temperatura y humedad relativa (Condiciones internas). Este calor es generado por fuentes externas e internas (ASHRAE Fundamentals, 2013)

Calor sensible: es aquel flujo de energía que se le adiciona o se quita a una sustancia para que cambie de estado, variando su temperatura (ASHRAE Fundamentals, 2013)

Calor Latente: Es aquel flujo de energía que se le adiciona o se quita a una sustancia para cambiar de fase. Aplicando este concepto al aire el calor latente es aquel flujo de energía que se le adiciona o se quita para que varíe su humedad absoluta. (ASHRAE Fundamentals, 2013)

2.2.6 Ganancia interna de calor

Se denominan ganancias interiores a las cantidades de calor latente y sensible que se producen en el interior de los locales acondicionados emitidas por los ocupantes, la luminaria aparatos eléctrico, etc.

a) Ocupante

Los ocupantes del local disipan calor a través de la epidermis, cuya intensidad es variable según sea la actividad a desarrollar. En la **tabla N° 2.1** nos proporciona ratios representativas sobre calor sensible y humedad emitida por los ocupantes según actividad.

Tabla 2-1 Ratio de calor por persona

| 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 | 96 | 98 | 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 | 126 | 45 | 81 | 50 | 76 | 55 | 71 | 64 | 62 | 73 | 53 |
| De pie, marcha lenta | Banco | 139 | | | | | | | | | | | |
| Sentado | Restaurante** | 126 | 139 | 48 | 91 | 55 | 84 | 61 | 78 | 71 | 68 | 81 | 58 |
| Trabajo ligero en el banco de | Fábrica, trabajo ligero | 202 | 189 | 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*** | 378 | 385 | 113 | 252 | 117 | 248 | 122 | 243 | 132 | 233 | 152 | 213 |
| | Fábrica | | | | | | | | | | | | |

* El "metabolismo medio" corresponde a un grupo compuesto de adultos y de niños de ambos sexos, en las proporciones normales.
 Estos valores se han obtenido a base de las hipótesis siguientes:

Metabolismo mujer adulta = Metabolismo hombre adulto x 0.85
 Metabolismo niño = Metabolismo hombre adulto x 0.75

** Estos valores comprenden una mejora de 13 kcal/h (50 % calor sensible y 50 % calor latente) por ocupante, para tener en cuenta el calor desprendido por los platos.

*** Bowling - Admisión una persona por pista jugando, y todas las otras sentadas (100 kcal/h) o de pie (130 kcal/h).

Fuente: (ASHRAE Fundamentals, 2013), Calor por persona

b) Iluminación

Esta carga corresponde a la potencia de iluminación del local, es decir cuanta energía en kW se va consumir en iluminar el local. Esta energía es real o en función al tipo de actividad que se realizara en el local y su área respectiva puede ser estimada con la **Tabla N°2.2**

Tabla 2-2 Carga de iluminación por pie cuadrado

| Common Space Types* | LPD, W/ft ² | Building-Specific Space Types* | LPD, W/ft ² | Building-Specific Space Types* | LPD, W/ft ² |
|---|------------------------|--|------------------------|---|------------------------|
| Atrium | | Automotive | | Library | |
| First 40 ft in height | 0.03 per ft (height) | Service/repair | 0.67 | Card file and cataloging | 0.72 |
| Height above 40 ft | 0.02 per ft (height) | Bank/office | | Reading area | 0.93 |
| Audience/seating area—permanent | | Banking activity area | 1.38 | Stacks | 1.71 |
| For auditorium | 0.79 | Convention center | | Manufacturing | |
| For performing arts theater | 2.43 | Audience seating | 0.82 | Corridor/transition | 0.41 |
| For motion picture theater | 1.14 | Exhibit space | 1.45 | Detailed manufacturing | 1.29 |
| Classroom/lecture/training | 1.24 | Counthouse/police station/penitentiary | | Equipment room | 0.95 |
| Conference/meeting/multipurpose | 1.23 | Courtroom | 1.72 | Extra high bay (>50 ft floor-to-ceiling height) | 1.05 |
| Corridor/transition | 0.66 | Confinement cells | 1.10 | High bay (25 to 50 ft floor-to-ceiling height) | 1.23 |
| Dining area | 0.65 | Judges' chambers | 1.17 | Low bay (<25 ft floor-to-ceiling height) | 1.19 |
| For bar lounge/leisure dining | 1.31 | Penitentiary audience seating | 0.43 | Museum | |
| For family dining | 0.89 | Penitentiary classroom | 1.34 | General exhibition | 1.05 |
| Dressing/fitting room for performing arts theater | 0.40 | Penitentiary dining | 1.07 | Restoration | 1.02 |
| Electrical/mechanical | 0.95 | Dormitory | | Parking garage | |
| Food preparation | 0.99 | Living quarters | 0.38 | Garage area | 0.19 |
| Laboratory | | Fire stations | | Post office | |
| For classrooms | 1.28 | Engine room | 0.56 | Sorting area | 0.94 |
| For medical/industrial/research | 1.81 | Sleeping quarters | 0.25 | Religious buildings | |
| Lobby | 0.90 | Gymnasium/fitness center | | Audience seating | 1.53 |
| For elevator | 0.64 | Fitness area | 0.72 | Fellowship hall | 0.64 |
| For performing arts theater | 2.00 | Gymnasium audience seating | 0.43 | Worship pulpit, choir | 1.53 |
| For motion picture theater | 0.52 | Playing area | 1.20 | Retail | |
| Locker room | 0.75 | Hospital | | Dressing/fitting room | 0.87 |
| Lounge/recreation | 0.73 | Corridor/transition | 0.89 | Mall concourse | 1.10 |
| Office | | Emergency | 2.26 | Sales area | 1.68 |
| Enclosed | 1.11 | Exam/treatment | 1.66 | Sports arena | |
| Open plan | 0.98 | Laundry/washing | 0.60 | Audience seating | 0.43 |
| Restrooms | 0.98 | Lounge/recreation | 1.07 | Court sports arena—class 4 | 0.72 |
| Sales area | 1.68 | Medical supply | 1.27 | Court sports arena—class 3 | 1.20 |
| Stairway | 0.69 | Nursery | 0.88 | Court sports arena—class 2 | 1.92 |
| Storage | 0.63 | Nurses' station | 0.87 | Court sports arena—class 1 | 3.01 |
| Workshop | 1.59 | Operating room | 1.89 | Ring sports arena | 2.68 |
| | | Patient room | 0.62 | Transportation | |
| | | Pharmacy | 1.14 | Air/train/bus—baggage area | 0.76 |
| | | Physical therapy | 0.91 | Airport—concourse | 0.36 |
| | | Radiology/imaging | 1.32 | Waiting area | 0.54 |
| | | Recovery | 1.15 | Terminal—ticket counter | 1.08 |
| | | Hotel/highway lodging | | Warehouse | |
| | | Hotel dining | 0.82 | Fine material storage | 0.95 |
| | | Hotel guest rooms | 1.11 | Medium/bulky material storage | 0.58 |
| | | Hotel lobby | 1.06 | | |
| | | Highway lodging dining | 0.88 | | |
| | | Highway lodging guest rooms | 0.75 | | |

Source: ASHRAE Standard 90.1-2010.

*In cases where both a common space type and a building-specific type are listed, the building-specific space type applies.

Fuente: (ASHRAE Fundamentals, 2013), Iluminación

c) Equipos eléctricos

Todo equipo genera carga térmica sensible, a menos que este equipo genere algún tipo de gas o vapor el cual también generaría calor latente.

Es una estimación de la carga de térmica que se debe tener en cuenta el aumento de calor de todos los aparatos. Debido a la variedad de aplicaciones, horarios, uso e instalaciones, las estimaciones pueden ser muy subjetivas ASHRAE (2013)

2.2.7 Ganancia externa de calor

Se denominan ganancias externas a las cantidades de calor latente y sensible que se producen en el exterior de los locales acondicionados

emitidas paredes, ventana, piso y techo a las cuales le den o no la radiación solar directamente.

a) Transmisión de calor a través de las paredes exteriores.

Las ganancias de calor por las paredes exteriores (muros y techos) se calculan a la hora máxima de flujo térmico, y se deben, no solo a la diferencia de temperaturas del aire que baña sus caras exteriores e interiores, sino también al calor solar absorbido por las exteriores. La insolación y la diferencia de la temperatura exterior y la interior son esencialmente variables en el transcurso del día, por lo que la intensidad de flujo a través de la estructura exterior es inestable. Debido a que la intensidad del flujo a través de la estructura exterior es inestable, se recurre al concepto empírico de “diferencia equivalente de temperatura”. Esta diferencia de temperatura debe tener en cuenta los diferentes tipos de construcción y orientaciones, situación del edificio (latitud) y las condiciones del proyecto. (Carrier, 1980)

$$Q = K \cdot A \cdot \Delta t_e$$

Donde:

Q = flujo de calor Kcal/h.

K = Coeficiente global de transmisión Kcal/h·m²·°C.

A = Superficie considerada en m².

Δt_e = diferencia equivalente de temperaturas en °C.

El coeficiente total de transferencia de calor “K” se define como la intensidad total de transferencia de calor a través de un material

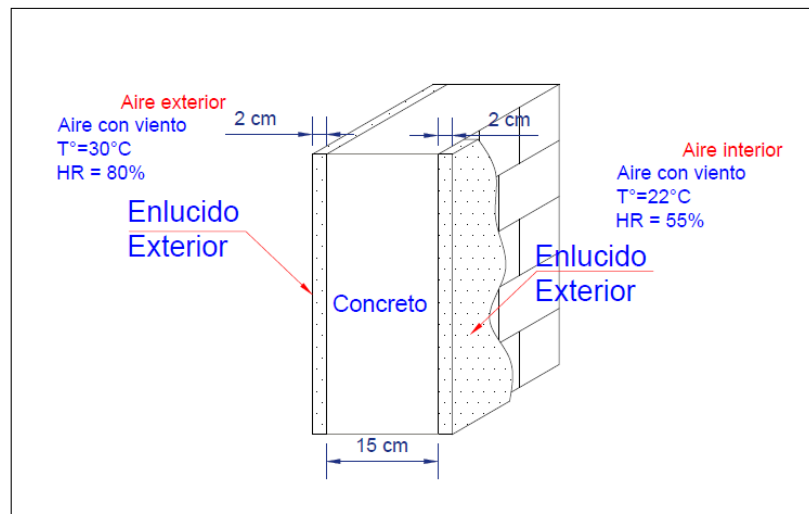
$$K = 1/R$$

$$R = r_1 + r_2 + \dots + r_n$$

Donde:

R: resistencia total del material

Figura N° 2-1 Resistencia de la pared



Fuente: Elaboración propia

2.2.8 Diferencia equivalente de temperatura (Δt_e) para paredes exteriores

La diferencia de temperatura entre el exterior de un recinto y el interior produce un flujo de calor por convección hasta la superficie exterior de la pared de separación, por conducción a través de la misma y otra vez por convección hasta el aire interior del recinto. Es evidente que la radiación solar incidente sobre una pared exterior o techo provoca un aumento en la energía interna del material, por consiguiente, un aumento de temperatura. Si esta temperatura es mayor que la del resto del material de la pared se producirá un flujo de calor por conducción hacia el interior de la pared progresando hasta llegar al aire del recinto interior, esta vez por convección. (Carrier, 1980)

$$\Delta t_e = a + \Delta t_{es} + b \frac{R_s}{R_m} (\Delta t_{em} - \Delta t_{es})$$

Donde:

Δt_e = Diferencia de temperatura corregida

a = Corrección proporcionada por la **tabla N° 2.5**, teniendo en cuenta un incremento distinto de 8°C entre las temperaturas interior y exterior (esta última tomada a las 15 horas del mes considerado) y una variación de temperatura seca exterior distinto a 11°C.

Δt_{es} =Diferencia equivalente de temperatura a la hora considerada para la pared a la sombra.

Δt_{em} =Diferencia equivalente de temperatura a la hora considerada para la pared soleada (**tabla N° 2.3 o 2.4**).

b =Coeficiente que considera el color de la cara exterior de la pared. Para paredes de color oscuro $b=1$ (azul oscuro, rojo oscuro, marrón oscuro, etc.); para paredes de color medio $b=0.78$ (verde, azul o gris claros); para paredes de color claro $b=0.55$ (blanco, crema, etc.).

R_s =Máxima Insolación ($Kcal/h.m^2$), correspondiente al mes y latitud supuestos, a través de una superficie acristalada vertical para la orientación considerada (en el caso de pared); u horizontal (techo). Ver anexo 3.

R_m =Máxima Insolación ($Kcal/h.m^2$) en el mes de julio, a 40° de latitud Norte, a través de una superficie acristalada, vertical, para la orientación considerada (pared), u horizontal (techo). Ver anexo 3.

Nota: Para las paredes a la sombra, cualquiera sea su orientación ($\Delta t_{em}=\Delta t_{es}$) de donde $\Delta t_e=a+\Delta t_{es}$

Tabla 2II-3 Diferencia equivalente de temperatura(°C), Muro soleado o en sombra

Valedero para muro 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**

| ORIENTACION | PESO DEL MURO *** (Kg/m2) | HORA SOLAR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ORIENTACION LATITUD SUR | | | |
|------------------|---------------------------|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|------|-------------------------|--|--|--|
| | | 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 | 7.8 | 6.7 | 5.5 | 4.4 | 3.3 | 2.2 | 1.1 | 0.0 | -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 | 0.0 | -0.5 | | | | |
| | 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 | 6.1 | 5.5 | 5.0 | 4.4 | 3.9 | 3.3 | 3.3 | 2.8 | 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 | 5.0 | 4.4 | 3.9 | 3.9 | 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 | 7.8 | 6.7 | 5.5 | 4.4 | 3.3 | 2.2 | 1.1 | 0.0 | -0.5 | -1.1 | -1.7 | -1.7 | | | | |
| | 300 | -0.5 | -0.5 | 0.0 | 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 | 0.5 | 0.0 | | | | |
| | 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 | 7.2 | 6.7 | 6.1 | 5.5 | 5.0 | 4.4 | 3.9 | 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 | 7.2 | 6.7 | 6.7 | 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 | -0.5 | -0.5 | -1.1 | -1.1 | | | | |
| | 300 | 0.5 | 0.5 | 0.0 | 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 | 2.9 | 2.2 | 1.7 | 1.1 | | | | | |
| | 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 | 3.9 | | | | | |
| | 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 | 6.7 | 6.1 | 6.1 | 5.5 | 5.5 | 5.0 | | | | |
| 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 | 0.0 | 0.0 | -0.5 | | | | |
| | 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 | 0.0 | -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 | 3.3 | 2.8 | | | | |
| | 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 | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 4.4 | 3.9 | | | | |
| SO | 100 | -1.1 | -2.2 | -2.2 | -1.1 | 0.0 | 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 | 0.0 | -0.5 | -0.5 | | | | |
| | 300 | 1.1 | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 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 | 2.2 | 1.7 | 1.7 | | | | |
| | 500 | 3.9 | 2.8 | 3.3 | 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 | 4.4 | 4.4 | 3.9 | | | | |
| | 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 | 4.4 | 4.4 | | | | | |
| O | 100 | 1.1 | -1.7 | -2.2 | -1.1 | 0.0 | 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 | 0.0 | 0.0 | -0.5 | -0.5 | | | | |
| | 300 | 1.1 | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 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 | 1.7 | 1.7 | 1.1 | | | | |
| | 500 | 3.9 | 3.9 | 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 | 5.5 | 5.0 | 4.4 | 4.4 | | | | |
| | 700 | 6.7 | 6.1 | 5.5 | 5.0 | 4.4 | 4.4 | 4.4 | 5.0 | 5.5 | 5.5 | 6.1 | 6.7 | 6.8 | 8.9 | 11.7 | 12.2 | 12.8 | 12.2 | 11.1 | 10.0 | 8.9 | 8.3 | 7.2 | | | | | |
| NO | 100 | -1.7 | -2.2 | -2.2 | -1.1 | 0.0 | 1.7 | 3.3 | 5.5 | 6.7 | 10.6 | 13.3 | 18.3 | 22.2 | 20.6 | 18.9 | 10.0 | 3.3 | 2.2 | 1.1 | 0.0 | -0.5 | -0.5 | -1.1 | 1.1 | | | | |
| | 300 | -1.1 | -1.7 | -2.2 | -1.7 | -1.1 | 0.0 | 1.1 | 3.3 | 4.4 | 5.5 | 6.7 | 11.7 | 16.7 | 17.2 | 17.8 | 11.7 | 6.7 | 4.4 | 3.3 | 2.2 | 1.7 | 0.5 | 0.0 | 0.5 | | | | |
| | 500 | 2.8 | 2.2 | 2.2 | 2.2 | 2.2 | 2.2 | 2.2 | 2.2 | 2.8 | 3.3 | 5.0 | 6.7 | 9.4 | 11.1 | 11.7 | 12.2 | 7.8 | 4.4 | 3.9 | 3.9 | 3.3 | 3.3 | 2.8 | | | | | |
| | 700 | 4.4 | 3.9 | 3.3 | 3.3 | 3.3 | 3.3 | 3.3 | 3.3 | 3.3 | 3.3 | 3.9 | 4.4 | 5.0 | 5.5 | 7.8 | 10.0 | 10.6 | 11.1 | 8.9 | 7.2 | 6.1 | 5.5 | 5.0 | | | | | |
| N (en la sombra) | 100 | -1.7 | -1.7 | -2.2 | -1.7 | -1.1 | 0.5 | 2.2 | 4.4 | 5.5 | 6.7 | 7.8 | 7.2 | 6.7 | 5.5 | 4.4 | 3.3 | 2.2 | 1.1 | 0.0 | 0.0 | -0.5 | -0.5 | -1.1 | -1.1 | | | | |
| | 300 | -1.7 | -1.7 | -2.2 | -1.7 | -1.1 | -0.5 | 0.0 | 1.7 | 3.3 | 4.4 | 5.5 | 6.1 | 6.7 | 6.7 | 6.7 | 5.5 | 4.4 | 3.3 | 2.2 | 1.1 | 0.5 | 0.0 | -0.5 | -1.1 | | | | |
| | 500 | 0.5 | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 1.1 | 1.7 | 2.2 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 4.4 | 3.9 | 3.3 | 2.8 | 2.2 | 1.7 | 1.1 | 1.1 | 0.5 | 0.5 | | | | |
| | 700 | 0.5 | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 1.1 | 1.7 | 2.2 | 2.8 | 2.8 | 3.3 | 3.9 | 4.4 | 3.9 | 3.3 | 2.2 | 1.7 | 1.1 | 1.1 | 0.5 | | | | |

Fuente: (Carrier, 1980 págs. I-37) Diferencia equivalente de temperatura

Tabla 2-4 Diferencia equivalente de temperatura(°C), Techo soleado o en sombra

| CONDI- CIONES | 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 | 13,3 | 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 | 13,9 | 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 | 8,3 | 7,8 | 6,7 | 5,5 | 3,9 | 2,8 | 1,7 | 0,5 | 0 | -0,5 | -1,1 | -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 | | | |
| | 400 | 7,2 | 6,7 | 6,1 | 6,1 | 6,7 | 7,2 | 8,9 | 12,2 | 14,4 | 15,6 | 17,8 | 19,4 | 20,6 | 20,6 | 19,4 | 18,9 | 18,9 | 17,8 | 16,7 | 15,0 | 12,8 | 11,1 | 10,0 | 7,8 | | | |
| Roofado | 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 | -1,1 | -1,7 | -1,7 | | | |
| | 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 | | | |
| | 400 | -1,1 | -1,1 | -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 | -0,5 | -1,1 | -1,7 | | | |
| (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 | 3,3 | 2,2 | 1,1 | 0,5 | 0 | -0,5 | -1,1 | -2,2 | -2,8 | | | |
| | 200 | -2,8 | -2,8 | -2,2 | -1,1 | -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 | -1,1 | -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 | 5,0 | 4,4 | 3,3 | 2,2 | 1,1 | 0 | -0,5 | -1,1 | -2,2 | -2,8 | | | |
| | 400 | -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 | 5,0 | 4,4 | 3,3 | 2,2 | 1,1 | 0 | -0,5 | -1,1 | -2,2 | -2,8 | | | |

Fuente: (Carrier, 1980 págs. I-38) Diferencia equivalente de temperatura

Tabla 2-5 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 |

Fuente: (Carrier, 1980 págs. I-38) Diferencia equivalente de temperatura

b) Ganancia por insolación de las superficies de vidrio

Es la carga térmica ganado por el vidrio el cual se obtiene:

Calor radiante= (Max aportación Solar) x (Área de ventana) x (Factor de marco metálico) x (Factor de atmosfera) x (Factor de altitud) x (Factor de punto de roció) x (Factor de sombra) x (Factor de almacenamiento)

Donde:

Fact. Marco Met. = Factor por marco metálico. Este valor es 1.17.

Fact. Sombra= Factor de sobra interna (Véase la tabla N° 2.6).

Los demás factores se ya se definieron.

Tabla 2-6 Factor de sombra o Coeficiente global de insolación

TABLA 4.- 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 Listones horizontales o verticales inclinados 45° O CORTINAS DE TELA | | | PERSIANAS VENECIANAS EXTERIORES Listones horizontales | | PERSIANA EXTERIOR Listones inclinados | | CORTINA EXTERIOR DE TELA Circulación de aire arriba y lateralmente | |
|---------------------------------------|-------------------------|---|-------------|--------------|--|----------------|--|--------------|---|----------------------|
| | | Color claro | Color medio | Color oscuro | Color claro | Exterior claro | 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 | | | | | | | | | | |
| Amber | 0.7 | | | | | | | | | |
| Rojo oscuro | 0.58 | | | | | | | | | |
| Azul | 0.6 | | | | | | | | | |
| Grns | 0.32 | | | | | | | | | |
| Grns-verde | 0.46 | | | | | | | | | |
| Opalescente claro | 0.43 | | | | | | | | | |
| Opalescente oscuro | 0.37 | | | | | | | | | |

Fuente: (Carrier, 1980 págs. I-28) Factor de sombra

2.2.9 Ventilación para renovación de caudal de aire fresco

Es el aire extraído del exterior para mezclar con el aire interior para el aire viciado.

Es el flujo de aire exterior de diseño requerido en la zona de respiración del espacio o espacios ocupables en una zona, es decir, el flujo de aire exterior de la zona de respiración, para que un edificio pueda tener certificación "LEED", tener altos estándares de eficiencia y sostenibilidad, se debe agregar un 30% adicional de aire exterior para mejorar la renovación del aire. (ASHRAE Standard 62.1, 2007)

$$\dot{V}_E = (R_p \cdot P_z + R_a \cdot A_z) \cdot 1.3$$

Donde

\dot{V}_E = Caudal de aire exterior o aire fresco

A_z = Área del suelo del ambiente (m²)

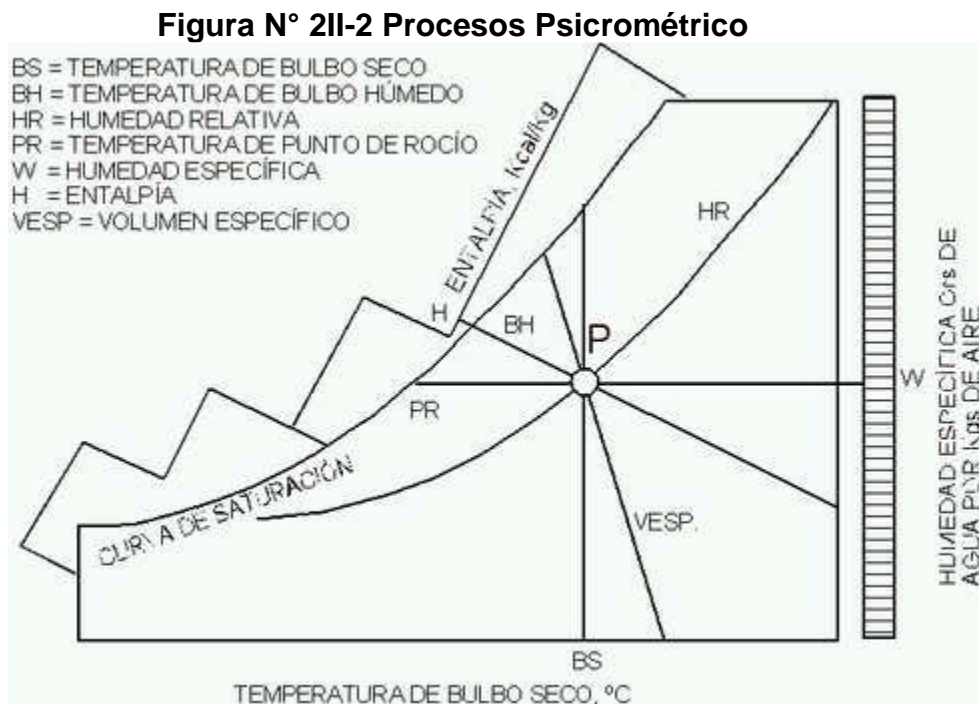
P_z = Número de personas en el ambiente

R_p = Flujo de aire exterior requerida por número de persona, el cual se extrae del **anexo 13**

R_a = Flujo de aire exterior requerida por área, el cual se extrae del **anexo 13**

2.2.10 Proceso Psicrométrico

Es el estudio de las propiedades termodinámicas del aire húmedo y del efecto de la humedad atmosférico sobre materiales, productos y el confort humano. Así mismo nos permite visualizar los procesos del aire. (Carrier, 1980)



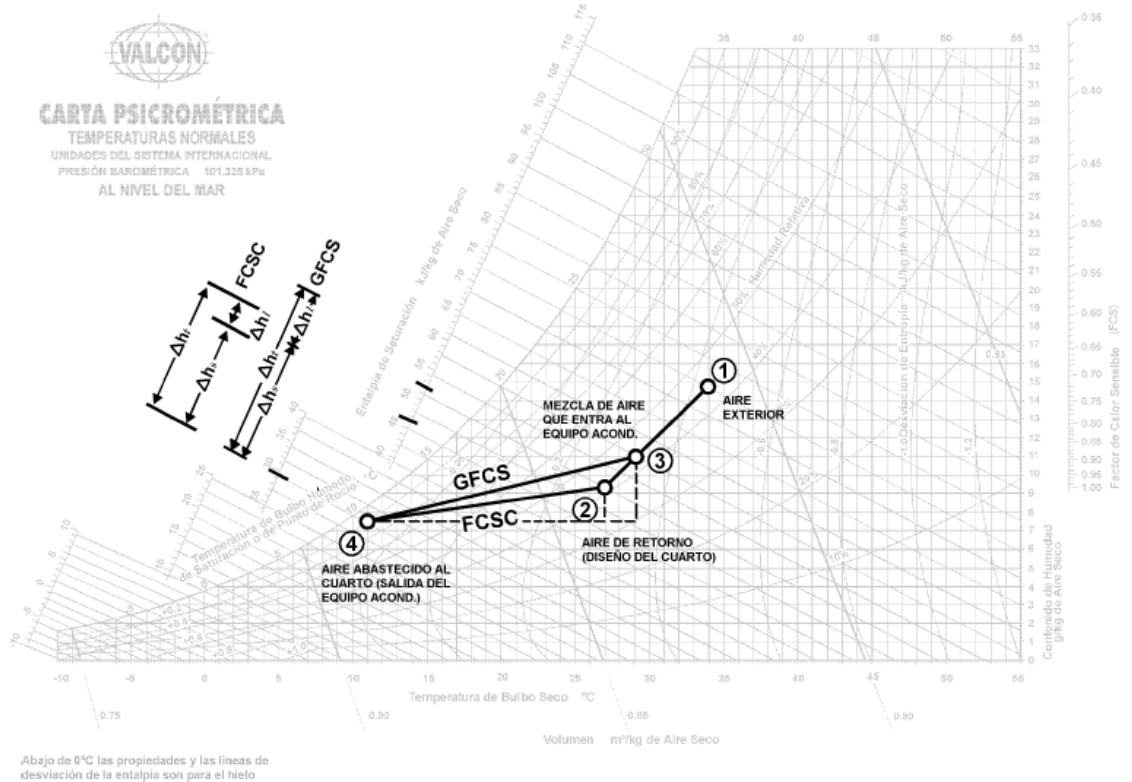
Fuente: (Carrier, 1980 págs. I-80) Carta Psicrométrica

a) Ciclo de evolución del aire

Este ciclo puede apreciarse como se muestra en la figura N° 2.2. El aire en el estado (3), mezcla de aire exterior (2) y de aire de retorno (1), para a través del aparato acondicionador, y su evolución se representa por la línea de proceso (3-4). Abandona el aparato en (4) y es impulsado hacia

el local donde absorbe calor y humedad según la transformación (4-1). En general, gran parte del aire impulsado vuelve a recogerse para su mezcla con el aire exterior (Carrier, 1980)

Figura N° 2-3 Ciclo de evolución del aire



Fuente: (Carrier, 1980 págs. I-80) Carta Psicrométrica

b) Factor de calor sensible

El factor de calor sensible del local es la razón del calor sensible del local a la suma del calor sensible y latente del local.

$$FCSC = \frac{Q_s}{Q_s + Q_L} = \frac{Q_s}{Q_T}$$

Donde:

FCSC = Factor de calor sensible

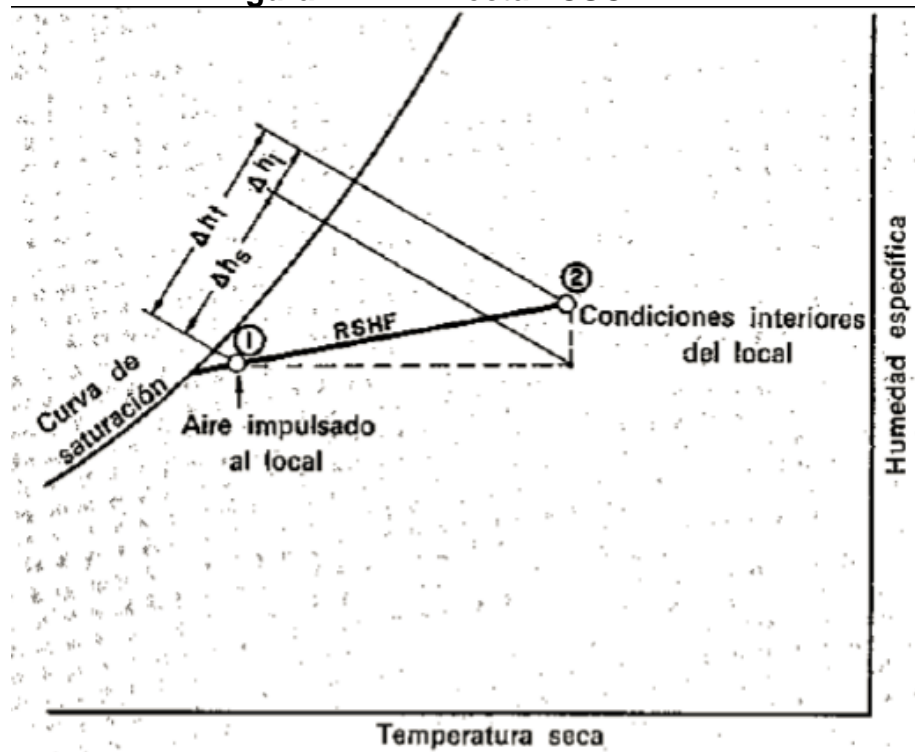
Q_s = Flujo de calor sensible (Kcal/h)

Q_L = Flujo de calor latente (Kcal/h)

Q_T = Flujo de calor total (Kcal/h)

Se traza una recta paralela del punto de referencia-FCSC al punto 2 para encontrar el punto 4 o de insuflamiento

Figura N° 2II-4 Recta FCSC

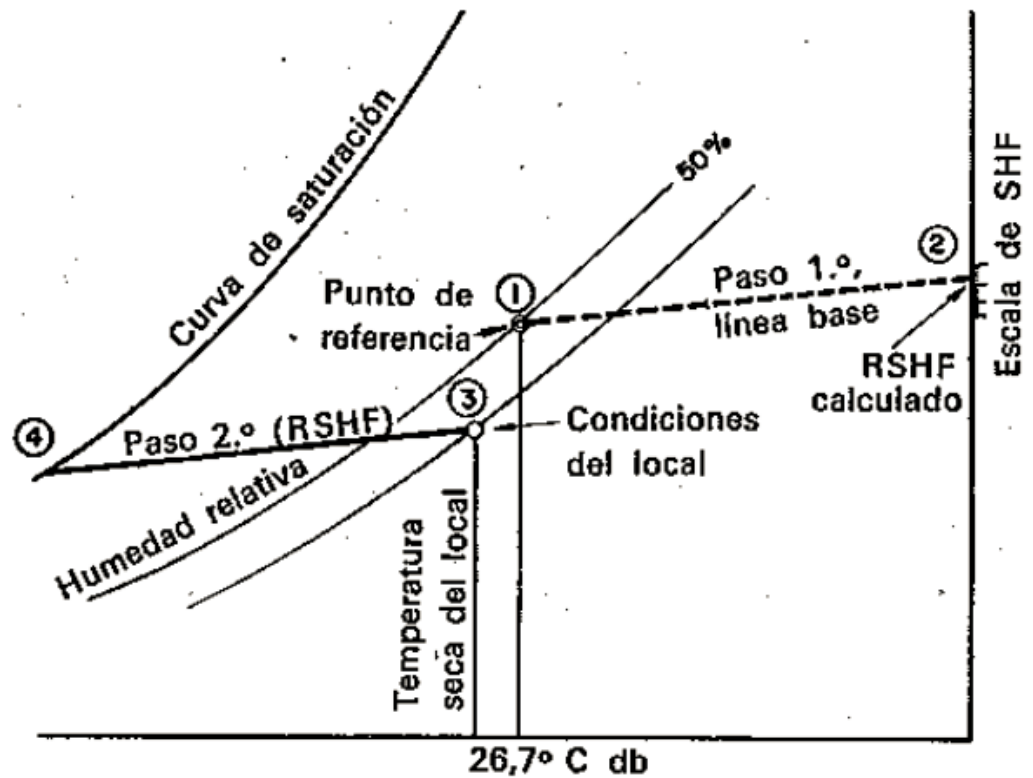


Fuente: (Carrier, 1980 págs. I-81) Carta Psicrométrica

c) Punto de insuflamiento

Es el punto tomada a la salida del equipo de aire acondicionado, para este punto tomamos la recta paralela de FCSC-Punto de referencia y lo trazamos en el punto 2 (del cuarto) y lo interceptamos con la humedad relativa de 95% y ahí encontramos el punto 4 (insuflamiento)

Figura N° 2II-5 Punto de insufiamiento



Fuente: (Carrier, 1980 págs. I-80), Carta Psicrométrica

d) Mezcla adiabática del aire interior y exterior

Un proceso común en los sistemas de aire acondicionado es la mezcla adiabática de dos corrientes de aire húmedas. (ASHRAE, 2013), Psicrometría. La mezcla adiabática se rige por 3 ecuaciones:

Conservación de la energía:

Energía Aire ext + Energía Aire Retorno = Energía Aire mezcla

$$\dot{m}_E x h_E + \dot{m}_R x h_R = \dot{m}_M x h_M$$

Conservación de la masa para el aire seco:

Masa de aire seco Ext + Masa de aire seco Retorno

= Masa de aire seco Mezcla

$$\dot{m}_E + \dot{m}_R = \dot{m}_M$$

Conservación de la masa para el vapor de agua:

Masa de vapor Ext + Masa de vapor Retorno = Masa de vapor Mezcla

$$\dot{m}_E x W_E + \dot{m}_R x W_R = \dot{m}_M x W_M$$

Despejando \dot{m}_M :

$$\frac{h_R - h_M}{h_M - h_E} = \frac{W_R - W_M}{W_M - W_E} = \frac{\dot{m}_E}{\dot{m}_R}$$

$$h_M = h_R + \left(\frac{\dot{m}_E}{\dot{m}_E + \dot{m}_R} \right) x (h_E - h_R)$$

La expresión $\left(\frac{\dot{m}_E}{\dot{m}_E + \dot{m}_R} \right)$ se le denomina fracción de aire exterior.

Donde:

\dot{m}_E = Flujo másico de aire seco en condiciones 1 o condiciones de aire exterior (Kg/s, lb/s)

\dot{m}_R = Flujo másico de aire seco en condiciones 2 o condiciones de aire de retorno o de sala (Kg/s, lb/s)

\dot{m}_M = Flujo másico de aire seco en condiciones 3 o condiciones de aire de mezcla (Kg/s, lb/s)

h_E = Entalpia específica del aire en condiciones 1 o condiciones de aire exterior (Kcal/Kg, KJ/Kg, Btu/lb)

h_R = Entalpia específica del aire en condiciones 2 o condiciones de aire de retorno o de sala (Kcal/Kg, KJ/Kg, Btu/lb)

h_M = Entalpia específica del aire en condiciones 3 o condiciones de aire de mezcla (Kcal/Kg, KJ/Kg, Btu/lb)

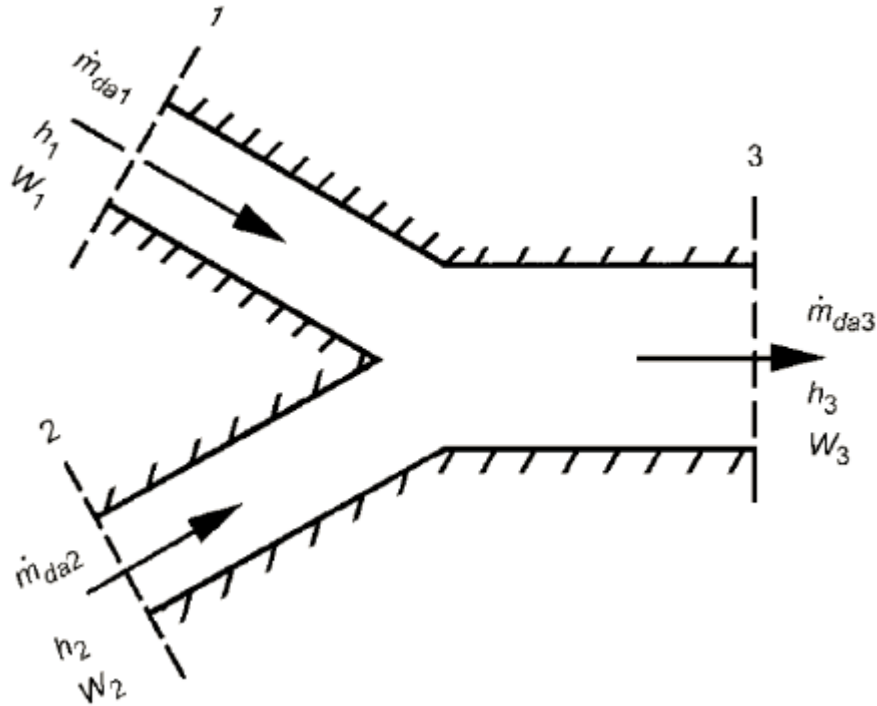
W_E = Humedad específica del aire en condiciones 1 o condiciones de aire exterior

W_R = Humedad específica del aire en condiciones 2 o condiciones de aire de retorno o de sala

W_M = Humedad específica del aire en condiciones 3 o condiciones de aire mezcla

ASHRAE (2013) enuncia que el punto de estado de la mezcla resultante se encuentra en la línea recta que conecta los puntos de estado de las dos corrientes que se mezclan y divide la línea en dos segmentos, en la misma proporción que las masas de aire seco en las dos corrientes.

Figura N° 2II-6 Mezcla adiabática de 2 corrientes de aire húmedo



Fuente: (ASHRAE Fundamentals, 2013) Mezcla adiabática

2.2.11 Sistema de desinfección para aire acondicionado

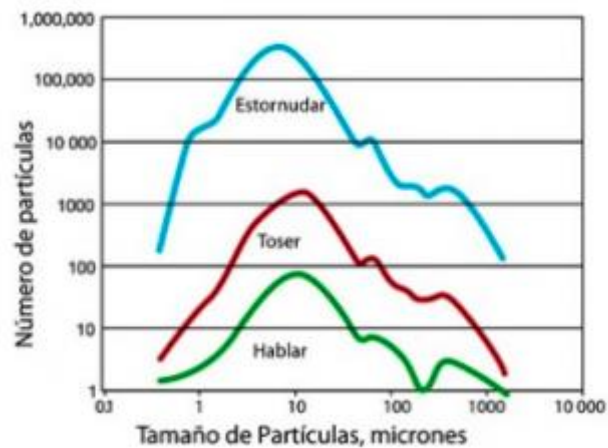
En esta época de preocupación extrema por cuidar la salud, y ante la pandemia cíclica de la cepa AH1N1 de influenza, es vital que las personas responsables de los sistemas HVAC aseguren el bienestar de los ocupantes, contribuyendo a crear un medio ambiente sano.

Estudios recientes demuestran que el aire juega un papel importante en la transmisión de infecciones, evidenciando que ciertas enfermedades son transmitidas por aire, como lo fue la experiencia en el año 2003 con la epidemia del Síndrome Respiratorio Agudo Severo (SARS), donde se

descubrió que la propagación del virus fue por contacto y vía aérea, a través del sistema de ventilación en un edificio de departamentos.

Esto nos lleva a preguntarnos sobre el papel que juega el sistema de ventilación en la propagación de patógenos, tales como virus, bacterias, hongos o levaduras capaces de causar enfermedades. (Segovia, 2021)

Figura N° 2II-7 Partículas producidas por personas



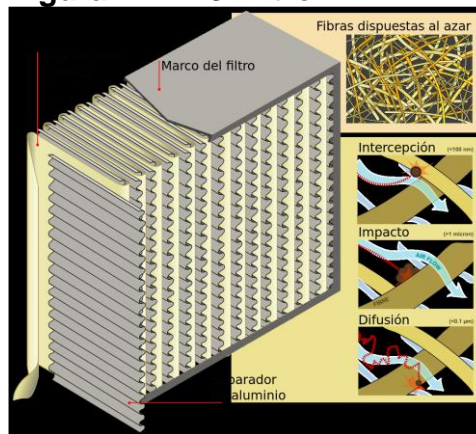
Fuente: (Segovia, 2021) Propagación por actividad

ASHRAE propone que para el control de los patógenos estos métodos:

- **Filtro HEPA:** Los filtros HEPA (High Efficiency Particle Arresting) son filtros de gran capacidad que atrapan una cantidad muy alta de micro partículas contaminantes (COV). Los filtros HEPA necesitan cumplir con una serie de condiciones para ser considerados como tales.

Hay un nivel que cualquier filtro debe cumplir para ser HEPA, y ese mínimo se establece en que sea capaz de capturar al menos el 99,97% de las partículas que tengan un diámetro de 3 micras. Si no alcanza ese mínimo, no podrá comercializarse con tal calificación.

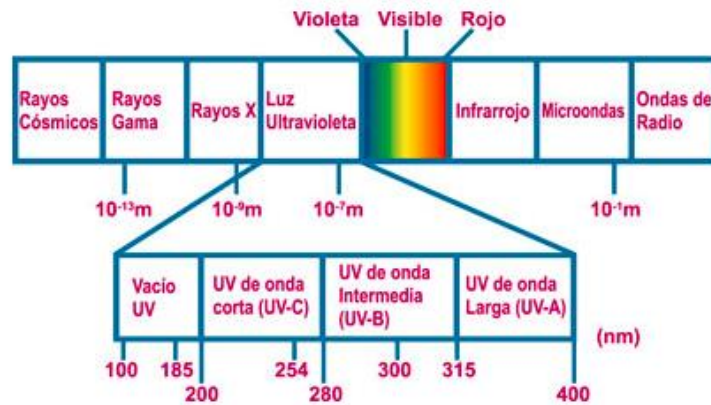
Figura N° 2II-8 Filtro HEPA



Fuente: (Sistema de Desinfección de aire, 2019) Filtro HEPA

- **Lámparas UV-C:** El curado ultravioleta es el proceso que evapora la humedad de los virus y los deshidrata y disuelve mediante la oxidación. Neutralizando casi al 100% el covid-19. La UV-C puede matar microorganismos, como bacterias, virus y otros patógenos y proporciona una alternativa sin sustancias químicas a otros métodos de desinfección. Debido a su efectividad y a sus ventajas, la UV-C se está utilizando en una gama de aplicaciones cada vez mayor incluido entornos médicos y hospitalarios para la esterilización de instrumentos, superficies de trabajo y aire, pero no reemplaza a las etapas de filtrado de alta eficiencia, en todo caso necesita de estas para rendir en su máxima eficiencia. Para que rinda al máximo de eficiencia debemos asegurarnos que el vidrio que la contiene, este perfectamente limpio de polvo u otras partículas y evitar así un “efecto sombra”, en el que partículas de mayor tamaño tapen a virus o bacterias de menor tamaño e impidan que estas se disuelvan. (Sistema de desinfección de aire, 2021)

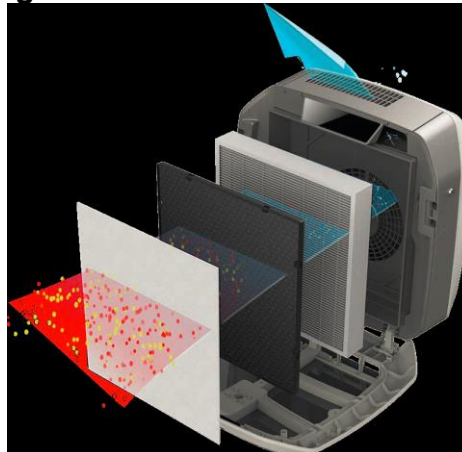
Figura N° 2-9 Rango de la luz



Fuente: (Segovia, 2021)Rango de luz UV-C

- **Purificador de aire:** Es un dispositivo que elimina los elementos contaminantes, tales como: t3xicos, humo y part3culas presentes y/o suspendidos en el aire. Su funcionamiento es sencillo. Los purificadores disponen de un sistema de filtrado de varios niveles que, paso a paso, limpian el aire del lugar donde se encuentran. El aire sucio es extra3do mediante un ventilador colocado frente a una rejilla de entrada. Lo primero es que un primer filtro recoge las part3culas m3s grandes. (Sistema de desinfeccion de aire, 2021)

Figura N° 2-10 Purificador de aire



Fuente: (Sistema de Desinfeccion de aire, 2019) Purificador de aire

- **Ozonizaci3n:** Utilizado como desinfectante, el ozono tiene una acci3n muy r3pida a bajas concentraciones (tanto en agua como en aire), siendo muy eficaz en la eliminaci3n de hongos, bacterias, virus y

protozoos, así como en la degradación de compuestos químicos como los COV -19, y aquellos responsables de los malos olores, por lo que un beneficio adicional de la desinfección con ozono es la desodorización. Gracias a los generadores de ozono, que son máquinas especializadas en crear átomos de oxígeno enriquecido, las bacterias son destruidas en cuestión de segundos. (Sistema de desinfección de aire, 2021)

Figura N° 2-11 Ozonización



Fuente: (Sistema de Desinfección de aire, 2019)

- **Ionización bipolar por plasma a baja temperatura:** Existen numerosos sistemas de purificación de aire para "capturar y matar" virus y bacterias en el mercado actual, ninguno de estos sistemas matará directamente virus, esporas de moho y bacterias en el aire de climatización dentro del recinto tratado en todo su volumen y superficie. Para ello, es de vital importancia asegurar una óptima difusión de aire de forma que ese aire altamente energizado impregne la totalidad de superficies presentes en el espacio a climatizar liberándolo de virus y bacterias. El sistema de aire acondicionado y su ventilación serán las principales herramientas que higienicen el aire y todas las superficies de los recintos, evitando y mermando la propagación de los patógenos en las zonas controladas. (Sistema de desinfección de aire, 2021)

Figura N° 2-12 Ionizador bipolar de plasma



Fuente: (Sistema de Desinfección de aire, 2019)

2.3 Conceptual

2.3.1 Sistemas HVAC

Un sistema HVAC (siglas en inglés Heat, Ventilation and Air Conditioned), son equipos diseñados para mantener las condiciones ambientales deseadas en un espacio. Están disponibles en muchas opciones para que el ingeniero de diseño pueda satisfacer esta finalidad básica. En la selección y la combinación de estas opciones, el ingeniero de diseño debe considerar algunos criterios para así llevar a cabo los requisitos de operación relacionados con el objetivo. Los sistemas HVAC son clasificados por el método usado para controlar calefacción, la ventilación, y aire acondicionado en el área condicionado. (ASHRAE, 2013)

2.3.2 Sistema de Flujo de refrigerante variable

Los sistemas HVAC VRF son sistemas de expansión directa en plataforma de tecnología de bomba de calor fabricados sobre el estándar de ciclo invertido de compresión de vapor Rankine (ASHRAE, 2016). Estos sistemas son termodinámicamente similares a los unitarios y otros sistemas de expansión directa comparten muchos de sus componentes principales (es decir, compresor, dispositivo de expansión, intercambiadores de calor). Los sistemas VRF o VRV transportan el calor entre una unidad condensadora exterior y una red de unidades interiores

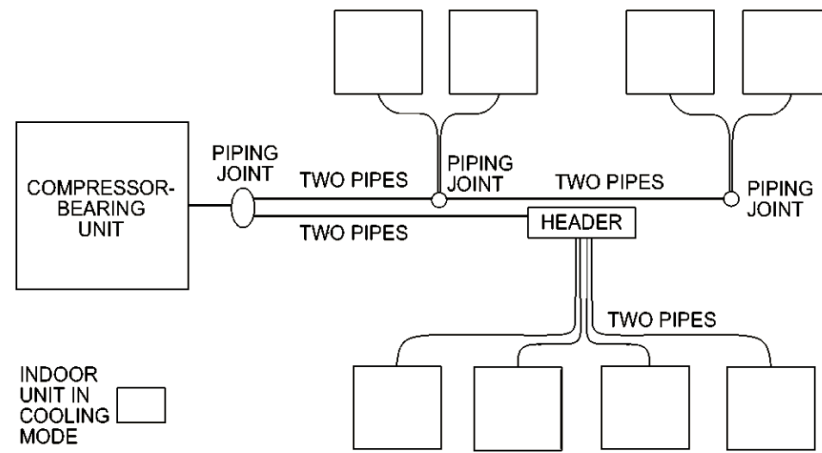
a) Tipo de sistemas

ASHRAE (2016) expresa que hay tres tipos básicos de sistemas de volumen de refrigerante variable (VRF). Estos tipos de sistemas son los siguientes:

Frio Solo: Son aquellos equipos que solo pueden suministrar enfriamiento.

Bomba de Calor: Son aquellos equipos que pueden suministrar tanto enfriamiento o calefacción (solo uno de ellos a la vez)

Figura N° 2-13 Sistema VRF frio solo y frio calor

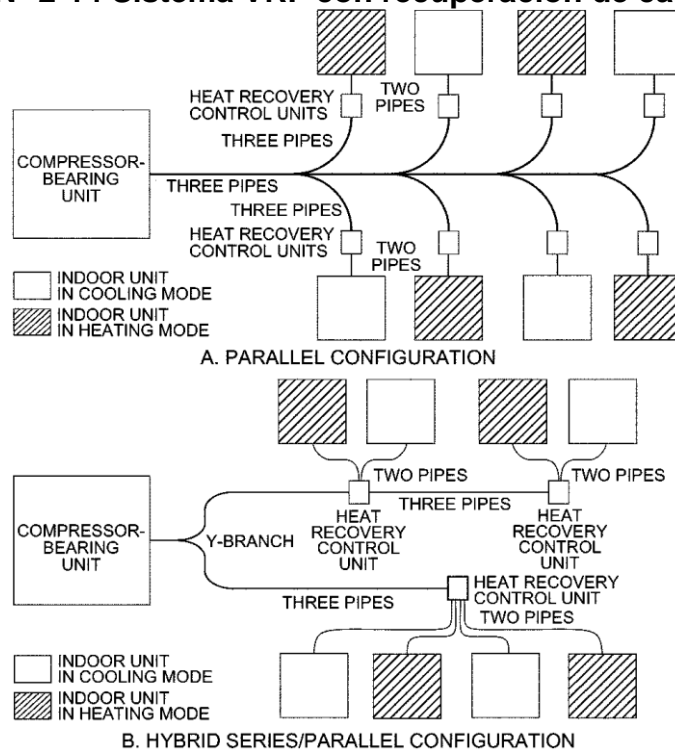


Note: All indoor units operating in either heating or cooling mode.

Fuente: ASHRAE (System and Equipments, 2013)

Recuperación de Calor: Son aquellos equipos que pueden suministrar tanto enfriamiento y calefacción simultáneamente a la vez.

Figura N° 2-14 Sistema VRF con recuperacion de calor



Fuente: ASHRAE (System and Equipments, 2013)

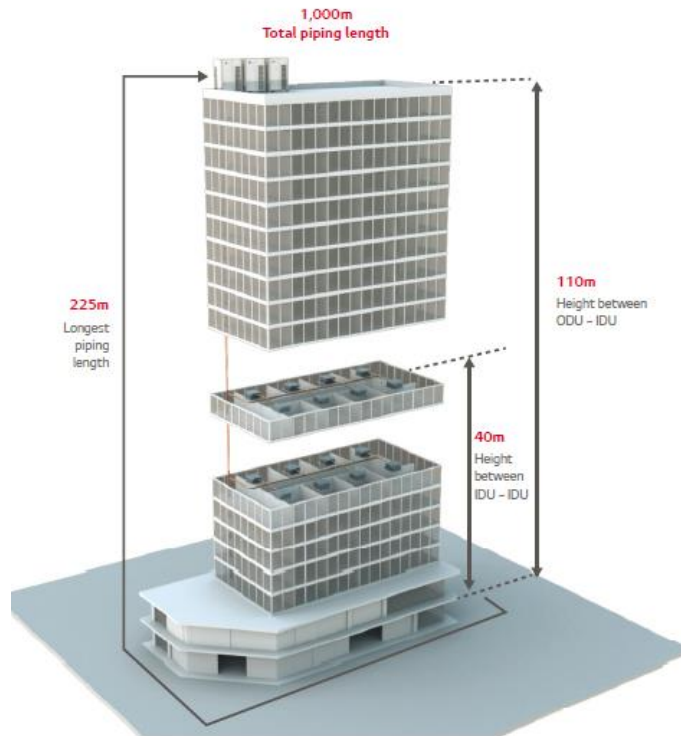
b) Condensadores enfriados por aire y enfriados por agua

Las unidades exteriores de fuente de aire y las unidades de fuente de agua (a veces llamadas unidades de condensación, unidades aire-aire o unidades de aire agua) contiene tarjetas electrónicas, intercambiadores de calor y una selección de compresores. (ASHRAE, 2013).

La mayoría de los sistemas VRF usan compresores scroll o rotativos de velocidad variable. Estos compresores son confiables, tienen muy pocas piezas móviles, proporcionan compresión continua con poca pulsación o vibración, y a través del variador de velocidad proporcionan un control modulante de la capacidad lineal. (ASHRAE, 2013)

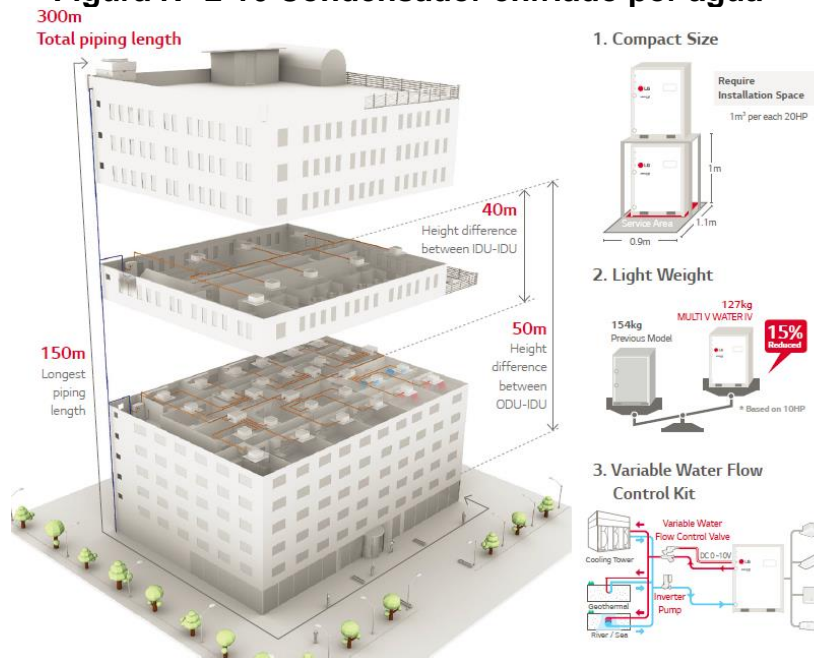
El condensador enfriado por agua necesita de un sistema que lo suministre de agua en un rango de temperatura de 23°C-26°C y una presión mínima de 120 PSI los cuales provienen de las torres de enfriamiento, esto datos pueden variar dependiendo la marca. Estos condensadores se suelen ubicarse en un ambiente dentro del edificio a comparación de los enfriado por aire ya que ellos necesitan estar en la intemperie.

Figura N° 2-15 Condensador enfriado por aire



Fuente: LG (Multi V, 2018)

Figura N° 2-16 Condensador enfriado por agua



Fuente: LG (Multi V, 2018)

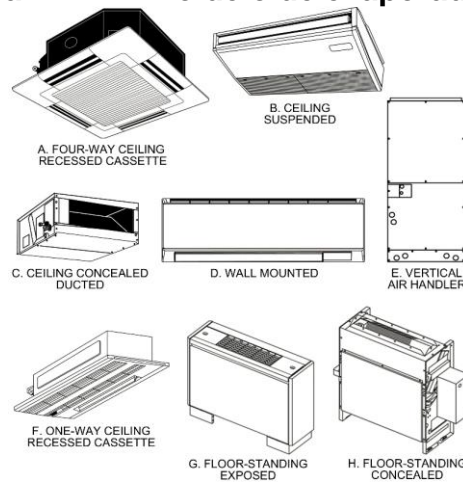
c) Tipos Evaporadores

También conocida como unidades interiores las cuales pueden ser de varios modelos, los cuales son:

- Split Pared
- Split Piso techo
- Fan coil
- Cassette

Se pueden usar varios tipos de evaporadores dentro de un sistema VRF.

Figura N° 2-17 Modelo de evaporador



Fuente: ASHRAE (System and Equipments, 2013)

2.3.3 Elite CHVAC

Elite indica que el programa Chvac calcula de forma rápida y precisa las cargas máximas de calefacción y refrigeración para edificios comerciales. Las cargas de enfriamiento se pueden calcular con el método CLTD o el nuevo método RTS (Radiant Time Series). El programa permite un número ilimitado de salas que se pueden agrupar en hasta 100 sistemas de tratamiento de aire. Chvac busca automáticamente todos los factores de corrección y carga de enfriamiento necesarios para calcular las cargas. Además, puede buscar datos meteorológicos de diseño al aire libre para más de 2000 ciudades ubicadas en todo el mundo. También está previsto

editar los datos meteorológicos y agregar datos para otras ciudades. Informes completos enumeran los datos generales del proyecto, cargas detalladas de la sala, cargas de resumen del controlador de aire, cargas de aire exterior, cargas totales del edificio, análisis de envolvente del edificio, requisitos de tonelaje, cantidades de CFM de aire, tasas de flujo de agua enfriada (si corresponde) y datos psicométricos completos con entrar y salir de las condiciones de la bobina. Otras características sobresalientes incluyen el análisis ASHRAE Standard 62, rotación automática del edificio, orientaciones de pared de 360 grados, vidrio inclinado, sombreado exterior, perfiles de carga de funcionamiento interno, temperaturas de diseño interiores variables, diversidad de personas, aire exterior pretratado, infiltración estacional y tasas de ventilación, cargas de recalentamiento, ganancias y pérdidas del conducto y plenum de aire de retorno.

2.4 Definición de términos básicos

2.4.1 Calor latente

El calor latente es la cantidad de calor necesario para cambiar el estado de un cuerpo sin alterar su temperatura. Este calor no es percibido por el cuerpo humano. (Transferencia de Calor y Masa, 2011)

2.4.2 Calor sensible

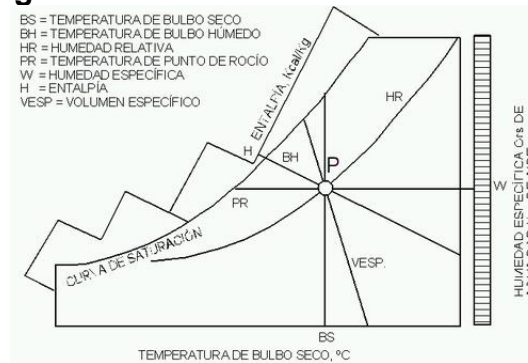
Es la energía calorífica que, suministrada a un cuerpo o un objeto, hace que aumente su temperatura sin afectar su estructura molecular y por lo tanto su fase. En general, se ha observado experimentalmente que la cantidad de calor necesaria para calentar o enfriar un cuerpo es directamente proporcional a la masa del cuerpo y a la diferencia de temperaturas. La constante de proporcionalidad recibe el nombre de calor específico. Para aumentar la temperatura de un cuerpo hace falta aplicarle una cierta cantidad de calor (energía). La cantidad de calor aplicada en relación con la diferencia de temperatura que se logre depende del calor

específico del cuerpo, que es distinto para cada sustancia. (Transferencia de Calor y Masa, 2011)

2.4.3 Psicrometría

Es una rama de la ciencia dedicada al estudio de las propiedades termodinámicas del aire húmedo y al efecto de la humedad atmosférica en los materiales y en el confort humano

Figura N° 2II-18 Carta Psicrométrica



Fuente: (Carrier, 1980 págs. I-80) Carta Psicrométrica

2.4.4 Temperatura de bulbo seco

La temperatura de bulbo seco, es la verdadera temperatura del aire húmedo y con frecuencia se la denomina sólo temperatura del aire; es la temperatura del aire que marca un termómetro común. (Velázquez)

2.4.5 Temperatura de bulbo húmedo

La temperatura termodinámica de bulbo húmedo, es la temperatura de equilibrio que se alcanza cuando la mezcla de aire seco y vapor de agua pasa por un proceso de enfriamiento adiabático hasta llegar a la saturación (Transferencia de Calor y Masa, 2011)

2.4.6 Humedad relativa

La humedad relativa del aire, se define como la razón entre la presión de vapor de agua en un momento dado (P_v) y la presión de vapor de agua cuando el aire está saturado de humedad (P_{vs}), a la misma temperatura. La humedad relativa se puede expresar como decimal o como porcentaje. (Transferencia de Calor y Masa, 2011)

2.4.7 Temperatura punto de rocío

La temperatura de punto de rocío, es la temperatura a la cual el aire húmedo no saturado se satura, es decir, cuando el vapor de agua comienza a condensarse, por un proceso de enfriamiento, mientras que la presión y la razón de humedad se mantienen constantes. (Transferencia de Calor y Masa, 2011)

2.4.8 Humedad específica

Es el mismo concepto que la humedad absoluta, pero cambiando las unidades de medición, en este caso hablamos de kgs de agua por kg de aire seco. Tanto en la humedad absoluta como en la específica, el agua siempre está en forma de vapor. (Transferencia de Calor y Masa, 2011)

2.4.9 Entalpía

La entalpía de la mezcla de aire seco y vapor de agua, es la energía del aire húmedo por unidad de masa de aire seco, por encima de una temperatura de referencia; dado que en ingeniería sólo las diferencias de entalpía tienen interés práctico, el valor que se escoja para la temperatura de referencia carece de importancia (Transferencia de Calor y Masa, 2011)

2.4.10 Caudal de aire

Volumen de aire que un equipo de Aire Acondicionado es capaz de hacer circular. La unidad de medida son los metros cúbicos por hora. Durante el funcionamiento de la unidad el caudal de aire variará según la velocidad de salida de aire seleccionada. (ASHRAE Fundamentals, 2013)

2.4.11 Evaporador

Se conoce por evaporador al intercambiador de calor donde se produce la transferencia de energía térmica desde un medio a ser enfriado hacia el fluido refrigerante que circula en el interior del dispositivo. Su nombre proviene del cambio de estado sufrido por el refrigerante al recibir esta

energía, luego de una brusca expansión que reduce su temperatura. (Carrier, 1980)

2.4.12 Condensador

El condensador, o de una bomba de calor, es la parte del circuito en el que el refrigerante perderá su calor en favor de un fluido de transferencia de calor, o aire en el caso de un circuito de expansión directa. (Carrier, 1980)

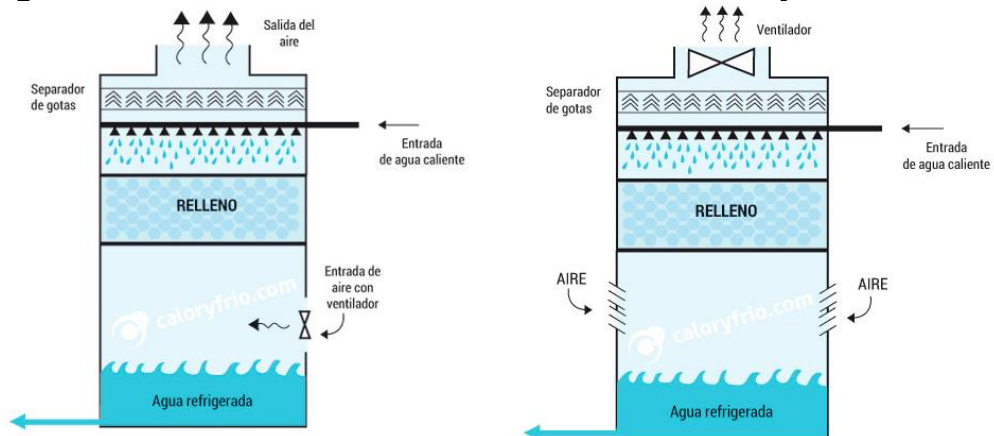
2.4.13 Termostato

Es el sensor el cual se encarga de medir la temperatura del ambiente y enviar señal al evaporador para regular el flujo de refrigerante (Control de evaporadores, 2018)

2.4.14 Torre de enfriamiento

Las torres de refrigeración o torres de enfriamiento de agua son sistemas que basan su funcionamiento en el principio del enfriamiento evaporativo, que se aplica en la industria desde hace más de 100 años. El enfriamiento evaporativo es un proceso natural que utiliza el agua como refrigerante y que se aplica para transmitir a la atmósfera el calor excedente de diferentes procesos y máquinas térmicas. Las torres de refrigeración enfrían el agua caliente pulverizándola en forma de lluvia de gotas que caen en un entramado o relleno intercambiador (un conjunto de finas láminas de PVC colocadas de forma específica) donde se refrigeran por medio de una corriente de aire, que fluye en sentido contrario, cayendo el agua ya refrigerada a un depósito que la recoge y que, en su caso será distribuida por un circuito. (Torroval Cooling, 2021)

Figura N° 2-19 Torre de enfriamiento de tiro forzado y tiro inducido



Fuente: (Torroval Cooling, 2021) Torre de enfriamiento

2.4.15 Flow Switch

El sensor de flujo es un dispositivo que, instalado en línea con una tubería, permite determinar cuándo está circulando un líquido o un gas.

Estos son del tipo apagado/encendido; determinan cuándo está o no circulando un fluido, pero no miden el caudal. Para medir el caudal se requiere un caudalímetro. (Sensor de flujo, 2020)

Figura N° 2-20 Flow Switch



Fuente: Danfoss (Sensor de flujo, 2020)

2.4.16 Filtro Y

Un filtro Y es un dispositivo que retiene ciertos elementos y deja pasar otros. El concepto suele referirse al material poroso que permite el tránsito

de un líquido, pero bloquea a las partículas que el fluido lleva en suspensión. (Catalogo de sensores, 2019)

Figura N° 2-21 Filtro Y



Fuente: Valmec (Catalogo de sensores, 2019)

2.4.17 Manómetro

Es un instrumento de medición para la presión de fluidos contenidos en recipientes cerrados. Se distinguen dos tipos de manómetros, según se empleen para medir la presión de líquidos o de gases. (Sensor de presión, 2020)

Figura N° 2-22 Manometro



Fuente: ABS (Sensor de presión, 2020)

2.4.18 Termómetro

Es un instrumento de medición para la temperatura de fluidos contenidos en recipientes cerrados.

III HIPOTESIS y VARIABLE

3.1 Hipótesis

Según las interrogantes planteadas en la formulación del problema y de acuerdo a los objetivos general y específicos el presente trabajo de tesis se plantean las siguientes hipótesis.

3.1.1 Hipótesis general

Con el diseño de un sistema de aire acondicionado de 10 TON de flujo de refrigerante variable enfriado por agua se logrará el confort de la oficina Simplex Go.

3.1.2 Hipótesis Especifica

HE1: Con la determinación de los parámetros térmicos en los ambientes administrativos de Simplex Go se obtendrá la carga térmica.

Indicador:

- Medio ambiente
- Estructura del edificio
- Potencia eléctrica de iluminación
- Aforo

HE2: Con la determinación de la capacidad de enfriamiento se seleccionarán correctamente los equipos.

Indicador:

- Temperatura y humedad relativa de diseño
- Caudal de aire fresco
- Factor de sensibilidad
- Proceso Psicométrico

HE3: Con la selección un sistema de desinfección de aire se controlará la propagación del Covid-19 en los ambientes acondicionados.

Indicador:

- Tipo de unidad evaporadora

3.2 Definición conceptual de variables

La variable independiente es la causa y la variable dependiente es el efecto. (Sampieri, 2014)

3.2.1 Operacionalización de variables

En la siguiente tabla se muestra la relación entre variables de investigación y los objetivos específicos

Tabla 3-1 OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

| Variable | Dimensión | Indicador |
|---|---------------------------------------|---|
| Independiente | Carga térmica | <ul style="list-style-type: none">• Ubicación geográfica• Estructura del edificio• Potencia eléctrica de iluminación• Aforo• Características de los ambientes |
| Diseño del Sistema de aire acondicionado de 10 TON de flujo de refrigerante variado enfriado por agua | Capacidad de equipo | <ul style="list-style-type: none">• Temperatura y humedad de diseño• Caudal de aire fresco• Factor de sensibilidad• Proceso Psicométrico |
| Dependiente | Controlar la propagación del Covid-19 | <ul style="list-style-type: none">• Tipo de unidad evaporador |
| Confort de la Oficina Simplex Go | Confort | <ul style="list-style-type: none">• Temperatura• Humedad relativa |

Fuente: Elabora en base a la variable presente en la investigación

IV DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 Tipo y diseño de investigación

Es tipo tecnológico de nivel aplicado, por emplearse conocimientos técnicos en el área de estudios específicos.

(Espinoza Montes, 2014 pág. 76) define: “La investigación tecnológica tiene como propósito aplicar el conocimiento para solucionar los diferentes problemas que beneficie a la sociedad”.

Es de diseño no experimental, realizándose el proyecto en base a teorías precedentes.

(Espinoza Montes, 2014 pág. 95) define: Son investigaciones no experimentales donde se examina los efectos que tiene una variable que ha actuado de manera normal u ordinaria. La variable independiente no se manipula, sino se observa y determina los efectos que ha tenido sobre la variable dependiente

4.2 Método de la investigación

Esta investigación se rige por el método analítico lógico deductivo con enfoque sistémico, puesto que el mismo permite pasar de principios generales a hechos particulares.

4.3 Población y muestra

El presente informe de tesis consiste en diseñar un sistema de aire acondicionado para ambientes específicos, con características particulares en cada oficina, por lo cual el sistema de aire acondicionado es la población y a su vez es igual a la muestra.

Referencia:

“población es el total de los individuos o elementos a quienes se refiere la investigación, es decir, todos los elementos que vamos a estudiar, por ello también se le llama universo” (Hurtado y Toro, 2005)

“la muestra es el conjunto de elementos representados de una población, con los cuales se trabajará realmente de la investigación” (Hurtado y Toro, 2005)

4.4 Lugar de estudio.

Para el lugar de estudio tomamos las empresas Simplex Go:

Ubicación: Avenida Manuel Olgún 327 – Santiago de Surco

Figura N° 4-1 Ubicación geográfica



Fuente: Google Map. 2020. Mapa Geográfico

4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica Empírica: Según Ciro Espinoza (2014), la *técnica empírica* permite la observación en contacto directo con el objeto de estudio, y el acopio de testimonios que permitan confrontar la teoría con la práctica en la búsqueda de la verdad.

Técnica Documental: Según Ciro Espinoza (2014), la *técnica documental* permite la recopilación de evidencias para demostrar las hipótesis de investigación.

Tabla 4-1 TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

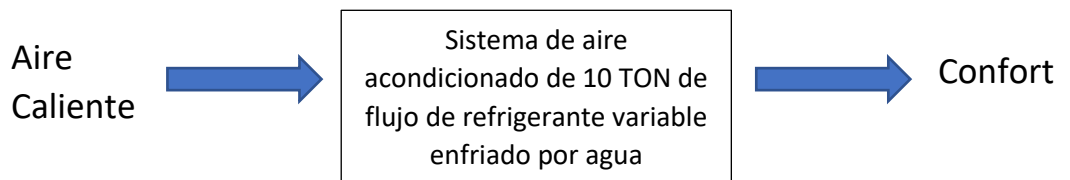
| TECNICA | INSTRUMENTOS |
|------------|---|
| EMPIRICA | Check List |
| DOCUMENTAL | FICHA BIBLIOGRÁFICA FICHAS DE TRABAJO FICHAS TEXTUALES FICHAS ELECTRÓNICAS |

Fuente: Elabora en base a la presente en la investigación

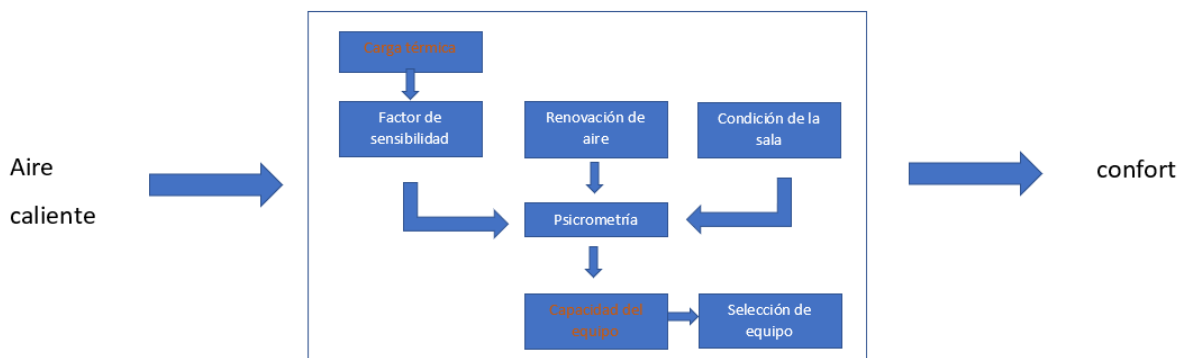
4.6 Análisis y procesamiento de datos

Para el presente informe de tesis utilizaremos la técnica de modelado.

MODELADO DE CAJA NEGRA:



MODELADO DE CAJA BLANCA:



De acuerdo a la naturaleza del problema a investigar de este proyecto tiene un problema técnico a resolver, la cual tiene como propósito brindar confort en las áreas de la oficina Simplex Go la cuales son: Gerencia, Operaciones, Directorio, Sala de reunión y recepción, por lo cual se toma como modelo de cálculo el área de Gerencia ya que cuenta con características complejas y las demás áreas serán simuladas por el software ya que el procedimiento de cálculo es igual al de Gerencia.

Parámetros para cálculo de carga térmico

- Latitud de la ubicación del edificio: Sur
- Grados de latitud de la ubicación del edificio: 12°
- Altitud de la ubicación del edificio: 90 m.s.n.m.
- Temperatura exterior (Máxima promedio): 30°C
- Humedad relativa exterior: 80%
- Temperatura en sala: 22°C
- Humedad en sala: 55%
- Factor de atmosfera no muy limpio: 0.85
- Factor de sombra por cortinas internar: 0.65
- Temperatura a las 15 horas: 30°C
- Variación de temperatura en 24h: 8°C
- Coeficiente de color de cara exterior de la pared: 0.78
- Techo soleado: No
- Factor de seguridad: 15%

Parámetros para la selección de la capacidad de los equipos

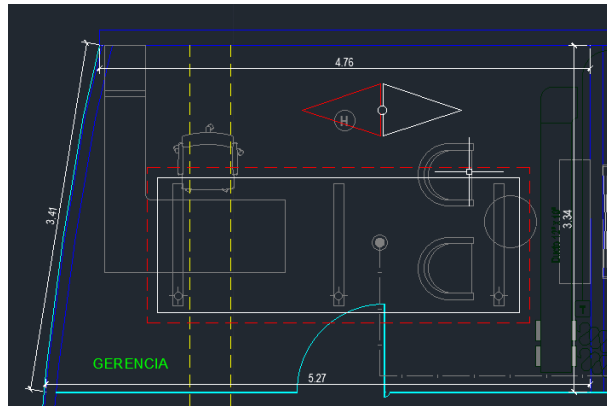
- Caudal de aire fresco
- Factor de calor sensible
- Proceso Psicrométricos
- Ratio de combinación

4.6.1 Cálculo de la carga térmica

- Datos Estructurales

Esta información se obtiene de los planos en AutoCAD brindado por la empresa del **ANEXO 12**

Figura N°4.4 Vista de Gerencia con orientación



Fuente: AutoCAD. 2019. Plano Simplex Go

En la **figura N°4.4** se observa que los elementos que los rayos del sol le dan directo son muro de concreto y ventana NO, los muros de concreto Sur y Este y el vidrio Oeste no le irradia el sol directamente.

De la **tabla N° 4-2** podremos sacar algunos pesos específicos y resistencia de los materiales que utilizaremos

Tabla 4-2 Peso y resistencia de los materiales

| Datos | Peso Específico (kg/m ²) | Resistencia | |
|---|---|-----------------------|----------------------------|
| | | Por (m) de espesor | Espesor x 10 ⁻³ |
| Ladrillo Ordinario | 1920 | 16.4 | |
| Cemento | 1856 | 1.6 | |
| Concreto | 1856 | 1.6 | |
| Aire Quieto Interior (Vertical) | | | 140 |
| Aire en Movimiento (12 Km/h) Exterior-Verano | | | 52 |

Fuente: Elaborado en base Manual de aire acondicionado (Carrier, 1980)

Pared Soleada (NO)

Material del Muro es concreto con enlucido en ambas caras

Espesor del muro = 150 mm

Espesor del enlucido interior= 20 mm

Espesor del enlucido exterior = 20 mm

$$Area = Longitud \times altura = 3.41 \times 0.7 = 2.39 \text{ m}^2$$

Densidad superficial del muro

$$= 1856 \frac{Kg}{m^3} \times 0.02m + 1856 \frac{Kg}{m^3} \times 0.15m \\ + 1856 \frac{Kg}{m^3} \times 0.02m$$

Densidad superficial del muro = 352.64 Kg/m²

Muro de Vidrio Soleada (NO)

Material es cristal doble

Espesor = 6.6 mm

$$Area = Longitud \times altura = 3.41 \times 2.2 = 7.5 m^2$$

Pared Interna (E)

Material del Muro es concreto con enlucido en ambas caras

Espesor del muro = 150 mm

Espesor del enlucido interior= 20 mm

Espesor del enlucido exterior = 20 mm

$$Area = Longitud \times altura = 4.76 \times 2.95 = 14.04 m^2$$

Densidad superficial del muro

$$= 1856 \frac{Kg}{m^3} \times 0.02m + 1856 \frac{Kg}{m^3} \times 0.15m \\ + 1856 \frac{Kg}{m^3} \times 0.02m$$

Densidad superficial del muro = 352.64 Kg/m²

Pared Interna (S)

Material del Muro es concreto con enlucido en ambas caras

Espesor del muro = 150 mm

Espesor del enlucido interior= 20 mm

Espesor del enlucido exterior = 20 mm

$$\text{Area} = \text{Longitud} \times \text{altura} = 3.34 \times 2.95 = 9.85 \text{ m}^2$$

Densidad superficial del muro

$$\begin{aligned} &= 1856 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \times 0.02\text{m} + 1856 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \times 0.15\text{m} \\ &+ 1856 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \times 0.02\text{m} \end{aligned}$$

Densidad superficial del muro = 352.64 Kg/m²

Muro de Vidrio Interno (O)

Material es cristal simple

Espesor = 6.6 mm

$$\text{Area} = \text{Longitud} \times \text{altura} = 5.27 \times 2.95 = 15.55 \text{ m}^2$$

Piso de Concreto

Material del Muro es concreto con enlucido en ambas caras

Espesor del muro = 250 mm

Espesor del enlucido interior= 20 mm

Espesor del enlucido exterior = 20 mm

$$\text{Area} = 16.75 \text{ m}^2$$

Densidad superficial del muro

$$\begin{aligned} &= 1856 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \times 0.02\text{m} + 1856 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \times 0.25\text{m} \\ &+ 1856 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \times 0.02\text{m} \end{aligned}$$

Densidad superficial del muro = 538.24Kg/m²

Techo de Concreto

Material del Muro es concreto con enlucido en ambas caras

Espesor del muro = 250 mm

Espesor del enlucido interior= 20 mm

Espesor del enlucido exterior = 20 mm

$$Area = 16.75 m^2$$

Densidad superficial del muro

$$= 1856 \frac{Kg}{m^3} \times 0.02m + 1856 \frac{Kg}{m^3} \times 0.25m$$

$$+ 1856 \frac{Kg}{m^3} \times 0.02m$$

Densidad superficial del muro = 538.24Kg/m²

Tabla 4-3 Resumen de datos de área y densidad superficial de la estructura

| Soleado | | |
|-------------------|---------------------|--|
| | Área m ² | Densidad Superficial kg/m ² |
| Pared (NO) | 2.39 | 352.64 |
| Vidrio (NO) | 7.5 | |
| No soleado | | |
| | Área m ² | Densidad Superficial kg/m ² |
| Pared(E) | 14.04 | 352.64 |
| Pared(S) | 9.85 | 352.64 |
| Vidrio(O) | 15.55 | |
| Piso de concreto | 16.75 | 538.24 |
| Techo de concreto | 16.75 | 538.24 |

Fuente: Elaborado con los cálculos realizados previamente

Con los valores obtenidos de las paredes, techo y piso calcularemos la densidad superficial de la estructura (Kg/m² del piso)

$$P_{estructura} = \frac{\sum(A \cdot Densidad)_{Soleado} + 0.5 \sum(A \cdot Densidad)_{No\ soleado}}{A_{piso}}$$

$$P_{estructura} = \frac{2.39 \times 352.64 + 0.5 \times (14.04 \times 352.64 + 9.85 \times 352.64 + 2 \times 16.75 \times 538.24)}{16.75}$$

$$P_{estructura} = 840.03 \text{ Kg/m}^2 \text{ Piso}$$

Determinaremos los coeficientes globales(K) de las paredes, techo, piso y vidrio.

Pared Soleada (NO)

Los valores de resistencia térmica de los componentes del muro se extrajeron del **anexo 5**.

Tabla 4-4 Resistencia térmica del muro

| r_i | Descripción | Resistencia $R(^{\circ}C.m^2.h/kcal)$ |
|-------|--|--|
| r_1 | Resistencia superficial interior, muro vertical, aire quieto | 0.14 |
| r_2 | Enlucido interior de concrete de 20 mm | 0.032 |
| r_3 | Muro de concreto de 150 mm | 0.24 |
| r_4 | Enlucido exterior de concrete de 20 mm | 0.032 |
| r_5 | Resistencia superficial exterior, viento 12 Km | 0.052 |

Fuente: Elaborado en base Manual de aire acondicionado (Carrier, 1980)

La resistencia total del muro es la suma de sus resistencias, según esto se obtuvo el valor de R y por ende el valor de K:

$$R = r_1 + r_2 + r_3 + r_4 + r_5$$

$$R = 0.14 + 0.032 + 0.24 + 0.032 + 0.052$$

$$R = 0.496$$

$$K = \frac{1}{0.496} = \frac{2.061Kcal}{h.m^2.^{\circ}C} \langle \rangle \frac{0.413Btu}{h.pie^2.^{\circ}F}$$

Muro de Vidrio Soleada (NO)

Sacamos del **anexo 6** el coeficiente global de transferencia de calor para un vidrio doble

$$K = 0.64 \frac{Btu}{h \times ft^2 \times ^{\circ}F}$$

Muro de Vidrio Interno (O)

Sacamos del **anexo 6** el coeficiente global de transferencia de calor para un vidrio simple

$$K = 1.067 \frac{Btu}{h \times ft^2 \times ^{\circ}F}$$

Muro interior de concreto

Los valores de resistencia térmica de los componentes del muro se extrajeron del **anexo 5**, este valor es para la pared interna (E) y (S).

Tabla 4-5 Resistencia térmica del muro

| r_i | Descripción | Resistencia $R(^{\circ}C.m^2.h/kcal)$ |
|-------|--|--|
| r_1 | Resistencia superficial interior, muro vertical, aire quieto | 0.14 |
| r_2 | Enlucido interior de concrete de 20 mm | 0.032 |
| r_3 | Muro de concreto de 150 mm | 0.24 |
| r_4 | Enlucido exterior de concrete de 20 mm | 0.032 |
| r_5 | Resistencia superficial interior, muro vertical, aire quieto | 0.14 |

Fuente: Elaborado en base Manual de aire acondicionado (Carrier, 1980)

La resistencia total del muro es la suma de sus resistencias, según esto se obtuvo el valor d R y por ende el valor de K:

$$R = r_1 + r_2 + r_3 + r_4 + r_5$$

$$R = 0.14 + 0.032 + 0.24 + 0.032 + 0.14$$

$$R = 0.584$$

$$K = \frac{1}{0.584} = \frac{1.71Kcal}{h.m^2.^{\circ}C} \langle \rangle \frac{0.351Btu}{h.pie^2.^{\circ}F}$$

Piso de Concreto

Los valores de resistencia térmica de los componentes del piso se extrajeron del **anexo 5**

Tabla 4-6 Resistencia térmica del piso

| r_i | Descripción | Resistencia $R(^{\circ}C.m^2.h/kcal)$ |
|-------|--|--|
| r_1 | Resistencia superficial interior, muro horizontal, aire quieto, flujo ascendente | 0.125 |
| r_2 | Enlucido interior de concrete de 20 mm | 0.032 |
| r_3 | Muro de concreto de 250 mm | 0.4 |
| r_4 | Enlucido exterior de concrete de 20 mm | 0.032 |
| r_5 | Resistencia superficial interior, muro horizontal, aire quieto, flujo ascendente | 0.125 |

Fuente: Elaborado en base Manual de aire acondicionado (Carrier, 1980)

La resistencia total del muro es la suma de sus resistencias, según esto se obtuvo el valor d R y por ende el valor de K:

$$R = r_1 + r_2 + r_3 + r_4 + r_5$$

$$R = 0.125 + 0.032 + 0.4 + 0.032 + 0.125$$

$$R = 0.714$$

$$K = \frac{1}{0.714} = \frac{1.4Kcal}{h.m^2.^{\circ}C} \langle \rangle \frac{0.351Bth}{h.pie^2.^{\circ}F}$$

Techo de Concreto

Los valores de resistencia térmica de los componentes del techo se extrajeron del **anexo 5**

Tabla 4-7 Resistencia térmica del techo

| r_i | Descripción | Resistencia $R(^{\circ}C.m^2.h/kcal)$ |
|-------|---|--|
| r_1 | Resistencia superficial interior, muro horizontal, aire quieto, flujo descendente | 0.19 |
| r_2 | Enlucido interior de concrete de 20 mm | 0.032 |
| r_3 | Muro de concreto de 250 mm | 0.4 |
| r_4 | Enlucido exterior de concrete de 20 mm | 0.032 |
| r_5 | Resistencia superficial interior, muro horizontal, aire quieto, flujo descendente | 0.19 |

Fuente: Elaborado en base Manual de aire acondicionado (Carrier, 1980)

La resistencia total del muro es la suma de sus resistencias, según esto se obtuvo el valor d R y por ende el valor de K:

$$R = r_1 + r_2 + r_3 + r_4 + r_5$$

$$R = 0.19 + 0.032 + 0.4 + 0.032 + 0.19$$

$$R = 0.844$$

$$K = \frac{1}{0.844} = \frac{1.185Kcal}{h.m^2.^{\circ}C} \langle \rangle \frac{0.243Btu}{h.pie^2.^{\circ}F}$$

Determinación del día de mayor aportación solar para el proyecto

Del **anexo 4** de APORTACIONES SOLARES A TRAVES DE EL VIDRIO del libro Carrier con el peso de la estructura calculado, se pudo obtener la tabla N°4.5 el día de mayor aportación solar.

Tabla 4-8 Dia de mayor aportación solar

| 12° | | | | | | | |
|---|-----------------|-------------|---------------|-------------|-------------|------------|-------------|
| SOLO PARA PAREDES SOMETIDAS A RADIACION SOLAR | | | | | | | |
| MAXIMAS APORTACIONES SOLARES | | | | | | | |
| | 22 DE DICIEMBRE | 21 DE ENERO | 20 DE FEBRERO | 22 DE MARZO | 20 DE ABRIL | 21 DE MAYO | 21 DE JUNIO |
| S | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| E | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| NE | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| NO | 169.916 | 202.444 | 264.4 | 351 | 409.8 | 437.6 | 444 |
| O | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SO | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TECHO | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TOTAL = | 169.916 | 202.444 | 264.4 | 351 | 409.8 | 437.6 | 444 |

Fuente: Elaborado en base Manual de aire acondicionado (Carrier, 1980)

De lo calculado se obtiene el día más caluroso que es el **21 de Junio**

Determinación de la hora de mayor aportación solar para el proyecto

Para determinar la hora de mayor aportación solar se tendrán que evaluar la cantidad de calor transferido a cada hora tanto para la pared y ventana Noroeste (NO) que están expuestas al sol.

Previamente se tendrán que determinar los siguientes factores: factor de atmosfera no muy limpia, factor por altitud, punto de rocío, factor por punto de rocío, Rs (Ganancia máxima de calor), Rm (Ganancia máxima de calor en el mes de Julio a 40° de latitud Norte), b(Coeficiente que se considera el color de la cara exterior.

Pared Soleada NO:

Factor de atmosfera no muy limpia = 0.85

Factor de altitud: $1 + 0.007(90/300) = 1$

Punto de rocío (30°C y 80%HR) = 26.16°C (Carta Psicométrica)

$$\text{Factor por punto de rocío} = 1 - 0.14(26.16 - 19.5)/10 = 0.9167$$

$$R_s = (\text{Max. apot. Solar}) (\text{Fact. Atm}) (\text{Fact. Alt.}) (\text{Fact. Pto. Rocío})$$

$$R_s = 444 \times 0.85 \times 1 \times 0.9167 = 346.768 \text{ Kcal/h x m}^2$$

$$R_m = 339 \text{ Kcal/h x m}^2 (\text{Anexo 4})$$

De:

$$\Delta t_e = a + \Delta t_{es} + b \frac{R_s}{R_m} (\Delta t_{em} - \Delta t_{es})$$

También se puede expresar de esta manera:

$$\Delta t_e = a + (X_1 \times \Delta t_{es}) + (X_2 \times \Delta t_{em})$$

Δt_e = Diferencia de temperatura equivalente o corregida

Δt_{es} = Diferencia equivalente de temperatura a la hora considerada para la pared a la sombra (**Tabla IV 10**)

Δt_{em} = Diferencia equivalente de temperatura a la hora considerada para la pared soleada (**Tabla IV 10**)

El valor de "a" (Corrección proporcionada) se obtiene de anexo 4 para variación de temperatura en 24 h = 8 °C y la temperatura exterior a las 15 horas (30°C) menos la temperatura interior (22°C) = 8°C. Se obtiene:

$$a = 2.1$$

El valor de "b" es el coeficiente de color de la cara exterior de las paredes que definimos en los parámetros de diseño para una pared exterior término medio equivale a 0.78.

$$X_2 = \frac{R_s \times b}{R_m} = \frac{346.768 \times 0.78}{339} = 0.798$$

$$X_1 = 1 - X_2 = 0.202$$

Tabla 4-9 Aportación solar por hora

| HORA | ΔT_{em} | ΔT_{es} | ΔT_{equiv} (°C) |
|------|-----------------|-----------------|-------------------------|
| 1 | 3.51 | 1.26 | 4.26 |
| 2 | 2.94 | 0.82 | 3.71 |
| 3 | 2.94 | 0.29 | 3.60 |
| 4 | 2.41 | -0.08 | 3.11 |

| | | | |
|----|-------|-------|-------|
| 5 | 2.28 | -0.68 | 2.88 |
| 6 | 1.84 | -1.12 | 2.44 |
| 7 | 1.11 | -1.12 | 1.86 |
| 8 | 0.87 | -1.62 | 1.57 |
| 9 | 0.74 | -1.25 | 1.53 |
| 10 | 0.58 | -0.81 | 1.50 |
| 11 | 1.11 | -0.37 | 2.01 |
| 12 | 1.68 | 0.00 | 2.54 |
| 13 | 4.27 | 1.38 | 4.89 |
| 14 | 6.09 | 2.72 | 6.61 |
| 15 | 11.56 | 3.69 | 11.17 |
| 16 | 15.17 | 4.63 | 14.24 |
| 17 | 17.08 | 5.23 | 15.89 |
| 18 | 17.95 | 5.67 | 16.67 |
| 19 | 17.66 | 5.67 | 16.44 |
| 20 | 17.43 | 6.09 | 16.34 |
| 21 | 11.55 | 5.08 | 11.44 |
| 22 | 7.26 | 4.11 | 7.83 |
| 23 | 5.06 | 3.17 | 5.88 |
| 24 | 3.88 | 2.20 | 4.74 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-10 Tabla de resumen del anexo 7

| Diferencia equivalente de Temperatura(°C) Muros soleados o en Sombra | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------------------------|--------|-------|-------|------|--|
| Orientacion | Peso del muro (kg/m2) | Hora Solar | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Orientacion Latitud Sur | | | | | |
| | | 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 | |
| SO | 100 | -1.1 | -2.2 | -2.2 | -1.1 | 0.0 | 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 | 0.0 | -0.5 | -0.5 | NO | |
| | 300 | 1.1 | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 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 | 2.2 | 1.7 | 1.7 | | |
| | 352.64 | 1.84 | 1.11 | 0.87 | 0.74 | 0.58 | 1.11 | 1.68 | 4.27 | 6.09 | 11.6 | 15.2 | 17.1 | 17.9 | 17.7 | 17.4 | 11.5 | 7.26 | 5.06 | 3.88 | 3.5 | 2.9 | 2.94 | 2.41 | 2.28 | | |
| | 500 | 3.9 | 2.8 | 3.3 | 2.8 | 2.2 | 2.8 | 3.9 | 3.3 | 4.4 | 6.7 | 7.8 | 10.6 | 12.5 | 12.2 | 13.3 | 12.8 | 12.2 | 8.3 | 5.5 | 5.5 | 5.0 | 5.0 | 4.4 | 3.9 | | |
| En la sombra | 100 | -1.7 | -1.7 | -2.2 | -1.7 | -1.1 | 0.5 | 2.2 | 4.4 | 5.5 | 6.7 | 7.8 | 7.2 | 6.7 | 5.5 | 5.5 | 4.4 | 2.2 | 1.1 | 0.0 | 0.0 | -0.5 | -0.5 | -1.1 | -1.1 | Δtem | |
| | 300 | -1.7 | -1.7 | -2.2 | -1.7 | -1.1 | -0.5 | 0.0 | 1.7 | 3.3 | 4.4 | 5.5 | 6.1 | 6.7 | 6.7 | 6.7 | 6.7 | 4.4 | 3.3 | 2.2 | 1.1 | 0.5 | 0.0 | -0.5 | -1.1 | | |
| | 352.64 | -1.12 | -1.12 | -1.62 | -1.25 | -0.81 | -0.37 | 0.00 | 1.38 | 2.72 | 3.69 | 4.63 | 5.23 | 5.67 | 5.67 | 6.09 | 5.08 | 4.11 | 3.17 | 2.20 | 1.26 | 0.82 | 0.29 | -0.08 | -0.68 | | |
| | 500 | 0.5 | 0.5 | 0.0 | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 1.1 | 1.7 | 2.2 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 2.8 | 4.4 | 3.3 | 2.8 | 2.2 | 1.7 | 1.7 | 1.1 | 1.1 | 0.5 | | |
| | 700 | 0.5 | 0.5 | 0.0 | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 1.7 | 1.7 | 2.2 | 2.2 | 2.8 | 3.3 | 4.4 | 3.9 | 3.3 | 2.2 | 1.7 | 1.1 | 1.1 | 0.5 | | |

Fuente: Tabla extraída (Carrier, 1980)

Para determinar el calor ganado:

$$q = UxAx\Delta t_e$$

$$\text{Área (m}^2\text{)} = 2.387 \text{ m}^2$$

$$U \text{ (coeficiente global de transferencia)} = 2.016 \text{ kcal/h.m}^2\text{.}^\circ\text{c}$$

Tabla 4-11 Transmisión de calor en pared NO

| HORA | D Tequiv (°C) | Calor (Kcal / hr) |
|------|---------------|-------------------|
| 1 | 4.26 | 20.48 |
| 2 | 3.71 | 17.85 |
| 3 | 3.60 | 17.33 |

| | | |
|----|-------|-------|
| 4 | 3.11 | 14.95 |
| 5 | 2.88 | 13.87 |
| 6 | 2.44 | 11.74 |
| 7 | 1.86 | 8.93 |
| 8 | 1.57 | 7.53 |
| 9 | 1.53 | 7.39 |
| 10 | 1.50 | 7.21 |
| 11 | 2.01 | 9.66 |
| 12 | 2.54 | 12.22 |
| 13 | 4.89 | 23.51 |
| 14 | 6.61 | 31.82 |
| 15 | 11.17 | 53.76 |
| 16 | 14.24 | 68.52 |
| 17 | 15.89 | 76.46 |
| 18 | 16.67 | 80.21 |
| 19 | 16.44 | 79.12 |
| 20 | 16.34 | 78.62 |
| 21 | 11.44 | 55.05 |
| 22 | 7.83 | 37.66 |
| 23 | 5.88 | 28.28 |
| 24 | 4.74 | 22.81 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-12 Tabla de resumen del anexo 5

| Factor de almacenamiento sobre carga termica, aportaciones solares a tarves de vidrio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------------|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|----|----|----|---|--------|---|---|---|-------------------------|
| Orientacion | Peso del muro (kg/m2) | Hora Solar | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Orientacion Latitud Sur |
| | | 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 | |
| SO | 750 y mas | 0.22 | 0.21 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.32 | 0.47 | 0.6 | 0.63 | 0.66 | 0.61 | 0.47 | 0.23 | 0.19 | 0.18 | 0.16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | NO |
| | 500 | 0.2 | 0.19 | 0.18 | 0.17 | 0.18 | 0.31 | 0.46 | 0.6 | 0.66 | 0.7 | 0.64 | 0.5 | 0.26 | 0.2 | 0.17 | 0.15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| | 150 | 0.08 | 0.08 | 0.09 | 0.09 | 0.1 | 0.24 | 0.47 | 0.67 | 0.81 | 0.86 | 0.79 | 0.6 | 0.26 | 0.17 | 0.12 | 0.08 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |

Fuente: Tabla extraída (Carrier, 1980)

Flujo de calor a través de la ventana (NO)

Calor radiante= (Max aportación Solar)x(Área de ventana)x(Factor de marco metálico)x(Factor de atmosfera)x(Factor de altitud)x(Factor de punto de roció)x(Factor de sombra)x(Factor de almacenamiento)

Max aportación Solar = 444 Kcal/hxm2

Área = 7.5 m2

Factor de marco metálico = 1.17(**Anexo 4**)

Factor de atmosfera = 0.85(Parámetro de diseño)

Factor por altitud = 1

Punto de roció = 0.9167

Factor de sombra por cortinas = 0.8

Factor de almacenamiento = Se obtiene del **Anexo 9**

Entonces:

Tabla 4-13 Transmisión de calor en ventana NO

| HORA | Fact. de Alm | Calor (Kcal / hr) |
|------|--------------|-------------------|
| 1 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | 0.00 | 0.00 |
| 3 | 0.00 | 0.00 |
| 4 | 0.00 | 0.00 |
| 5 | 0.00 | 0.00 |
| 6 | 0.22 | 535.69 |
| 7 | 0.21 | 511.34 |
| 8 | 0.20 | 486.99 |
| 9 | 0.20 | 486.99 |
| 10 | 0.20 | 486.99 |
| 11 | 0.32 | 779.19 |
| 12 | 0.47 | 1144.43 |
| 13 | 0.60 | 1460.98 |
| 14 | 0.63 | 1534.03 |
| 15 | 0.66 | 1607.08 |
| 16 | 0.61 | 1485.33 |
| 17 | 0.47 | 1144.43 |
| 18 | 0.23 | 560.04 |
| 19 | 0.19 | 462.64 |
| 20 | 0.18 | 438.29 |
| 21 | 0.16 | 389.59 |
| 22 | 0.00 | 0.00 |
| 23 | 0.00 | 0.00 |
| 24 | 0.00 | 0.00 |

Fuente: Elaboración propia

Calor generado por las personas

Del **Anexo 8** sacamos los valores de una persona en oficina:

$Q_s = 250 \text{ Btu/h}$

$Q_L = 200 \text{ Btu/h}$

de personas = 5

$$Q_s = 250 \frac{\text{Btu}}{\text{h}} \times 5 = 1250 \frac{\text{Btu}}{\text{h}}$$

$$Q_L = 200 \frac{\text{Btu}}{\text{h}} \times 5 = 1000 \frac{\text{Btu}}{\text{h}}$$

Calor generado por iluminación

Del **Anexo 10** sacamos el factor de iluminación:

Fact. Iluminación = 16 W/m²

$$Q_{iluminacion} = 16 \frac{W}{m^2} \times 16.75 m^2 = 268 W$$

Calor generado por equipos eléctricos

Del **Anexo 11** sacamos el factor de equipos:

Fact. equipos = 42W/m²

$$Q_{equipos} = 42 \frac{W}{m^2} \times 16.75 m^2 = 703.5 W$$

Una vez determinado el día de mayor aportación solar y la hora de mayor carga simultanea se suman los calores sensibles y latente por muros externos, internos, vidrios, iluminación, equipos y personas.

Tabla 4-14 Resumen de carga térmica

| CUADRO RESUMEN DE CARGA TERMICA TOTAL | | | | | | | | | | |
|--|-------------|--------------------|--|---------------------|-----------------------------------|------------------------|-----------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------|
| SIMBOLO | ORIENTACION | AREA(m2) | Coefficiente Global de Transferencia de Calor U(Kcal/hr-m2-°C) | DT ó DTequiv (°C) | Radiacion Solar (Rs)(Kcal/hr-m2) | Factor de Corección(f) | Factor de Almacenamiento(s) | Calor Sensible(Kcal/hr) | Calor Latente(Kcal/hr) | Porcentaje de carga |
| CALOR POR CONDUCCION ATRAVES DE VENTANAS EXTERIORES (DT) | | | | | | | | | | |
| VE | NO | 7.50 | 3.13 | 8 | | | | 187.55 | | 4.42% |
| CALOR POR CONDUCCION ATRAVES DE VENTANAS INTERIORES (DT) | | | | | | | | | | |
| VI | | 15.55 | 5.21 | 8 | | | | 647.77 | | 15.27% |
| CALOR POR CONDUCCION ATRAVES DE PAREDES INTERIORES (DT) | | | | | | | | | | |
| PI | Pared | 23.90 | 1.71 | 4 | | | | 163.66 | | 3.86% |
| PI | Piso | 16.75 | 1.40 | 4 | | | | 93.84 | | 2.21% |
| CALOR POR RADIACION SOLAR ATRAVES DE LAS PAREDES EXTERIORES (DT equiv) | | | | | | | | | | |
| PE | NO | 2.39 | 2.02 | 11.17 | | | | 53.76 | | 1.27% |
| CALOR POR RADIACION SOLAR ATRAVES DEL TECHO (DT equiv) | | | | | | | | | | |
| TECHO | H | 16.75 | 1.18 | 4.5 | | | | 89.306872 | | 2.10% |
| CALOR POR RADIACION SOLAR ATRAVES DE LAS VENTANAS EXTERIORES | | | | | | | | | | |
| VE | NO | 7.502 | | | 444 | 0.73102548 | 0.66 | 1607.08 | | 37.87% |
| CALOR DEBIDO A LAS PERSONAS | | | | | | | | | | |
| Numero de Personas = | 5 | Ganancia Latente = | 50 | Ganancia Sensible = | 63 | | | 315.00 | 315 | 13.32% |
| CALOR DEBIDO A LA ILUMINACION | 268 | | | | | | | 230.43 | | 5.43% |
| CALOR DEBIDO A EQUIPOS | 703.5 | | | | | | | 604.89 | | 14.26% |

Fuente: Elaboración propia

Carga térmica Sensible = 4,039.42 kcal/h <> 16,020 Btu/h

Carga térmica Latente = 252 kcal/h <> 1000 Btu/h

Carga Térmica Total = 4,291.42 Kcal/h <> 17,029 Btu/h

Aplicando el factor de seguridad del 15% se obtiene la tabla N° 4.10

Tabla 4-15 Resumen de calculo

| RESUMEN DE CALCULOS | |
|--|--------------------------|
| Día de Mayor Aportación Solar: | 21 DE JUNIO |
| LA HORA DE MAYOR CARGA TERMICA SIMULTANEA ES = | 15 |
| CARGA TERMICA SENSIBLE= | 4645 Kcal/h |
| CARGA TERMICA LATENTE= | 290 Kcal/h |
| CARGA TERMICA TOTAL= | 4,935 Kcal/h 1.63 TON |
| FACTOR POR AREA = | 1,169 Btu/m2 |
| FACTOR DE CALOR SENSIBLE = | 0.94 |

Fuente: Elaboración propia

En la **tabla 4-13** se aprecia el calor total emitido por los factores que intervienen dentro de Gerencia.

4.6.2 Cálculo de la capacidad de los equipos

Determinar el caudal de aire fresco

El cálculo de aire fresco lo haremos para el ambiente Gerencia que tiene 5 personas como máximo y un área de 16.75 m²(180.3ft²) según ASHRAE 62.1

Ubicamos los parámetros R_p y R_a en el **anexo 13**, obtendremos que R_p = 5 CFM/persona y R_a = 0.06 CFM/ft²

$$\dot{V}_E = R_p \cdot P_z + R_a \cdot A_z$$

$$\dot{V}_E = (5 \text{ per}) \cdot \left(5 \frac{\text{CFM}}{\text{per}}\right) + 180.3 \text{ ft}^2 \cdot 0.06 \frac{\text{CFM}}{\text{ft}^2}$$

$$\dot{V}_E = 35 \text{ CFM}$$

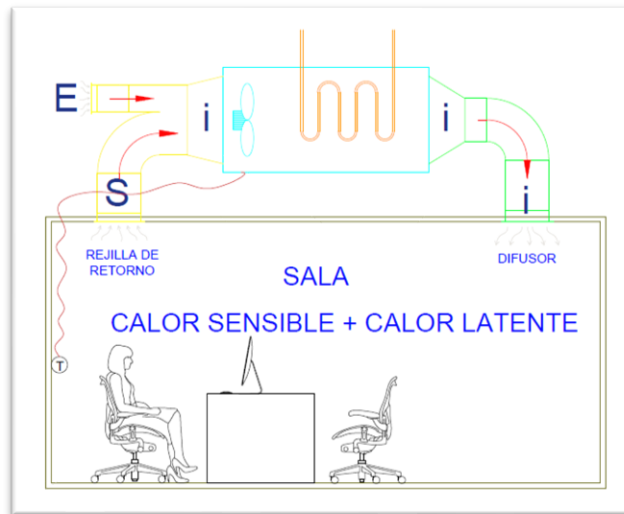
De la misma manera se calculará para el aire fresco de los demás ambientes.

Proceso psicrométrico

Una vez obteniendo la carga térmica, el factor de sensibilidad y el caudal de aire fresco que necesita el ambiente, nos dirigimos a la carta psicrométrica para obtener la capacidad mínima de los equipos

Ya que venimos calculando para el ambiente de gerencia, seguiremos utilizando de ejemplo.

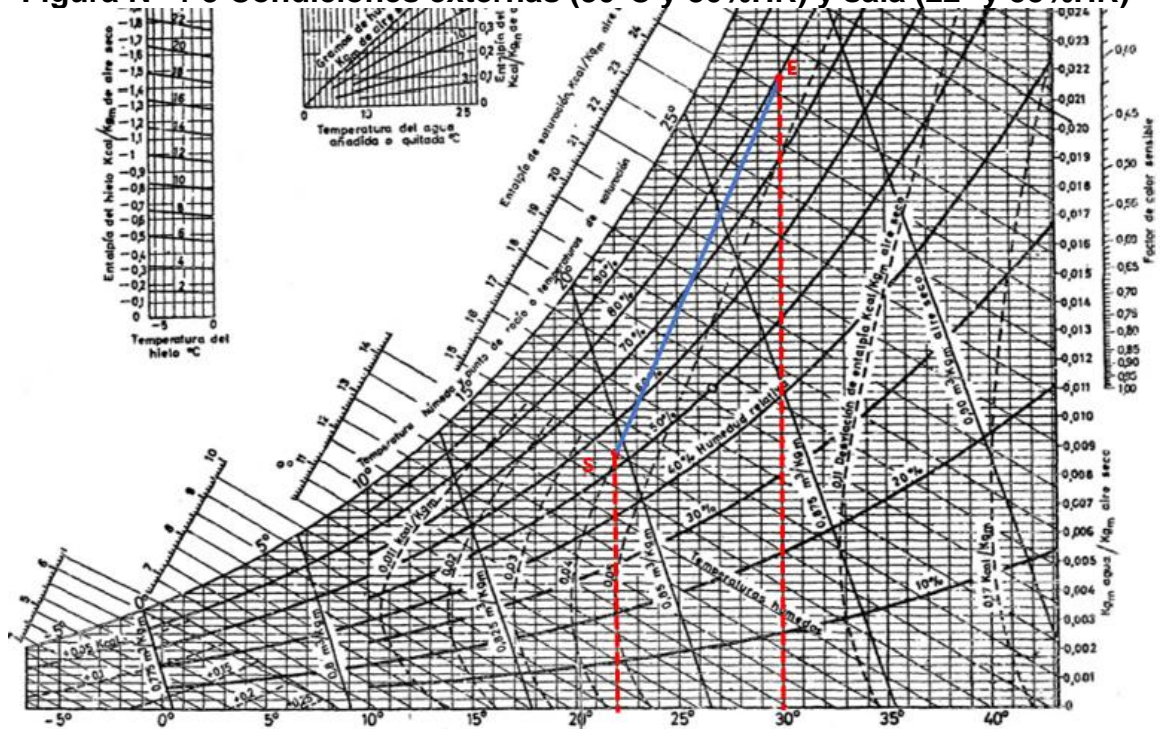
Figura N° 4-2 Condiciones del proceso



Fuente: Elaboración propia

Paso 1: En la carta psicrométrica se grafica las condiciones de aire exterior (30° C y 80% HR) e interior (22 °C y 55% HR) y se unen mediante una recta. En la **figura N° 4-2** se observa los puntos “E” y “S” que son los puntos de condiciones exteriores y condiciones de la sala respectivamente.

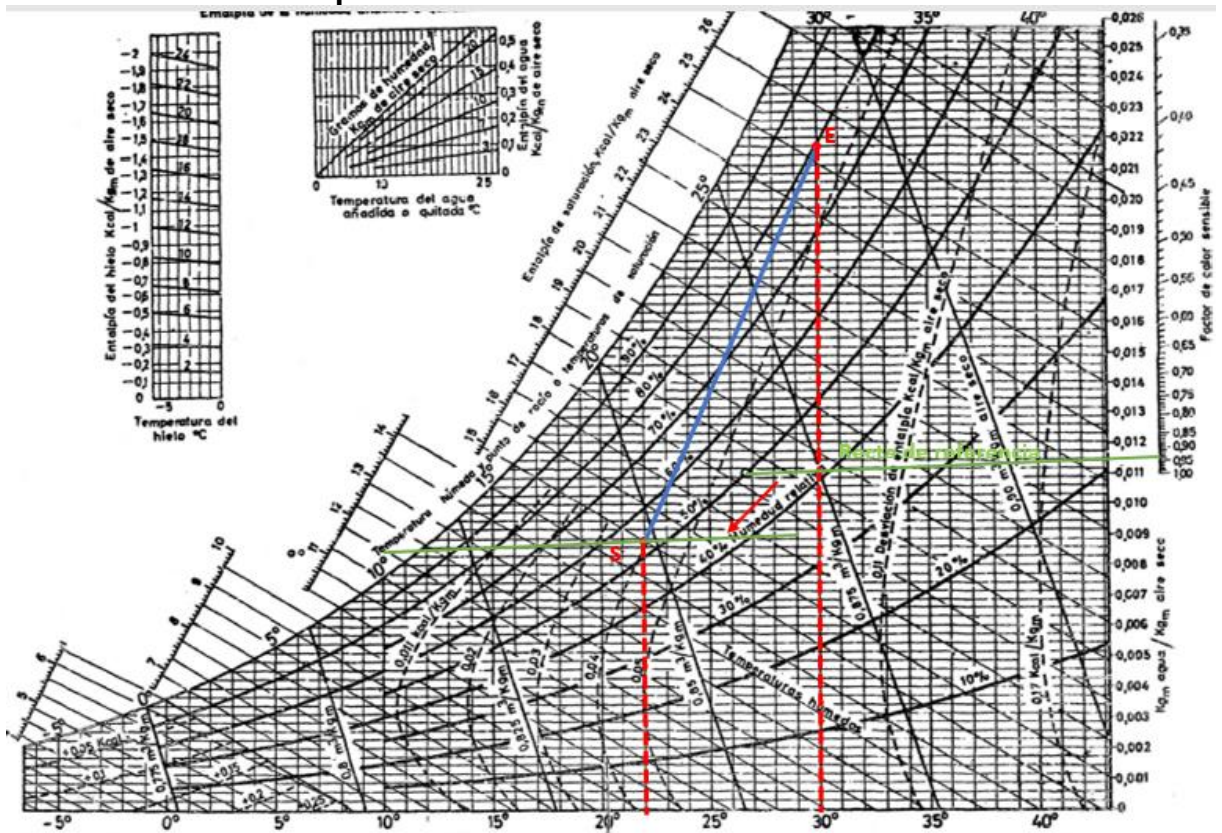
Figura N° 4-3 Condiciones externas (30°C y 80%HR) y sala (22° y 55%HR)



Fuente: Elaboración propia

Paso 2: Se ubicó el punto correspondiente al factor de calor sensible obtenido de la **tabla 4-13** en la carta psicrométrica, una vez ubicado se unió con una recta el punto FCS y el Punto Pívor, a esta recta se llamó recta de referencia y se lleva una paralela al punto (S)

Figura N° 4-4 Recta de condiciones que pasa por el punto de sala "S" paralela a la recta de referencia



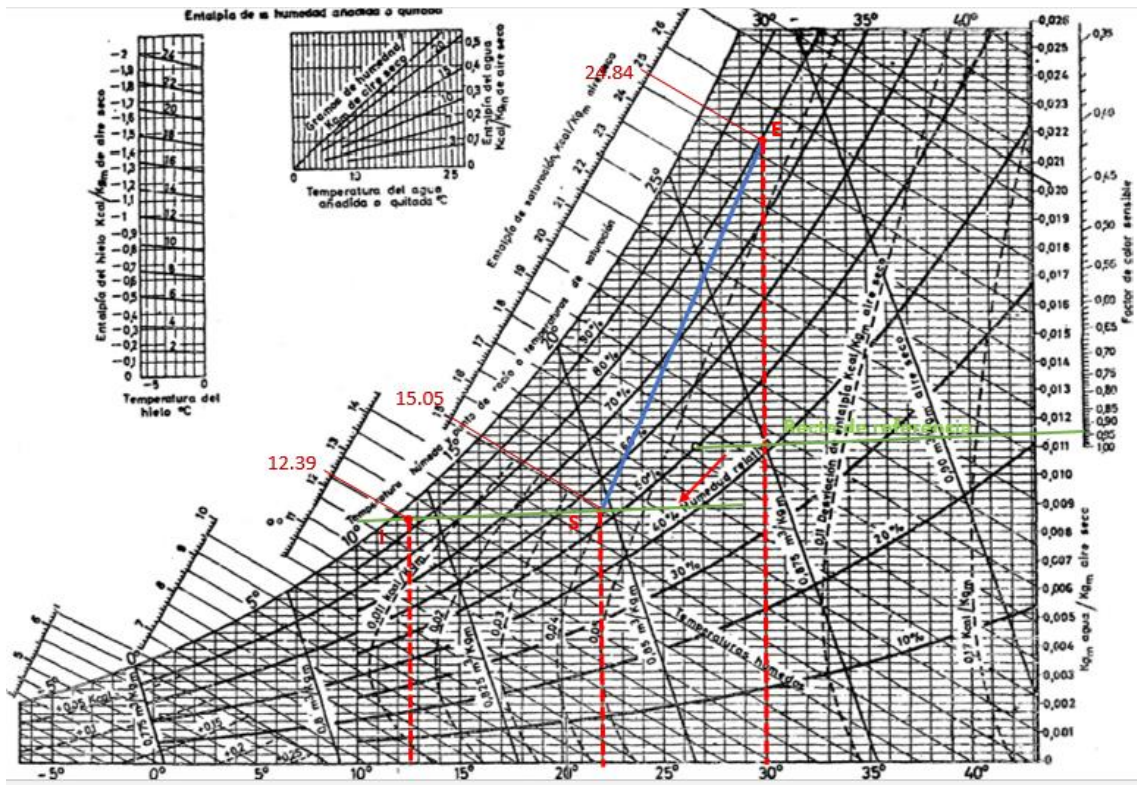
Fuente: Elaboración propia

Paso 3: El punto de insuflamiento (punto de condiciones de suministro de aire al ambiente) de aire acondicionado se ubicó en la recta trazada en el paso 2, este punto debe tener una humedad relativa perteneciente al siguiente rango <90% - 100%> y a la vez $T_{sala} - T_{insuf}$ entre $[8.3^{\circ}\text{C} - 16.7^{\circ}\text{C}]$. A este punto lo denominaremos punto "i".

Una vez que se determinó el punto de insuflamiento de esta manera se garantiza que el factor de contacto del serpentín de enfriamiento del equipo varíe entre <0.8 - 0.9>, lo cual implica tener un serpentín económico y comercial.

Tomaremos un 95% de humedad relativa para el punto de insuflamiento(i).

Figura N° 4-5 Condiciones “i”



Fuente: Elaboración propia

Luego de ubicar los puntos E(exterior), S(sala) e i(insuflamiento) en la carta psicométrica se extrae los siguientes datos:

Tabla 4-16 Valores obtenidos en carta psicométrica

| | Entalpia (h) | Temperatura | Vol. Especifico (v) |
|-------------------|---------------|-------------|--------------------------|
| Exterior (E) | 24.84 kcal/kg | 30°C | 0.89 m ³ /kg |
| Sala (S) | 15.05 kcal/kg | 22°C | 0.85 m ³ /kg |
| Insuflamiento (i) | 12.39 kcal/kg | 12.6°C | 0.824 m ³ /kg |

Fuente: Elaboración propia

Flujo de masa insuflamiento

De la ecuación de la conservación de la energía se obtiene:

$$\dot{m}_i = \frac{Q_t}{h_s - h_i}$$

El valor de Q_t es la carga total obtenida en la **tabla 4-13** que equivale a 19,584 Btu/h (4,935 Kcal/h), entonces:

$$\dot{m}_i = \frac{4935 \text{ Kcal/h}}{15.05 \text{ Kcal/Kg} - 12.39 \text{ Kcal/Kg}}$$
$$\dot{m}_i = 1,855.3 \text{ Kg/h}$$

Flujo de masa de aire exterior

Se sabe que la masa es el producto de la densidad por el volumen y que el inverso multiplicativo de la densidad es el volumen específico. Luego:

$$\dot{m}_E = \frac{\dot{V}_E}{v_E}$$
$$\dot{m}_E = \frac{59.5 \text{ m}^3/\text{h}}{0.89 \text{ m}^3/\text{Kg}}$$
$$\dot{m}_E = 66.9 \text{ Kg/h}$$

Porcentaje de aire exterior

El porcentaje de exterior es una relación entre la masa de aire exterior y la masa de aire total, que no es otro que la masa de insuflamiento.

$$\%AE = \frac{\dot{m}_E}{\dot{m}_i} \times 100\%$$
$$\%AE = \frac{66.9}{1,855.3} \times 100\%$$
$$\%AE = 3.6\%$$

Temperatura de punto de mezcla

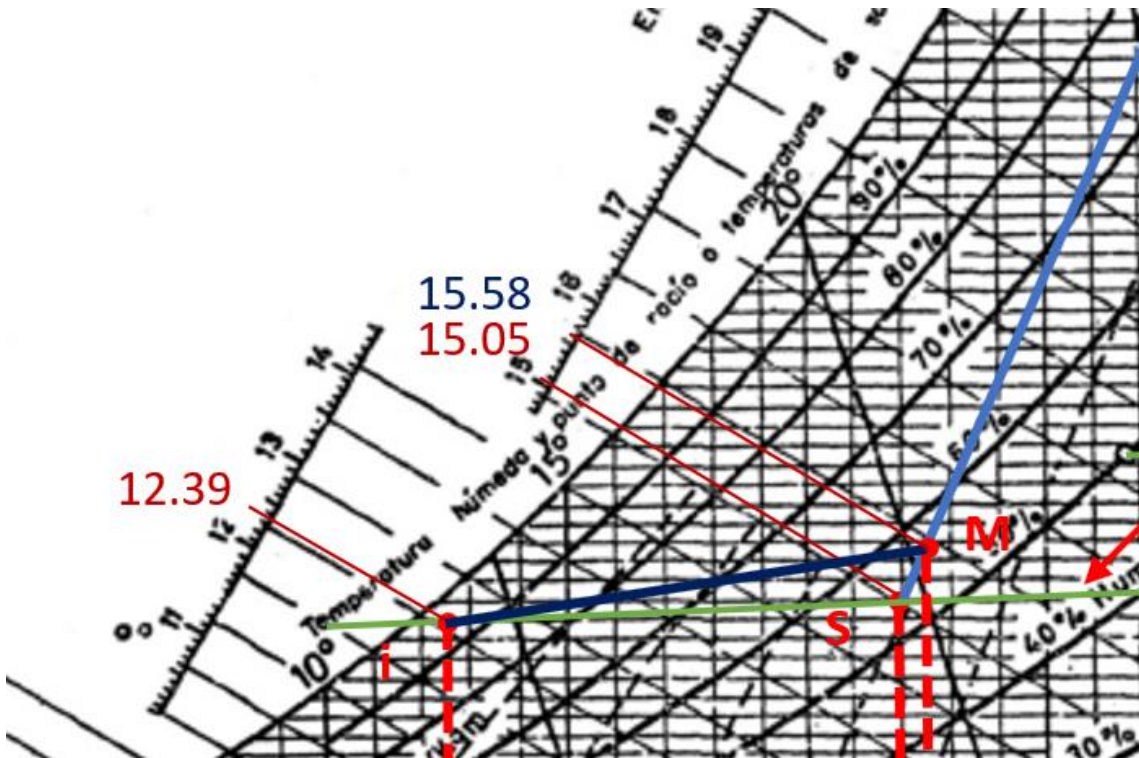
Con el %AE podemos hallar la temperatura de mezcla.

$$T_M = T_S + \%AE \times (T_E - T_S)$$
$$T_M = 22^\circ\text{C} + 3.6\% \times (30^\circ\text{C} - 22^\circ\text{C})$$
$$T_M = 22.3^\circ\text{C}$$

Una vez teniendo la temperatura de mezcla los graficamos en la carta psicrométrica y se ubicó el punto "M", con una temperatura de 22.3 °C, en

la recta que una las condiciones “E” y “S”, y se trazó la recta de proceso del equipo entre el punto “i” y el punto “M”.

Figura 4-6 Ubicación del punto de mezcla en la carta psicrométrica



Fuente: Elaboración propia

Capacidad del equipo

De la ecuación de la energía:

$$Q_{TEQ} = \dot{m}_i \times (h_M - h_i)$$

$$Q_{TEQ} = 1,855.3 \text{ Kg/h} \times (15.58 \text{ Kcal/kg} - 12.39 \text{ Kcal/kg})$$

$$Q_{TEQ} = 5,918.4 \text{ Kcal/h} \langle \rangle 23,486 \text{ Btu/h}$$

Para poder seleccionar adecuadamente la capacidad del equipo necesitamos calcular el calor sensible del equipo ya que este es la capacidad de enfriar del equipo.

Capacidad sensible del equipo

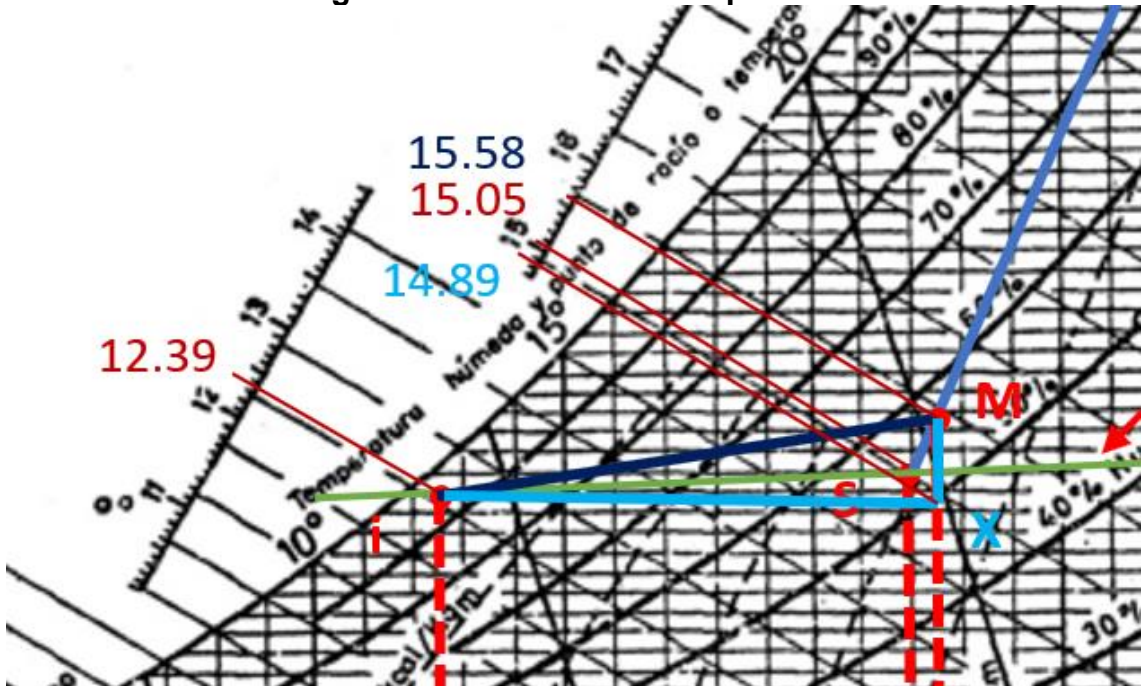
Para este calor tenemos que hallar el Punto x el cual tiene como característica:

$$T_x = T_m \text{ y } W_x = W_i$$

W_i = Humedad específica

Ubicaremos el punto X en la tabla psicrométrica

Figura N° 4-7 Ubicación del punto X



Fuente: Elaboración propia

Una vez ubicado el punto "X" podemos sacar la entalpia de tal, para calcular el calor sensible del equipo.

$$Q_{SEQ} = \dot{m}_i x (h_x - h_i)$$

$$Q_{SEQ} = 1,855.3x(14.89 - 12.39)$$

$$Q_{SEQ} = 4,638.3 \text{ Kcal/h } \langle \rangle 18,366 \text{ Btu/h}$$

Software Elite Psychart

Se utilizo el software Elite Psychart para la simulación de los ambientes con los mismos parámetros con el cual hicimos el cálculo para el ambiente de Gerencia, con el resultado compararemos para ver el margen de error, si el margen es menos del 10% el resultado será válido.

Tabla 4-17 Simulación de coeficientes de transmisión para Gerencia

| Zone 1: Gerencia (190.3 sq.ft) (Group 0) | | | | | | | | | | |
|--|--------|------------------------------------|----------|---------|--------|--------|-------|-----------|------|-----|
| Air Handler number: | 1 | Zone occurrences: | 1 | | | | | | | |
| Zone length: (feet) | 17.30 | Zone width (feet): | 11.00 | | | | | | | |
| Lighting Watts: | 228 | Equipment Watts: | 381 | | | | | | | |
| Number of people in zone: | 4 | People profile number: | 0 | | | | | | | |
| Lighting profile number: | 0 | Equipment profile number: | 0 | | | | | | | |
| Ceiling height (feet): | 9.70 | Heating safety factor (%): | 15 | | | | | | | |
| Sensible safety factor (%): | 15 | Latent safety factor (%): | 15 | | | | | | | |
| Sensible heat per person (Btuh): | 250 | Latent heat per person (Btuh): | 200 | | | | | | | |
| Cooling ventilation method: | CFM/Pr | Cooling ventilation value: | 10.000 | | | | | | | |
| Cooling infiltration method: | AC/Hr | Cooling infiltration value: | 0.000 | | | | | | | |
| Heating ventilation method: | CFM/Pr | Heating ventilation value: | 0.000 | | | | | | | |
| Heating infiltration method: | AC/Hr | Heating infiltration value: | 0.000 | | | | | | | |
| Winter exhaust air CFM: | 0 | Summer exhaust air CFM: | 0 | | | | | | | |
| Minimum supply CFM: | 0 | Latent Btuh equipment load: | 0 | | | | | | | |
| Ceil. exposed to plenum (sq.ft): | 190 | Exposed floor slab perimeter (ft): | 0 | | | | | | | |
| Cooling loads only are calculated for this zone. | | | | | | | | | | |
| Part | Type | U-Factor | Cool TD | Heat TD | Height | Width | Area | | | |
| 2 | 1 | 0.35 | 8.000 | 0.000 | 9.70 | 17.30 | 167.8 | | | |
| 3 | 1 | 0.35 | 8.000 | 0.000 | 9.70 | 11.00 | 106.7 | | | |
| 4 | 1 | 0.35 | 8.000 | 0.000 | 9.70 | 15.60 | 151.3 | | | |
| Wall | Type | ASHRAE# | U-Factor | Color | Height | Width | Area | Direction | | |
| 1 | 1 | C | 0.420 | M | 9.70 | 11.20 | 108.6 | NW | | |
| Glass | Type | S.U.F. | Shd C. | Height | Width | Occur. | Area | Shade | Tilt | Ref |
| 1 | 1 | 1.040 | 0.640 | 7.20 | 11.20 | 1 | 80.6 | 0 | 90 | 1 |

Fuente: Simulación del Elite Psychart

Tabla 4-18 Capacidad del equipo para Gerencia

| Air Handler #1 - Evaporador-1 - Total Load Summary | | | |
|---|--|---|---------------------------|
| Air Handler Description: | Evaporador-1 Constant Volume - Proportion | | |
| Supply Air Fan: | Blow-Thru with program estimated horsepower of 0.48 HP | | |
| Fan Input: | 65% motor and fan efficiency with 2.5 in. water across the fan | | |
| Sensible Heat Ratio: | 0.94 | --- This system occurs 1 time(s) in the building. --- | |
| Air System Peak Time: | 4pm in April. | | |
| Outdoor Conditions: | Clg: 83° DB, 72° WB, 102.24 grains | | |
| Indoor Conditions: | Clg: 72° DB, 55% RH | | |
| Summer: Ventilation controls outside air, --- Winter: Exhaust controls outside air. | | | |
| Zone Space sensible loss: | 0 Btuh | | |
| Infiltration sensible loss: | 0 Btuh | 0 CFM | |
| Outside Air sensible loss: | 0 Btuh | 0 CFM | |
| Supply Duct sensible loss: | 0 Btuh | | |
| Return Duct sensible loss: | 0 Btuh | | |
| Return Plenum sensible loss: | 0 Btuh | | |
| Total System sensible loss: | | | 0 Btuh |
| Heating Supply Air: 0 / (.998 X 1.08 X 0) = | | 0 CFM | |
| Winter Vent Outside Air (0.0% of supply) = | | 0 CFM | |
| Zone space sensible gain: | 15,661 Btuh | | |
| Infiltration sensible gain: | 0 Btuh | | |
| Draw-thru fan sensible gain: | 0 Btuh | | |
| Supply duct sensible gain: | 0 Btuh | | |
| Reserve sensible gain: | 0 Btuh | | |
| Total sensible gain on supply side of coil: | | | 15,661 Btuh |
| Cooling Supply Air: 14,597 / (.998 X 1.1 X 17) = | | 801 CFM | |
| Summer Vent Outside Air (5.0% of supply) = | | 40 CFM | |
| Return duct sensible gain: | 0 Btuh | | |
| Return plenum sensible gain: | 0 Btuh | | |
| Outside air sensible gain: | 501 Btuh | 40 CFM | |
| Blow-thru fan sensible gain: | 2,065 Btuh | | |
| Total sensible gain on return side of coil: | | | 2,566 Btuh |
| Total sensible gain on air handling system: | | | 18,227 Btuh |
| Zone space latent gain: | 920 Btuh | | |
| Infiltration latent gain: | 0 Btuh | | |
| Outside air latent gain: | 982 Btuh | | |
| Total system latent and sensible gain: | | | 1,902 Btuh 18,227 Btuh |

Fuente: Resultado de simulación Elite Psychart

Compararemos el calor sensible obtenido manualmente con el emitido por el software para obtener el porcentaje de error.

$$\%error = \frac{|\%aprox - \%exacto|}{\%exacto}$$

$$\%erro = \frac{|18,366 - 18,227|}{18,227} \times 100 = 0.7\%$$

En la **tabla 4-17** se encuentra los resultados de las simulaciones de gerencia en el **anexo 13**, Operación en el **anexo 14**, Sala de reunión en el **anexo 15**, Directorio en el **anexo 16** y Recepción en el **anexo 17**

Tabla 4-19 Resumen de Capacidad de equipo por ambiente

| Nombre del ambiente | Calor Sensible | Calos Latente | Calor total requerido | |
|---------------------|----------------|---------------|-----------------------|----------|
| Gerencia | 18,227 Btu/h | 1,902 Btu/h | 20,129 Btu/h | 1.68 TON |
| Operaciones | 44,860 Btu/h | 5,705 Btu/h | 50,565 Btu/h | 4.21 TON |
| Sala de reunión | 8,148 Btu/h | 2,340 Btu/h | 10,488 Btu/h | 0.87 TON |
| Directorio | 11,902 Btu/h | 3,510 Btu/h | 15,412 Btu/h | 1.28 TON |
| Recepción | 8,580 Btu/h | 2,925 Btu/h | 11,505 Btu/h | 1.04 TON |

Fuente: Elaboración propia

4.6.3 Selección de evaporadores o unidades internas

La **tabla 4-17** muestra la capacidad por cada ambiente, para la selección de equipos es importante tener en cuenta que cumpla con el calor sensible ya que esta es la capacidad de enfriar del equipo, la selección de los equipos será en base al catálogo de LG teniendo en cuenta ciertos criterios como la capacidad de requiere, estética, tamaño y costo por lo cual se escogió equipos tipo cassette.

Tabla 4-20 Cantidad y modelo de equipos seleccionados

| Nombre del ambiente | Capacidad Calculada | | Selección de equipo | | | |
|---------------------|---------------------|--------------|---------------------|----------|----------------|--------------|
| | Calor Sensible | Calor Total | Moledo | Cantidad | Calor Sensible | Calor Total |
| Gerencia | 18,227 Btu/h | 20,129 Btu/h | ARNU24GTPC4 | 1 | 17,800 Btu/h | 25,100 Btu/h |
| Operaciones | 44,860 Btu/h | 50,565 Btu/h | ARNU24GTPC4 | 2 | 27,800 Btu/h | 25,100 Btu/h |
| Sala de reunión | 8,148 Btu/h | 10,488 Btu/h | ARNU12GTRC4 | 1 | 8,700 Btu/h | 12,800 Btu/h |
| Directorio | 11,902 Btu/h | 15,412 Btu/h | ARNU15GTQC4 | 1 | 11,400 Btu/h | 15,900 Btu/h |
| Recepción | 8,580 Btu/h | 11,505 Btu/h | ARNU12GTRC4 | 1 | 8,700 Btu/h | 12,800 Btu/h |

Fuente: Elaboración propia

4.6.4 Selección de condensador o unidad exterior

Para la selección del condensador, primero se tiene que tener la carga total de los equipos y buscar en el catálogo la capacidad que se aproxime manteniendo un ratio de combinación

$$\text{Ratio de combinacion} = \frac{\sum \text{Unidades interiores}}{\sum \text{unidades exteriores}} \times 100\%$$

$$\text{Ratio de combinacion} = \frac{25,100 + 25,100 \times 2 + 12,800 + 15,900 + 12,800}{120,000}$$

$$\text{Ratio de combinacion} = 97.33\%$$

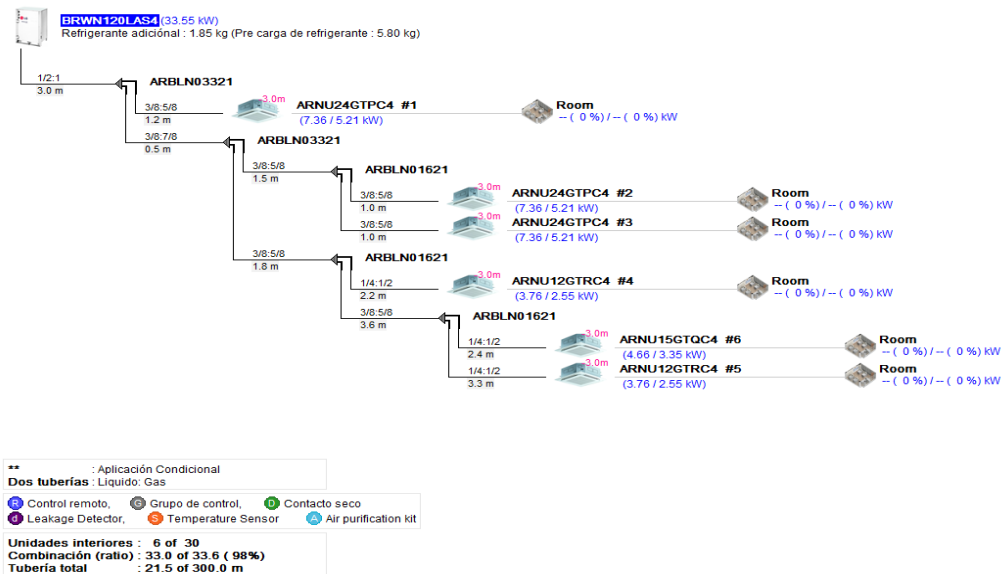
Se escogió un condensador de flujo de refrigerante variable (VRV) enfriado por agua de capacidad de 120,000Btu/h <>10TON. Vemos que la capacidad del condensador es mayor que la suma de los evaporadores, por lo cual ofrece un 3.66% adicional de su máxima capacidad para lo cual el compresor al ser inverter se regularía a la hora de funcionar, si escogiéramos la capacidad inferior que le sigue tendríamos un ratio de

combinación de 117%, para lo cual nos faltaría capacidad a la hora que todos los equipos estén prendido.

4.6.5 Conexión entre unidades interiores y unidad exterior

Ya obteniendo la capacidad de las unidades interiores, unidad exterior y el ratio de combinación procedemos a la distribución de estos equipos en el plano de forma que al distribuir el aire sea uniforme para toda la superficie. Una vez ubicados los equipos procedemos al trazo del recorrido de tuberías de refrigeración como se observa el en **anexo 18**, teniendo en cuenta los parámetros que impone el programa LatsHVAC, luego ingresamos las longitudes al programa y este nos brinda las dimensiones de las tuberías como muestra la **figura N° 4-8**.

Figura N° 4-8 Recorrido y dimensión de tubería refrigerante



Fuente: Exportación del LatsHVAC

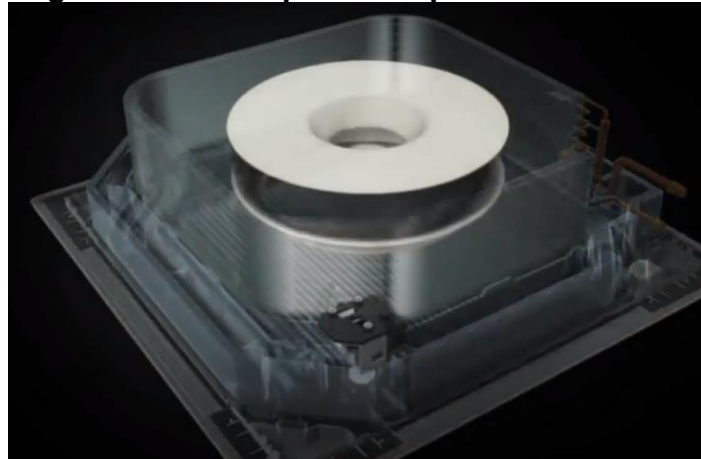
4.6.6 Sistema de desinfección de aire

Se utilizó el sistema UV-C debido a que se adecua al equipo evaporador, el cual consta de la emisión de energía ultravioleta la cual inactiva los organismos virales, bacterianos y fúngicos, por lo que no pueden

replicarse o potencialmente causar enfermedades. El virus SARCS-Cov-2 es muy sensible a la energía UV-C.

ASHRAE menciona que para la selección de este sistema debe abarcar toda la longitud del serpentín con una tolerancia de 15 cm en los bordes.

Figura N° 4-9 Evaporador tipo cassette



Fuente: Extraído del catálogo de LG

Del catálogo extraemos las dimensiones del serpentín de los evaporadores el cual muestra la tabla

Tabla 4-21 Dimensión del serpentín

| | ARNU12GTRC4 | ARNU15GTQC4 | ARNU24GTPC4 |
|-----------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Dimensiones del serpentín (WxD)mm | 520x520 | 520x520 | 800x800 |

Fuente: Extraído del catálogo de LG

El largo que vienen las luces UV-C son de 40" <>1m para lo cual para los equipos modelo ARNU12GTRC4 y ARNU15GTQC4 se necesitaran 2 tira por equipo y para el modelo ARNU24GTPC4 3 tira por equipo.

Figura N° 4-10 Luz UV-C



Fuente: Catalogo Fresh Aire

4.6.7 Evaluación económica

Para la selección de equipos se hizo una comparación económica para poder ver cual resultaría económico para el cliente, sin cambiar las capacidades obtenidas.

La primera comparación fue con la variedad del condensador o unidad exterior, en donde uno es enfriado por aire (VRV) el cual debería ir fuera de la oficina y estaría ubicado en el piso 12 y el enfriado por agua (VRV Water) en donde el condensador estaría en la misma oficina.

Tabla 4-22 Cotización con Condensador enfriado por aire

| Proyecto: Simplex Go | | | | | | |
|---------------------------------------|--|------|------|-------------|-------------|--------------------------|
| ITEM | Descripción | UND | MET. | PU. | SUB TOTAL | TOTAL |
| Equipos de Aire Acondicionado Multi-V | | | | | | \$23,089.49 |
| 1 | Condensador Multi-V de 120,000 Btu/h, de 220V/3ø/60Hz, con gas R410A Modelo: ARWIN10LAS4 Marca: LG | und | 1.00 | \$ 5,196.00 | \$ 5,196.00 | Importación en 3 semanas |
| 2 | Evaporador de 12,800 Btu/h, de 220V/1ø/60Hz Modelo: ARNU12GTRC4 Marca: LG y Tipo: Cassette | und | 2.00 | \$ 384.00 | \$ 768.00 | En stock |
| 3 | Evaporador de 15,900 Btu/h, de 220V/1ø/60Hz Modelo: ARNU15GTQC4 Marca: LG y Tipo: Cassette | und | 1.00 | \$ 550.00 | \$ 550.00 | En stock |
| 4 | Evaporador de 25,100 Btu/h, de 220V/1ø/60Hz Modelo: ARNU24GTPC4 Marca: LG y Tipo: Cassette | und | 3.00 | \$ 633.68 | \$ 1,901.04 | En stock |
| 6 | Termostatos Digital Modelo: PREMTB100 | und | 5.00 | \$ 108.00 | \$ 540.00 | En stock |
| 7 | Instalación de Circuito Multi-V, incluye: anclaje, tubo de cobre para las líneas de líquido y succión, mangas aislantes, presurización con nitrógeno, vacío del sistema, carga de gas refrigerante (se incluye mano de obra y material de anclaje), instalación de los conectores Branch tipo "Y". | Gib. | 1.00 | \$14,134.45 | \$14,134.45 | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4-23 Cotización con Condensador enfriado por agua

| Proyecto: Simplex Go | | | | | | |
|---------------------------------------|--|------|------|-------------|-------------|--------------------------|
| ITEM | Descripción | UND | MET. | PU. | SUB TOTAL | TOTAL |
| Equipos de Aire Acondicionado Multi-V | | | | | | \$12,175.79 |
| 1 | Condensador Multi-V "Water" de 120,000 Btu/h, de 220V/3ø/60Hz, con gas R410A Modelo: ARWIN10LAS4 Marca: LG | und | 1.00 | \$ 5,196.00 | \$ 5,196.00 | Importación en 3 semanas |
| 2 | Evaporador de 12,800 Btu/h, de 220V/1ø/60Hz Modelo: ARNU12GTRC4 Marca: LG y Tipo: Cassette | und | 2.00 | \$ 384.00 | \$ 768.00 | En stock |
| 3 | Evaporador de 15,900 Btu/h, de 220V/1ø/60Hz Modelo: ARNU15GTQC4 Marca: LG y Tipo: Cassette | und | 1.00 | \$ 550.00 | \$ 550.00 | En stock |
| 4 | Evaporador de 25,100 Btu/h, de 220V/1ø/60Hz Modelo: ARNU24GTPC4 Marca: LG y Tipo: Cassette | und | 3.00 | \$ 633.68 | \$ 1,901.04 | En stock |
| 6 | Termostatos Digital Modelo: PREMTB100 | und | 5.00 | \$ 108.00 | \$ 540.00 | En stock |
| 7 | Instalación de Circuito Multi-V, incluye: anclaje, tubo de cobre para las líneas de líquido y succión, mangas aislantes, presurización con nitrógeno, vacío del sistema, carga de gas refrigerante (se incluye mano de obra y material de anclaje), instalación de los conectores Branch tipo "Y". | Gib. | 1.00 | \$ 3,220.75 | \$ 3,220.75 | |

Fuente: Elaboración propia

Podemos ver que es más factible utilizar el condensador enfriado por agua (VRV Water) debido al factor económico y tiempo. Ya teniendo seleccionado el condensador, compararemos las evaporadoras o unidades interiores.

Tabla 4-24 Cotización con evaporadores Fan Coil

| Proyecto: Simplex Go | | | | | | |
|---------------------------------------|--|------|------|-------------|-------------|--------------------------|
| ITEM | Descripción | UND | MET. | PU. | SUB TOTAL | TOTAL |
| Equipos de Aire Acondicionado Multi-V | | | | | | \$13,686.07 |
| 1 | Condensador Multi-V "Water" de 120,000 Btu/h, de 220V/3ø/60Hz, con gas R410A Modelo: ARWIN10LAS4 Marca: LG | und | 1.00 | \$ 5,196.00 | \$ 5,196.00 | Importacion en 3 semanas |
| 2 | Evaporador de 12,800 Btu/h, de 220V/1ø/60Hz Modelo: ARN12GBHA4 Marca: LG y Tipo: Fan Coil | und | 2.00 | \$ 324.00 | \$ 648.00 | Importacion en 3 semanas |
| 3 | Evaporador de 15,900 Btu/h, de 220V/1ø/60Hz Modelo: ARN15GBHA4 Marca: LG y Tipo: Fan Coil | und | 1.00 | \$ 485.00 | \$ 485.00 | En stock |
| 4 | Evaporador de 25,100 Btu/h, de 220V/1ø/60Hz Modelo: ARN24GBHA4 Marca: LG y Tipo: Fan Coil | und | 1.00 | \$ 620.00 | \$ 620.00 | En stock |
| 5 | Evaporador de 60,000 Btu/h, de 220V/1ø/60Hz Modelo: ARN60GBHA4 Marca: LG | und | 1.00 | \$ 1,183.00 | \$ 1,183.00 | Importacion en 3 semanas |
| 6 | Termostatos Digital para Evaporadores Fan Coil Modelo: PREMTB100 Marca: LG | und | 5.00 | \$ 108.00 | \$ 540.00 | En stock |
| 7 | Instalación de Circuito Multi-V, incluye: anclaje, tubo de cobre para las líneas de líquido y succión, mangas aislantes, presurización con nitrógeno, vacío del sistema, carga de gas refrigerante (se incluye mano de obra y material de anclaje), instalación de los conectores Branch tipo "Y". | Glb. | 1.00 | \$ 3,220.75 | \$ 3,220.75 | |
| 8 | Ductos de plancha galvanizada, suministro e instalacion | Glb. | 1.00 | \$ 866.52 | \$ 866.52 | |
| 9 | Aislamiento termico con superlon de 8mm (para ductos expuestos) | Glb. | 1.00 | \$ 494.80 | \$ 494.80 | |
| 10 | Instalacion y suministro de difusores | Glb. | 1.00 | \$ 432.00 | \$ 432.00 | |

Fuente: Elaboración propia

Comparando le **Tabla 4-20** y **Tabla 4-21** vemos que no hay mucha diferencia económica, pero si en stock. Teniendo las evaporadoras podemos avanzar con la instalación y recorrido de cobre, por ende, se puede dejar al último la instalación del condensador, y por ese motivo se llegó a escoger las evaporadoras tipo Cassette.

V RESULTADOS

Realizando los cálculos de manera correcta y simulándola para su verificación, se llegó al objetivo trazado de diseñar un sistema de aire acondicionado de 10 TON (120,000 Btu/h) de capacidad del condensador de flujo de refrigerante variado (VRV) enfriado por agua por la cual se obtiene confort en la oficina Simplex Go, se presenta la siguiente relación de equipos, capacidades y accesorios complementarios.

Tabla 5-1 Relación de unidades internas y unidad exterior de la Oficina Simplex Go

| | Evaporado | | | Condensador |
|-----------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Modelo | ARNU12GTRC4 | ARNU15GTQC4 | ARNU24GTPC4 | ARWB120LAS4 |
| Capacidad de enfriamiento (Btu/h) | 12,800 | 15,900 | 25,100 | 120,000 |
| Potencia de entrada (KW) | 0.17 | 0.24 | 0.31 | 6.46 |
| Tuberías de líquido mm | 6.35 | 6.35 | 9.52 | 12.7 |
| Tuberías de Gas mm | 12.7 | 12.7 | 15.88 | 25.4 |
| Dimensiones (WxHxD)mm | 570x214x570 | 570x214x570 | 840x204x840 | 755x997x500 |
| Ruido (dB) | 32 | 36 | 36 | 56 |
| Refrigerante | R410 | R410 | R410 | R410 |
| Potencia de Suministro (V/Ph/Hz) | 220/1/60 | 220/1/60 | 220/1/60 | 220/3/60 |

Fuente: LG (Multi V, 2018)

Tabla 5-2 Tuberías y Branch

| BRANCH (Conector "Y") | | | | | |
|----------------------------------|------------|-----------|------------|-----------|-------------|
| Modelo | ARBLN01621 | | ARBLN03321 | | |
| Cantidad | 3 | | 2 | | |
| Tubería de gas y líquido, Tipo L | | | | | |
| Dimensión (Pulg.) | 1/4";1/2" | 3/8";5/8" | 3/8";3/4" | 3/8";7/8" | 1/2";1 1/8" |
| Longitud(m) | 8.1 | 8.1 | 1.8 | 0.5 | 3 |

Fuente: Elaboración Propia

VI DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados

| Hipótesis | Resultados |
|--|--|
| <p>HIPOTESIS GENERAL: Con el diseño de un sistema de aire acondicionado de 10 TON de flujo de refrigerante variable enfriado por agua se logrará el confort de la oficina Simplex Go.</p> | <p>Realizando el diseño del sistema de aire acondicionado de 10 TON de flujo de refrigerante variable enfriado por agua se obtuvieron los siguientes resultados:</p> <p>El confort de los ambientes manteniendo la temperatura en un rango de 22°C a 24°C y humedad relativa del aire a 55%.</p> <p>Por lo tanto, se logró el confort para los usuarios de los ambientes de la oficina Simplex Go.</p> |

| Hipótesis | Resultados |
|---|---|
| <p>HIPOTESIS ESPECIFICA 1: Con la determinación de los parámetros térmicos en los ambientes administrativos de Simplex Go se obtendrá la carga térmica</p> | <p>Analizando y evaluando los parámetros térmicos se calculó las cargas térmicas de forma manual en el ambiente de gerencia y para los demás ambientes por medio del software Elite, el cual nos dio como resultado:</p> <p>1.- Gerencia:</p> <p>Calor sensible: 18,434 Btu/h</p> <p>Calor latente: 1,190 Btu/h</p> <p>Factor de calor sensible: 0.94</p> <p>2.- Operaciones:</p> <p>Calor sensible: 34,731 Btu/h</p> <p>Calor latente: 2,760 Btu/h</p> <p>Factor de calor sensible: 0.93</p> <p>3.- Sala de reunión:</p> <p>Calor sensible: 4,814 Btu/h</p> <p>Calor latente: 920 Btu/h</p> <p>Factor de calor sensible: 0.84</p> <p>4.- Directorio:</p> <p>Calor sensible: 6,926 Btu/h</p> <p>Calor latente: 1,380 Btu/h</p> <p>Factor de calor sensible: 0.84</p> <p>5.-Recepción:</p> <p>Calor sensible: 5,459 Btu/h</p> <p>Calor latente: 1,150 Btu/h</p> <p>Factor de calor sensible: 0.83</p> |

| Hipótesis | Resultados |
|---|--|
| <p>HIPOTESIS ESPECIFICA 2: Con la determinación de la capacidad de enfriamiento se seleccionarán correctamente los equipos</p> | <p>Realizando el proceso psicrométrico se obtiene la capacidad mínima que requiere el equipo y la selección de la capacidad del equipo con el catálogo de los equipos, el cual nos dio los resultados:</p> <p>1.- Gerencia: Capacidad calculada: 20,129 Btu/h Capacidad del equipo: 25,100 Btu/h</p> <p>2.- Operaciones: Capacidad calculada: 50,565 Btu/h Capacidad del equipo: 25,300 Btu/h (2 equipos)</p> <p>3.- Sala de reunión: Capacidad calculada: 10,488 Btu/h Capacidad del equipo: 12,800 Btu/h</p> <p>4.- Directorio: Capacidad calculada: 15,412 Btu/h Capacidad del equipo: 15,900 Btu/h</p> <p>5.-Recepción: Capacidad calculada: 12,505 Btu/h Capacidad del equipo: 12,800 Btu/h</p> <p>6.- Condensador: Con la suma de todos los evaporadores (116,800 Btu/h) se pudo obtener la capacidad del condensador el cual es de 120,000 Btu/h equivalente a 10 TON. Con esta selección se determinó el dimensionamiento de las tuberías de cobre mediante el software LastHVAC.</p> |

| Hipótesis | Resultados |
|---|---|
| <p>HIPOTESIS ESPECIFICA 3: Con la selección de un sistema de desinfección de aire se controlará la propagación del Covid-19 en los ambientes acondicionados.</p> | <p>Con la selección correcta de los equipos evaporadores se eligió un sistema de desinfección de aire que utilizan las luces UV-C para controlar la propagación del Covid-19 en el aire, debido a que reduce en un 98% la propagación del virus en el aire circundante.</p> |

6.2 Contrastación de los resultados con otros estudios similares

- En contraste con las conclusiones de la tesis “Diseño de un sistema de aire acondicionado con sistema de volumen de refrigerante variable”, (Gerra Samaniego, 2013) de la Universidad San Francisco de Quito que en su estudio realizado obtuvo que la mayor aportación de carga es por paredes, mientras que en la presente investigación el mayor aporte de carga fue realizada por la ventana debido a que las ventanas instaladas en el edificio contaba con vidrio simple y cortina la cual reduce el coeficiente de transmisión de calor.
- De acuerdo con la tesis “Diseño y construcción de un sistema de aire acondicionado tipo VRV para el laboratorio de transferencia de calor”, (Cordova, y otros, 2015) de la Universidad Politécnica Salesiana sede Quito quienes en su investigación hacen mención sobre comparar un sistema tradicional o de expansión directa con un equipo VRV para controlar temperatura y un obtener un ahorro energético, para lo cual realizaron cálculos térmicos para ver la capacidad del equipo y llegaron a la conclusión de que un sistema de tradicional comparado con un VRV es menos eficiente, ocupa más espacio(para los condensadores) y a la hora del tendido de tuberías tiene poco alcance; mientras que para un sistema VRV utiliza un compresor inverter el cual genera mayor

eficiencia, solo necesita un condensador y el tendido de tuberías es mayor al de un convencional.

- En contraste con la tesis “Diseño de un sistema de aire acondicionado de bajo costo de operación para las oficinas administrativas del cuarto piso del edificio de ingeniería USAT-Chiclayo”, (Rodas Gomez, 2018) de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo quien en su investigación muestra que a la hora del cálculo de la capacidad del equipo el incremento de carga es menor al nuestro por motivos de que en Chiclayo las condiciones exteriores son diferentes a la de Lima.
- De acuerdo con la tesis “Diseño de un sistema de aire acondicionado para un restaurante ubicado en la ciudad de Lima”, (Huanca Esquia, 2016) de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos quien en su investigación menciona que es de gran importancia saber qué tipo de actividad se va hacer en el ambiente a acondicionar ya que este dato puede ser esencial para los cálculos, aquí claramente se puede ver que la mayor aportación de calor es generado por el comensal (persona que viene a comer) el cual genera el 45.3% del calor total, teniendo en cuenta que el comensal genera mayor calor latente que sensible, para lo cual para su selección de equipo este repercutiría ya que en los equipos comerciales el calor latente es alrededor de un 25% de la capacidad total por lo cual esto lo llevo a usar des humificadores

6.3 Responsabilidad de ética de acuerdo a los reglamentos vigentes

El autor de la investigación se responsabiliza por la información emitida en el informe final de la Tesis titulada “**DISEÑO DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO DE 10 TON DE FLUJO DE REFRIGERANTE VARIABLE ENFRIADO POR AGUA PARA EL CONFORT DE LA OFICINA SIMPLEX GO**” de acuerdo a las normas y reglamentos vigentes de la Universidad Nacional del Callao

CONCLUSIONES

- a) En esta tesis se diseñó un sistema de aire acondicionado de 10 TON de flujo de refrigerante variable enfriado por agua el cual asegura el control de la temperatura y humedad relativa del aire en cada ambiente de la oficina Simplex Go para lograr el confort.
- b) Se determinó los parámetros térmicos con ayuda de los planos de arquitectura y la ubicación geográfica en los ambientes administrativos de Simplex Go para obtener la carga térmica en forma de calor sensible y latente en cada uno de los ambientes. Es importante resaltar que el cálculo realizado es para el día y la hora de mayor aporte de calor en cada ambiente.
- c) Se determinó la capacidad de enfriamiento de los equipos mediante las recomendaciones de ASHRAE Standard 62.1 y el proceso psicrométrico del manual de aire acondicionado de Carrier los cuales son importantes a la hora de seleccionar los equipos de enfriamiento. Con las renovaciones de aire recomendada se ve el incremento de forma considerable de la capacidad del equipo.
- d) Se seleccionó un sistema de desinfección de aire con ayuda de las características del evaporador seleccionado la cual permita controlar la propagación del Covid-19 en los ambientes a acondicionar, en la actualidad es indispensable un sistema de desinfección de aire debido al levantamiento de la cuarentena, en la cual las personas volverán a sus centros de labores y estarán más propensos a contagiar o contraer el virus en ambientes cerrados.

RECOMENDACIONES

- Programar los equipos de aire acondicionado para que trabaje en el rango de temperatura entre 22°C y 24°C.
- Las lámparas UV-C se tendrán que cambiar cada año.
- Se debe realizar mantenimiento preventivo cada 4 meses.
- Los evaporadores o unidades internas se controlarán por medio de termostatos, a los cuales se tendrá que instalar una caja protectora y programarse para que solo el personal autorizado pueda maniobrarlo.
- El sistema de alimentación eléctrica de los equipos tendrá que ser diseñado por un ingeniero eléctrico de manera que los conductores y llaves termo magnéticas cubran las capacidades adjuntas en las fichas.
- El circuito de interconexión de los equipos debe ser instalado por un técnico especialista en aire acondicionado con cable apantallado de 1.50 mm² de 2 líneas.
- Los puntos de drenaje tendrán que ser habilitado por el especialista en instalación sanitaria.
- Se debe dejar presurizado las tuberías de cobre por 24h a 250 PSI
- Se tiene que aislar con espuma elastómera de 3/4" de espesor como mínimo.
- Para las tuberías de refrigeración se debe utilizar tubería de cobre rígida, solo para la tubería de 1/4" es flexible.
- El cliente se encarga de la conexión de tubería sch-40 para el suministro y retorno del agua condensada hacia el condensador
- Para proteger el condensador se deben instalar filtro Y, Flow Switch, manómetro, termómetro y una válvula de servicio

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

90A, NFPA. Norma para la instalación de Aire Acondicionado y Sistemas de Ventilación.

ASHRAE. 2013. ASHRAE. 2013.

ASHRAE Fundamentals. 2013. 2013.

ASHRAE Handbook - Fundamentals. 2017. 2017.

ASHRAE Standard 62.1. 2007. 2007.

Bruno, Guerra Samaniego. 2013. *Diseño de un sistema de aire acondicionado con sistema de volumen de refrigerante variable.* Quito, Ecuador : s.n., 2013.

Carrier. 1980. *Manual de Aire Acondicionado.* Primera edición. Barcelona : MARCOMBO S.A., 1980.

Catalogo de sensores. Valmec. 2019. 2019.

Control de evaporadores. LG. 2018. 2018.

Cordova, Jose Naranjo y Gualotuña, Milton Gualotuña. 2015. *Diseño y construcción de un sistema de aire acondicionado tipo vrv para el laboratorio de transferencia de calor.* 2015.

Garcia Peres, Jose. 2020. *Termodinámica.* [En línea] 2020.
https://termodinamica.readthedocs.io/en/latest/vapores_acondicionamiento.html.

Huanca Esquia, Edgar Napoleon. 2016. *Diseño de un sistema de aire acondicionado para restaurante ubicado en la ciudad de Lima.* Peru, Lima : s.n., 2016.

Hurtado y Toro. 2005. *Paradigmas y métodos de investigación en tiempos de cambio.* 2005.

J., Dossat Roy. 1961. *Principios de la Refrigeración.* s.l. : Jhon Wiley & Sons, 1961.

Multi V. LG. 2018. 2018.

Normas APA 2017. American Psychological Association. 2017. Mexico : El Manual Moderno, 2017.

Pizzetti, C. 1971. *Acondicionamiento de aire y refrigeración.* Primera edición. s.l. : Bellisco, 1971.

Reglamento Nacion de Edificacion. MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO. 2012. Lima : s.n., 2012.

Rodas Gomez, Franco Antonio German. 2018. *Diseño de un sistema de aire acondicionado de bajo costo de operación para las oficinas administrativas del cuarto piso del edificio de Ingeniería USAT-Chiclayo.* 2018.

Sampieri, Roberto Hernandez. 2014. *Metodología de la investigación.* 2014.

Segovia, Lic. Marisa Jiménez de. 2021. *Mundo HVAC.* [En línea] 2021.
<https://www.mundohvacr.com.mx/2009/07/aerotransporte-de-patogenos/>.

Sensor de flujo. **Danfoss. 2020.** 2020.

Sensor de presión. **abs case bronze tube brass socket. 2020.** 2020.

Sistema de desinfección de aire. **Grupo Kalma. 2021.** 2021.

Sistema de Desinfección de aire. **Grupo Kalma. 2019.** 2019.

System and Equipments. **ASHRAE. 2013.** 2013.

Torroval Cooling. 2021. Calor y Frio. [En línea] 2021.

<https://www.caloryfrio.com/refrigeracion-frio/que-es-torre-de-refrigeracion-enfriamiento-funcionamiento-seguridad.html>.

Transferencia de Calor y Masa. **Cengel Yunus A. y Ghajar Afshin J. 2011.** Houston : McGraw-Hill Interamericana, 2011.

Velázquez, R. Cálculo de Carga y Demanda Térmica. *DTIE 7.01.*

ANEXOS

Anexo 1 Matriz de consistencia

| Título: "DISEÑO DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO DE 10 TON DE FLUJO DE REFRIGERANTE VARIABLE ENFRIADO POR AGUA PARA EL CONFORT DE LA OFICINA SIMPLEX GO" | | | | | | | |
|---|--|---|--|---------------------|--|--|--|
| Problema | Objetivo | Hipótesis | Variable | Dimensiones | Indicadores | Metodología | Técnicas - Instrumentos |
| General | | | | | | | |
| ¿Cómo diseñar un sistema de aire acondicionado de 10 TON de flujo de refrigerante variable enfriado por agua que permita el confort de la oficina Simplex Go? | Diseñar un sistema de aire acondicionado de 10 TON de flujo de refrigerante variable enfriado por agua que permita el confort en la oficina simplex Go | Con el diseño de un sistema de aire acondicionado de 10 TON de flujo de refrigerante variable enfriado por agua se logrará el confort de la oficina Simplex Go. | V.I: Diseño de un Sistema de aire acondicionado de 10 ton de flujo de refrigerante variado enfriado por agua. V.D: Confort de la oficina simplex Go | Carga térmica | -Ubicación geográfica -Estructura del edificio -Potencia eléctrica de iluminación -Aforo -Características de los ambientes | Tipo: tecnológico | Documental: •Plano de arquitectura |
| | | | | Capacidad de equipo | -Temperatura y humedad de diseño -Caudal de aire fresco -Factor de sensibilidad -Proceso Psicométrico | | |
| Específicos | | | | | | | |
| ¿Cómo determinar los parámetros térmicos en los ambientes administrativos de Simplex Go que permita obtener la carga térmica? | Determinar los parámetros térmicos en los ambientes administrativos de Simplex Go para obtener la carga térmica | Con la determinación de los parámetros térmicos en los ambientes administrativos de Simplex Go se obtendrá la carga térmica | | | | No experimental | •Reglamento nacional de edificaciones •Fichas técnicas de equipos de aire acondicionado |
| ¿Cómo determinar la capacidad de enfriamiento de los equipos que permita su selección? | Determinar la capacidad de enfriamiento de los equipos para su selección | Con la determinación de la capacidad de enfriamiento se seleccionarán correctamente los equipos. | | | | | |
| ¿Cómo seleccionar un sistema de desinfección de aire para controlar la propagación del Covid-19 en los ambientes acondicionados? | Seleccionar un sistema de desinfección de aire para controlar la propagación del Covid-19 en los ambientes acondicionados | Con la selección un sistema de desinfección de aire se controlará la propagación del Covid-19 en los ambientes acondicionados | | Confort | <ul style="list-style-type: none"> • Temperatura • Humedad relativa | Analítico lógico deductivo con enfoque sistémico | •Manual de aire acondicionado Carrier y manual ASHRAE |

Anexo 2 Temperatura y humedad relativa de Lima-Callao.

2017 ASHRAE Handbook - Fundamentals (IP)

© 2017 ASHRAE, Inc.

LIMA CALLAO INTL, Peru

WMCR: 846280

Lat: 12.022S Long: 77.114W Elev: 113 StdP: 14.64 Time Zone: -5.00 (CAC) Period: 90-14 WBAN: 99999

| Annual Heating and Humidification Design Conditions | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------------------|-----------------|-------------------------------|-------|--------------------|------|--|---------------------|-----------------------|------|------------|----------------------|-----------------------|------|----------------|
| Coldest Month | Heating DB | | Humidification DP/MCDB and HR | | | | | | Coldest month WS/MCDB | | | | MCWS/PCWD to 99.6% DB | | |
| | 99.6% | 99% | 99.6% | | | 99% | | | 0.4% | | 1% | | MCWS | PCWD | |
| | (a) | (b) | DP | HR | MCDB | DP | HR | MCDB | WS | MCDB | WS | MCDB | | | (n) |
| (1) 8 | 57.2 | 58.0 | 53.3 | 60.6 | 60.6 | 53.6 | 61.4 | 60.4 | 17.7 | 65.9 | 16.0 | 64.7 | 4.3 | 170 | |
| Annual Cooling, Dehumidification, and Enthalpy Design Conditions | | | | | | | | | | | | | | | |
| Hottest Month | Hottest Month DB Range | Cooling DB/MCWB | | | | | | Evaporation WB/MCDB | | | | MCWS/PCWD to 0.4% DB | | | |
| | | 0.4% | | 1% | | 2% | | 0.4% | | 1% | | 2% | | MCWS | PCWD |
| | | DB | MCWB | DB | MCWB | DB | MCWB | WB | MCDB | WB | MCDB | WB | MCDB | | |
| (2) 2 | 11.4 | 83.9 | 72.9 | 82.0 | 72.0 | 80.4 | 71.5 | 74.4 | 81.0 | 73.1 | 79.9 | 72.0 | 78.6 | 11.0 | 190 |
| Dehumidification DP/MCDB and HR | | | | | | | | | | | | | | | |
| DP | 0.4% | | 1% | | | 2% | | | 0.4% | | 1% | | 2% | | Extreme Max WB |
| | HR | MCDB | DP | HR | MCDB | DP | HR | MCDB | Enth | MCDB | Enth | MCDB | Enth | MCDB | |
| | (a) | (b) | (c) | (d) | (e) | (f) | (g) | (h) | (i) | (j) | (k) | (l) | (m) | (n) | |
| (3) 71.9 | 118.5 | 79.4 | 70.2 | 111.7 | 77.4 | 69.7 | 109.7 | 76.7 | 38.1 | 80.2 | 36.8 | 80.1 | 35.8 | 79.4 | 78.4 |
| Extreme Annual Design Conditions | | | | | | | | | | | | | | | |
| Extreme Annual WS | | | Extreme Annual Temperature | | | | n-Year Return Period Values of Extreme Temperature | | | | | | | | |
| 1% | 2.5% | 5% | Mean | | Standard Deviation | | n=5 years | | n=10 years | | n=20 years | | n=50 years | | |
| (n) | (o) | (p) | Min | Max | Min | Max | Min | Max | Min | Max | Min | Max | Min | Max | |
| (4) 17.7 | 15.7 | 14.1 | DB | 55.7 | 86.3 | 2.9 | 2.1 | 53.6 | 87.8 | 51.9 | 89.1 | 50.3 | 90.3 | 48.1 | 91.8 |
| (5) | | | WB | 53.9 | 74.7 | 2.9 | 1.5 | 51.8 | 75.8 | 50.1 | 76.7 | 48.5 | 77.6 | 46.4 | 78.7 |
| Monthly Climate Design Conditions | | | | | | | | | | | | | | | |
| Temperatures, Degree-Days and Degree-Hours | Annual | DBAvg | 67.9 | 73.6 | 75.0 | 74.2 | 70.6 | 67.1 | 64.7 | 63.5 | 62.6 | 63.0 | 64.3 | 67.0 | 70.3 |
| | | DBStd | 5.13 | 2.50 | 2.34 | 2.72 | 2.95 | 3.09 | 3.39 | 3.10 | 2.50 | 2.42 | 2.09 | 2.27 | 2.45 |
| | HDD | HDD50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | HDD65 | 327 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 | 46 | 69 | 84 | 70 | 37 | 7 | 0 |
| | | CDD50 | 6550 | 732 | 700 | 749 | 619 | 530 | 441 | 417 | 391 | 390 | 444 | 509 | 628 |
| | | CDD65 | 1402 | 267 | 280 | 284 | 169 | 79 | 37 | 21 | 10 | 10 | 16 | 66 | 163 |
| | | CDHT4 | 3902 | 875 | 1184 | 1104 | 357 | 80 | 28 | 17 | 6 | 6 | 3 | 24 | 218 |
| CDH80 | 401 | 74 | 141 | 146 | 28 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | | |
| Wind | WSAvg | 7.2 | 8.7 | 7.8 | 7.3 | 6.8 | 6.3 | 5.9 | 6.2 | 6.5 | 7.1 | 7.4 | 8.0 | 8.5 | |
| | PrecAvg | 0.40 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| | PrecMax | 0.60 | 0.10 | 0.10 | 0.20 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.20 | 0.20 | 0.00 | 0.20 | 0.10 | |
| | PrecMin | 0.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| Monthly Design Dry Bulb and Mean Coincident Wet Bulb Temperatures | 0.4% | DB | 85.6 | 86.2 | 86.1 | 83.0 | 79.2 | 77.4 | 76.8 | 74.9 | 74.9 | 73.5 | 77.0 | 81.0 | |
| | | MCWB | 74.9 | 75.1 | 74.1 | 72.2 | 69.2 | 68.0 | 67.4 | 66.9 | 66.9 | 65.3 | 67.6 | 71.5 | |
| | 2% | DB | 82.0 | 83.1 | 83.9 | 80.1 | 76.0 | 73.5 | 71.8 | 70.2 | 70.1 | 71.2 | 73.8 | 78.4 | |
| | | MCWB | 71.8 | 72.5 | 73.0 | 70.8 | 67.6 | 65.9 | 65.2 | 64.7 | 64.1 | 63.9 | 65.7 | 69.7 | |
| | 5% | DB | 80.2 | 81.8 | 81.2 | 77.4 | 73.6 | 71.5 | 69.8 | 67.9 | 68.2 | 69.4 | 72.0 | 76.5 | |
| | | MCWB | 71.3 | 72.1 | 71.9 | 69.3 | 66.5 | 65.4 | 63.8 | 62.2 | 62.5 | 62.9 | 64.9 | 68.5 | |
| 10% | DB | 78.6 | 80.3 | 79.2 | 75.6 | 71.7 | 69.5 | 67.6 | 65.9 | 66.4 | 67.9 | 71.2 | 75.0 | | |
| | MCWB | 70.8 | 71.7 | 70.9 | 68.6 | 65.8 | 63.9 | 62.0 | 60.4 | 61.2 | 62.2 | 64.6 | 67.8 | | |

ASHRAE Handbook – Fundamentals

Anexo 3 Condiciones de proyecto recomendadas para ambiente interior

| TIPO DE APLICACIÓN | VERANO | | | | | INVIERNO | | | | |
|--|-----------------------|-------------|-----------------------|-------------|---------------------------------|-----------------------|---------------|----------------------------------|-----------------------|----------------------------------|
| | DE LUJO | | PRÁCTICA COMERCIAL | | | CON HUMECTACIÓN | | | SIN HUMECTACIÓN | |
| | Temperatura seca (°C) | Húm. rel. % | Temperatura seca (°C) | Húm. rel. % | Variación de temperatura (°C)** | Temperatura seca (°C) | Húm. rel. % | Variación de temperatura (°C)*** | Temperatura seca (°C) | Variación de temperatura (°C)*** |
| CONFORT GENERAL Apartamentos, 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 peluquero, Grandes almacenes, Supermercados, etc. | 24-25 | 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 térmica elevada) Auditorio, Iglesia, Bar, Restaurante, Cocina, etc. | 24-25 | 55-50 | 26-27 | 50-50 | 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 | 50-50 | 2 a 3 | 20-22 | 35-30 | - 2 a - 3 | 21-23 | - 3 |

- * La temperatura seca de proyecto para el ambiente interior debería ser reducida cuando hay paneles radiantes calientes, adyacentes a los ocupantes, o incrementada cuando aquéllos son fríos, a fin de compensar el incremento o disminución con el calor radiante intercambiado desde el cuerpo. Un panel frío o caliente puede ser un cristal sin sombras o muros exteriores acristalados (calientes en verano, fríos en invierno), o tabiques delgados con espacios adyacentes calientes o fríos. Un suelo directamente sobre tierra y muros por debajo del nivel del suelo son paneles fríos durante el invierno y con frecuencia también durante el verano. Tanques calientes, hogares y máquinas son paneles calientes.
- ** La variación de temperatura es por encima de la posición del termostato durante la máxima carga térmica en verano.
- *** La variación de temperatura es por debajo de la posición del termostato durante la máxima carga térmica en invierno (sin luces, ocupantes o aportaciones solares).
- **** La humectación durante el invierno se recomienda para tiendas de confección, para conservar la calidad del género.

(Carrier, 1980)

Anexo 4 Máxima aportaciones solares a través de cristal sencillo

kcal/ (hora) (m²)

| LATITUD NORTE | MES | ORIENTACIÓN (LATITUD NORTE) | | | | | | | | | MES | LATITUD SUR |
|---------------------------|----------------|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------|---|-------------|
| | | N** | NE | E | SE | S | SO | O | NO | Horiz. | | |
| 0° | Junio | 160 | 423 | 398 | 113 | 38 | 113 | 398 | 423 | 612 | Diciembre Nov. y Enero Oct. y Febrero Sept. y Marzo Agosto y Abril Julio y Mayo Junio | 0° |
| | Julio y Mayo | 130 | 414 | 412 | 141 | 38 | 141 | 412 | 414 | 631 | | |
| | Agosto y Abril | 67 | 382 | 442 | 214 | 38 | 214 | 442 | 382 | 664 | | |
| | Sept. y Marzo | 27 | 320 | 452 | 320 | 38 | 320 | 452 | 320 | 678 | | |
| | Oct. y Febrero | 27 | 214 | 442 | 382 | 92 | 382 | 442 | 214 | 664 | | |
| | Nov. y Enero | 27 | 141 | 412 | 414 | 181 | 414 | 412 | 141 | 631 | | |
| | Diciembre | 27 | 113 | 398 | 423 | 222 | 423 | 398 | 113 | 612 | | |
| 10° | Junio | 108 | 414 | 420 | 149 | 38 | 149 | 420 | 414 | 659 | Diciembre Nov. y Enero Oct. y Febrero Sept. y Marzo Agosto y Abril Julio y Mayo Junio | 10° |
| | Julio y Mayo | 81 | 401 | 428 | 179 | 38 | 179 | 428 | 401 | 669 | | |
| | Agosto y Abril | 35 | 352 | 442 | 254 | 38 | 254 | 442 | 352 | 678 | | |
| | Sept. y Marzo | 27 | 279 | 444 | 344 | 75 | 344 | 444 | 279 | 669 | | |
| | Oct. y Febrero | 27 | 179 | 420 | 404 | 198 | 404 | 420 | 179 | 623 | | |
| | Nov. y Enero | 24 | 100 | 387 | 436 | 287 | 273 | 387 | 100 | 569 | | |
| | Diciembre | 24 | 75 | 371 | 442 | 324 | 442 | 371 | 75 | 547 | | |
| 20° | Junio | 70 | 417 | 433 | 198 | 38 | 198 | 433 | 417 | 678 | Diciembre Nov. y Enero Oct. y Febrero Sept. y Marzo Agosto y Abril Julio y Mayo Junio | 20° |
| | Julio y Mayo | 51 | 374 | 442 | 230 | 38 | 230 | 442 | 374 | 680 | | |
| | Agosto y Abril | 29 | 320 | 447 | 306 | 70 | 306 | 447 | 320 | 669 | | |
| | Sept. y Marzo | 27 | 235 | 442 | 379 | 176 | 379 | 442 | 235 | 631 | | |
| | Oct. y Febrero | 24 | 141 | 398 | 433 | 301 | 433 | 398 | 141 | 564 | | |
| | Nov. y Enero | 21 | 70 | 347 | 444 | 382 | 444 | 347 | 70 | 488 | | |
| | Diciembre | 21 | 48 | 328 | 452 | 404 | 452 | 328 | 48 | 461 | | |
| 30° | Junio | 54 | 377 | 436 | 244 | 57 | 244 | 436 | 377 | 678 | Diciembre Nov. y Enero Oct. y Febrero Sept. y Marzo Agosto y Abril Julio y Mayo Junio | 30° |
| | Julio y Mayo | 43 | 355 | 444 | 271 | 81 | 271 | 444 | 355 | 667 | | |
| | Agosto y Abril | 29 | 292 | 447 | 349 | 170 | 349 | 447 | 292 | 637 | | |
| | Sept. y Marzo | 24 | 244 | 428 | 412 | 284 | 412 | 428 | 244 | 574 | | |
| | Oct. y Febrero | 21 | 105 | 366 | 442 | 393 | 442 | 366 | 105 | 485 | | |
| | Nov. y Enero | 19 | 43 | 314 | 439 | 431 | 439 | 314 | 43 | 393 | | |
| | Diciembre | 16 | 32 | 284 | 439 | 442 | 439 | 284 | 32 | 355 | | |
| 40° | Junio | 46 | 360 | 439 | 301 | 146 | 301 | 439 | 360 | 642 | Diciembre Nov. y Enero Oct. y Febrero Sept. y Marzo Agosto y Abril Julio y Mayo Junio | 40° |
| | Julio y Mayo | 40 | 344 | 444 | 339 | 187 | 339 | 444 | 344 | 631 | | |
| | Agosto y Abril | 29 | 276 | 439 | 395 | 276 | 396 | 439 | 276 | 580 | | |
| | Sept. y Marzo | 24 | 157 | 404 | 439 | 379 | 439 | 404 | 157 | 496 | | |
| | Oct. y Febrero | 19 | 94 | 330 | 442 | 439 | 442 | 330 | 94 | 349 | | |
| | Nov. y Enero | 13 | 32 | 271 | 423 | 490 | 423 | 271 | 32 | 279 | | |
| | Diciembre | 13 | 27 | 233 | 401 | 447 | 401 | 233 | 27 | 230 | | |
| 50° | Junio | 43 | 341 | 444 | 366 | 252 | 366 | 444 | 341 | 596 | Diciembre Nov. y Enero Oct. y Febrero Sept. y Marzo Agosto y Abril Julio y Mayo Junio | 50° |
| | Julio y Mayo | 38 | 317 | 442 | 387 | 287 | 387 | 442 | 317 | 572 | | |
| | Agosto y Abril | 29 | 254 | 428 | 423 | 374 | 423 | 428 | 254 | 501 | | |
| | Sept. y Marzo | 21 | 157 | 374 | 442 | 428 | 442 | 374 | 157 | 401 | | |
| | Oct. y Febrero | 13 | 78 | 284 | 425 | 452 | 425 | 284 | 78 | 254 | | |
| | Nov. y Enero | 10 | 24 | 173 | 344 | 414 | 344 | 173 | 24 | 143 | | |
| | Diciembre | 8 | 19 | 127 | 314 | 382 | 314 | 127 | 19 | 108 | | |
| | | S | SE | E | NE | N | NO | O | SO | Horiz. | | |
| ORIENTACIÓN (LATITUD SUR) | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | |
|---------------------------|--|-------------------------|------------------------------|---|--|-----------------------------------|
| Coeficiente de corrección | Marco múltiple o ningún marco × 1,0,85 ó 1,17 | Limpieza - 15 % máx. | Altitud + 0,7 % por 300 m | Punto de rocío superior a 18,5° C - 5 % por 4° C | Punto de rocío inferior a 18,5° C + 5 % por 14° C | Latitud Sur Dic. o Enero + 7 % |
|---------------------------|--|-------------------------|------------------------------|---|--|-----------------------------------|

* Valores extraídos de la Tabla 15.

** Las aportaciones para los cristales orientados al norte (Latitud Norte) o al sur (Latitud Sur) se constituyen principalmente de radiación difusa, la cual es sensiblemente constante durante todo el día. Los valores indicados son promedios tomados sobre 12 horas (de 6 a 18 horas). Los factores de almacenamiento en las Tablas 7 hasta 11 suponen que las aportaciones solares sobre orientaciones Norte (o Sur) son constantes, y se emplean en consecuencia los mismos factores que para el valor lumínico.

(Carrier, 1980)

Anexo 4 Máxima aportaciones solares a través de cristal sencillo

| 0° | | HORA SOLAR | | | | | | | | | | | | | | 0° | | |
|--------------------------------|-------------|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------|--------------------------------|------------|----|
| 0° LATITUD NORTE | | | | | | | | | | | | | | | | 0° LATITUD SUR | | |
| Época | Orientación | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | Orientación | Época | | |
| 21 Julio | N | 0 | 122 | 176 | 203 | 211 | 217 | 222 | 217 | 211 | 200 | 176 | 122 | 0 | S | 22 Diciembre | | |
| | NE | 0 | 322 | 433 | 417 | 340 | 267 | 143 | 54 | 38 | 35 | 29 | 16 | 0 | | | SE | |
| | E | 0 | 314 | 398 | 364 | 252 | 116 | 38 | 38 | 38 | 35 | 29 | 16 | 0 | | | E | |
| | SE | 0 | 100 | 112 | 73 | 40 | 38 | 38 | 38 | 38 | 35 | 29 | 16 | 0 | | | NE | |
| | S | 0 | 16 | 29 | 35 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 35 | 29 | 16 | 0 | | | H | |
| | SO | 0 | 16 | 29 | 35 | 38 | 38 | 38 | 38 | 40 | 73 | 113 | 103 | 0 | | | NO | |
| 22 Julio y 21 Mayo | O | 0 | 16 | 29 | 35 | 38 | 38 | 38 | 116 | 257 | 364 | 328 | 314 | 0 | O | 21 Enero y 21 Noviembre | | |
| | NO | 0 | 16 | 29 | 35 | 38 | 38 | 38 | 143 | 267 | 363 | 417 | 483 | 322 | | | 0 | SO |
| | Horizontal | 0 | 75 | 235 | 308 | 518 | 588 | 612 | 588 | 518 | 298 | 235 | 75 | 0 | | | Horizontal | |
| | N | 0 | 100 | 146 | 165 | 176 | 179 | 181 | 179 | 176 | 160 | 146 | 100 | 0 | | | S | |
| | NE | 0 | 329 | 414 | 406 | 336 | 233 | 116 | 43 | 38 | 35 | 29 | 16 | 0 | | | | SE |
| | E | 0 | 338 | 416 | 377 | 255 | 115 | 38 | 38 | 38 | 35 | 29 | 16 | 0 | | | | E |
| SE | 0 | 124 | 141 | 97 | 48 | 38 | 38 | 38 | 38 | 35 | 29 | 16 | 0 | NE | | | | |
| S | 0 | 16 | 29 | 35 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 35 | 29 | 16 | 0 | N | | | | |
| SO | 0 | 16 | 29 | 35 | 38 | 38 | 38 | 38 | 48 | 97 | 161 | 124 | 0 | NO | | | | |
| 24 Agosto y 20 Abril | O | 0 | 16 | 29 | 35 | 38 | 38 | 38 | 116 | 260 | 377 | 422 | 328 | 0 | O | 20 Febrero y 23 Octubre | | |
| | NO | 0 | 16 | 29 | 35 | 38 | 38 | 38 | 116 | 233 | 336 | 406 | 414 | 300 | | | 0 | SO |
| | Horizontal | 0 | 78 | 246 | 459 | 528 | 625 | 633 | 624 | 528 | 409 | 323 | 94 | 0 | | | Horizontal | |
| | N | 0 | 46 | 75 | 84 | 89 | 92 | 92 | 89 | 84 | 75 | 46 | 0 | S | | | | |
| | NE | 0 | 289 | 382 | 360 | 276 | 165 | 65 | 38 | 38 | 35 | 32 | 16 | | | | 0 | SE |
| | E | 0 | 349 | 442 | 401 | 279 | 135 | 38 | 38 | 38 | 35 | 32 | 16 | | | | 0 | E |
| SE | 0 | 181 | 214 | 176 | 94 | 41 | 38 | 38 | 38 | 35 | 32 | 16 | 0 | | NE | | | |
| S | 0 | 16 | 32 | 35 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 35 | 32 | 16 | 0 | | N | | | |
| SO | 0 | 16 | 32 | 35 | 38 | 38 | 38 | 40 | 84 | 176 | 214 | 181 | 0 | | NO | | | |
| 22 Septiembre y 22 Marzo | O | 0 | 16 | 32 | 35 | 38 | 38 | 38 | 116 | 279 | 401 | 442 | 349 | 0 | O | 22 Marzo y 22 Septiembre | | |
| | NO | 0 | 16 | 32 | 35 | 38 | 38 | 38 | 116 | 236 | 346 | 382 | 298 | 0 | | | SO | |
| | Horizontal | 0 | 84 | 265 | 436 | 558 | 634 | 654 | 634 | 558 | 406 | 265 | 84 | 0 | | | Horizontal | |
| | N | 0 | 16 | 32 | 35 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 35 | 32 | 16 | 0 | | | S | |
| | NE | 0 | 257 | 329 | 273 | 184 | 84 | 38 | 38 | 38 | 35 | 32 | 16 | 0 | | | | SE |
| | E | 0 | 365 | 457 | 409 | 280 | 127 | 38 | 38 | 38 | 35 | 32 | 16 | 0 | | | | E |
| SE | 0 | 257 | 329 | 273 | 184 | 84 | 38 | 38 | 38 | 35 | 32 | 16 | 0 | NE | | | | |
| S | 0 | 16 | 32 | 35 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 35 | 32 | 16 | 0 | N | | | | |
| SO | 0 | 16 | 32 | 35 | 38 | 38 | 38 | 84 | 184 | 273 | 329 | 257 | 0 | NO | | | | |
| 23 Octubre y 20 Febrero | O | 0 | 16 | 32 | 35 | 38 | 38 | 38 | 124 | 279 | 401 | 442 | 349 | 0 | O | 20 Abril y 24 Agosto | | |
| | NO | 0 | 16 | 32 | 35 | 38 | 38 | 38 | 124 | 236 | 346 | 382 | 298 | 0 | | | SO | |
| | Horizontal | 0 | 84 | 263 | 406 | 550 | 634 | 654 | 634 | 553 | 406 | 263 | 84 | 0 | | | Horizontal | |
| | N | 0 | 16 | 32 | 35 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 35 | 32 | 16 | 0 | | | S | |
| | NE | 0 | 181 | 214 | 176 | 94 | 40 | 38 | 38 | 38 | 35 | 32 | 16 | 0 | | | | SE |
| | E | 0 | 289 | 442 | 401 | 279 | 134 | 38 | 38 | 38 | 35 | 32 | 16 | 0 | | | | E |
| SE | 0 | 298 | 382 | 360 | 276 | 165 | 65 | 38 | 38 | 35 | 32 | 16 | 0 | NE | | | | |
| S | 0 | 16 | 32 | 35 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 35 | 32 | 16 | 0 | N | | | | |
| SO | 0 | 16 | 32 | 35 | 38 | 38 | 38 | 85 | 165 | 276 | 360 | 382 | 298 | 0 | NO | | | |
| 21 Noviembre y 21 Enero | O | 0 | 16 | 29 | 35 | 38 | 38 | 38 | 116 | 260 | 377 | 417 | 328 | 0 | O | 21 Mayo y 23 Julio | | |
| | NO | 0 | 16 | 29 | 35 | 38 | 38 | 38 | 116 | 233 | 336 | 406 | 414 | 300 | | | 0 | SO |
| | Horizontal | 0 | 78 | 245 | 459 | 528 | 624 | 631 | 624 | 528 | 409 | 346 | 78 | 0 | | | Horizontal | |
| | N | 0 | 124 | 141 | 97 | 48 | 38 | 38 | 38 | 38 | 35 | 29 | 16 | 0 | | | S | |
| | NE | 0 | 328 | 412 | 377 | 267 | 116 | 38 | 38 | 38 | 35 | 29 | 16 | 0 | | | | SE |
| | E | 0 | 329 | 414 | 398 | 336 | 233 | 116 | 43 | 38 | 35 | 29 | 16 | 0 | | | | E |
| SE | 0 | 329 | 414 | 398 | 336 | 233 | 116 | 43 | 38 | 35 | 29 | 16 | 0 | NE | | | | |
| S | 0 | 100 | 112 | 73 | 40 | 38 | 38 | 38 | 38 | 35 | 29 | 16 | 0 | N | | | | |
| SO | 0 | 16 | 29 | 35 | 38 | 38 | 38 | 38 | 223 | 356 | 406 | 414 | 320 | 0 | NO | | | |
| 22 Diciembre | O | 0 | 16 | 29 | 35 | 38 | 38 | 38 | 116 | 260 | 377 | 417 | 328 | 0 | O | 21 Junio | | |
| | NO | 0 | 16 | 29 | 35 | 38 | 38 | 38 | 116 | 233 | 336 | 406 | 414 | 322 | | | 0 | SO |
| | Horizontal | 0 | 75 | 235 | 308 | 518 | 588 | 612 | 588 | 518 | 298 | 235 | 75 | 0 | | | Horizontal | |
| | N | 0 | 16 | 29 | 35 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 35 | 29 | 16 | 0 | | | S | |
| | NE | 0 | 100 | 112 | 73 | 40 | 38 | 38 | 38 | 38 | 35 | 29 | 16 | 0 | | | | SE |
| | E | 0 | 314 | 398 | 364 | 252 | 116 | 38 | 38 | 38 | 35 | 29 | 16 | 0 | | | | E |
| SE | 0 | 322 | 433 | 417 | 340 | 267 | 143 | 54 | 38 | 35 | 29 | 16 | 0 | NE | | | | |
| S | 0 | 122 | 176 | 203 | 211 | 217 | 222 | 217 | 211 | 200 | 176 | 122 | 0 | N | | | | |
| SO | 0 | 16 | 29 | 35 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 35 | 29 | 16 | 0 | NO | | | | |

| | | | | | | |
|--------------|---|----------------------------------|------------------------------|---|---|-----------------------------------|
| Correcciones | Marco metélico o según marco + 1,0,85 o 1,17 | Defecto de limpieza 15 % máx. | Altitud + 0,7 % por 300 m | Punto de rocío superior a 10,5° C - 14 % por 10° C | Punto de rocío superior a 10,5° C + 14 % por 10° C | Latitud sur Dic. o Enero + 7 % |
|--------------|---|----------------------------------|------------------------------|---|---|-----------------------------------|

Valores subrayados-máximos mensuales

Valores encuadrados-máximos anuales

(Carrier, 1980)

Anexo 4 Máxima aportaciones solares a través de cristal sencillo

10°

10°

| 0° LATITUD NOROCC. | | HORA SOLAR | | | | | | | | | | | | | | LATITUD SUR | |
|--------------------|-------------|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-------------|---------------|--|
| Estado | Orientación | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | Orientación | Estado | |
| 21 Junio | N | 21 | 115 | 135 | 127 | 119 | 110 | 101 | 930 | 170 | 122 | 125 | 119 | 5 | N | 21 Septiembre | |
| | NE | 148 | 335 | 418 | 379 | 307 | 220 | 75 | 28 | 35 | 31 | 29 | 21 | 5 | SE | | |
| | E | 148 | 362 | 420 | 372 | 295 | 111 | 26 | 30 | 30 | 25 | 22 | 21 | 5 | NE | | |
| | SO | 10 | 102 | 148 | 116 | 67 | 38 | 38 | 38 | 35 | 33 | 29 | 21 | 5 | NO | | |
| 22 Julio | N | 21 | 115 | 135 | 127 | 119 | 110 | 101 | 930 | 170 | 122 | 125 | 119 | 5 | N | 21 Agosto | |
| | NE | 148 | 335 | 418 | 379 | 307 | 220 | 75 | 28 | 35 | 31 | 29 | 21 | 5 | SE | | |
| | E | 148 | 362 | 420 | 372 | 295 | 111 | 26 | 30 | 30 | 25 | 22 | 21 | 5 | NE | | |
| | SO | 10 | 102 | 148 | 116 | 67 | 38 | 38 | 38 | 35 | 33 | 29 | 21 | 5 | NO | | |
| 21 Mayo | N | 21 | 115 | 135 | 127 | 119 | 110 | 101 | 930 | 170 | 122 | 125 | 119 | 5 | N | 21 Noviembre | |
| | NE | 148 | 335 | 418 | 379 | 307 | 220 | 75 | 28 | 35 | 31 | 29 | 21 | 5 | SE | | |
| | E | 148 | 362 | 420 | 372 | 295 | 111 | 26 | 30 | 30 | 25 | 22 | 21 | 5 | NE | | |
| | SO | 10 | 102 | 148 | 116 | 67 | 38 | 38 | 38 | 35 | 33 | 29 | 21 | 5 | NO | | |
| 20 Abril | N | 21 | 115 | 135 | 127 | 119 | 110 | 101 | 930 | 170 | 122 | 125 | 119 | 5 | N | 20 Febrero | |
| | NE | 148 | 335 | 418 | 379 | 307 | 220 | 75 | 28 | 35 | 31 | 29 | 21 | 5 | SE | | |
| | E | 148 | 362 | 420 | 372 | 295 | 111 | 26 | 30 | 30 | 25 | 22 | 21 | 5 | NE | | |
| | SO | 10 | 102 | 148 | 116 | 67 | 38 | 38 | 38 | 35 | 33 | 29 | 21 | 5 | NO | | |
| 22 Septiembre | N | 21 | 115 | 135 | 127 | 119 | 110 | 101 | 930 | 170 | 122 | 125 | 119 | 5 | N | 22 Marzo | |
| | NE | 148 | 335 | 418 | 379 | 307 | 220 | 75 | 28 | 35 | 31 | 29 | 21 | 5 | SE | | |
| | E | 148 | 362 | 420 | 372 | 295 | 111 | 26 | 30 | 30 | 25 | 22 | 21 | 5 | NE | | |
| | SO | 10 | 102 | 148 | 116 | 67 | 38 | 38 | 38 | 35 | 33 | 29 | 21 | 5 | NO | | |
| 20 Agosto | N | 21 | 115 | 135 | 127 | 119 | 110 | 101 | 930 | 170 | 122 | 125 | 119 | 5 | N | 20 Octubre | |
| | NE | 148 | 335 | 418 | 379 | 307 | 220 | 75 | 28 | 35 | 31 | 29 | 21 | 5 | SE | | |
| | E | 148 | 362 | 420 | 372 | 295 | 111 | 26 | 30 | 30 | 25 | 22 | 21 | 5 | NE | | |
| | SO | 10 | 102 | 148 | 116 | 67 | 38 | 38 | 38 | 35 | 33 | 29 | 21 | 5 | NO | | |
| 22 Septiembre | N | 21 | 115 | 135 | 127 | 119 | 110 | 101 | 930 | 170 | 122 | 125 | 119 | 5 | N | 22 Mayo | |
| | NE | 148 | 335 | 418 | 379 | 307 | 220 | 75 | 28 | 35 | 31 | 29 | 21 | 5 | SE | | |
| | E | 148 | 362 | 420 | 372 | 295 | 111 | 26 | 30 | 30 | 25 | 22 | 21 | 5 | NE | | |
| | SO | 10 | 102 | 148 | 116 | 67 | 38 | 38 | 38 | 35 | 33 | 29 | 21 | 5 | NO | | |
| 20 Octubre | N | 21 | 115 | 135 | 127 | 119 | 110 | 101 | 930 | 170 | 122 | 125 | 119 | 5 | N | 20 Abril | |
| | NE | 148 | 335 | 418 | 379 | 307 | 220 | 75 | 28 | 35 | 31 | 29 | 21 | 5 | SE | | |
| | E | 148 | 362 | 420 | 372 | 295 | 111 | 26 | 30 | 30 | 25 | 22 | 21 | 5 | NE | | |
| | SO | 10 | 102 | 148 | 116 | 67 | 38 | 38 | 38 | 35 | 33 | 29 | 21 | 5 | NO | | |
| 21 Noviembre | N | 21 | 115 | 135 | 127 | 119 | 110 | 101 | 930 | 170 | 122 | 125 | 119 | 5 | N | 21 Agosto | |
| | NE | 148 | 335 | 418 | 379 | 307 | 220 | 75 | 28 | 35 | 31 | 29 | 21 | 5 | SE | | |
| | E | 148 | 362 | 420 | 372 | 295 | 111 | 26 | 30 | 30 | 25 | 22 | 21 | 5 | NE | | |
| | SO | 10 | 102 | 148 | 116 | 67 | 38 | 38 | 38 | 35 | 33 | 29 | 21 | 5 | NO | | |
| 21 Febrero | N | 21 | 115 | 135 | 127 | 119 | 110 | 101 | 930 | 170 | 122 | 125 | 119 | 5 | N | 21 Junio | |
| | NE | 148 | 335 | 418 | 379 | 307 | 220 | 75 | 28 | 35 | 31 | 29 | 21 | 5 | SE | | |
| | E | 148 | 362 | 420 | 372 | 295 | 111 | 26 | 30 | 30 | 25 | 22 | 21 | 5 | NE | | |
| | SO | 10 | 102 | 148 | 116 | 67 | 38 | 38 | 38 | 35 | 33 | 29 | 21 | 5 | NO | | |

Valores corresponden a máxima anualizada

Valores corresponden a máxima anualizada

(Carrier, 1980)

Anexo 4 Máxima aportaciones solares a través de cristal sencillo

| 20° | | HORA SOLAR | | | | | | | | | | | | | | 20° | | | |
|--------------------------------|---|-------------------------------|-----|-----|-----|---------------------------|-----|-----|-----|--|-----|-----|-----|---|------------|-------------------------------|-------|--------------------------------|--|
| 6° LATITUD NORTE | | | | | | | | | | | | | | | | 6° LATITUD SUR | | | |
| Epoca | Orientación | 5 | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 | 17 | 19 | 21 | 23 | 25 | 27 | 29 | 31 | Orientación | Epoca | | |
| 22 Junio | N | 76 | 113 | 50 | 61 | 51 | 45 | 40 | 45 | 51 | 57 | 60 | 111 | 75 | S | 22 Diciembre | | | |
| | NE | 718 | 417 | 350 | 338 | 225 | 109 | 40 | 33 | 38 | 34 | 32 | 24 | 8 | SE | | | | |
| | E | 219 | 401 | 434 | 307 | 280 | 113 | 38 | 38 | 34 | 34 | 32 | 24 | 8 | E | | | | |
| | SE | 75 | 165 | 158 | 177 | 170 | 177 | 20 | 38 | 34 | 34 | 32 | 24 | 8 | NE | | | | |
| | S | 8 | 24 | 32 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 32 | 24 | 8 | N | | | | |
| 21 Enero y 21 Marzo | SO | 8 | 24 | 32 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 32 | 24 | 8 | NO | 21 Septiembre | | | |
| | O | 8 | 24 | 32 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 32 | 24 | 8 | O | | | | |
| | NO | 8 | 24 | 32 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 32 | 24 | 8 | SO | | | | |
| | Horizontal | 54 | 165 | 538 | 677 | 595 | 670 | 478 | 629 | 585 | 477 | 328 | 182 | 30 | Horizontal | | | | |
| | N | 54 | 25 | 42 | 44 | 40 | 38 | 30 | 19 | 40 | 146 | 47 | 75 | 54 | S | | | | |
| 20 Febrero y 22 Octubre | NE | 192 | 358 | 324 | 301 | 193 | 84 | 30 | 28 | 38 | 35 | 22 | 21 | 8 | NE | 20 Agosto | | | |
| | E | 260 | 481 | 442 | 395 | 290 | 123 | 30 | 18 | 28 | 25 | 22 | 21 | 8 | E | | | | |
| | SE | 84 | 169 | 230 | 294 | 154 | 75 | 30 | 38 | 34 | 32 | 22 | 21 | 8 | SE | | | | |
| | S | 8 | 24 | 32 | 35 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 32 | 24 | 8 | S | | | | |
| | SO | 8 | 24 | 32 | 35 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 32 | 24 | 8 | SO | | | | |
| 22 Marzo y 22 Septiembre | O | 8 | 24 | 32 | 35 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 32 | 24 | 8 | O | 22 Mayo y 22 Noviembre | | | |
| | NO | 8 | 24 | 32 | 35 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 32 | 24 | 8 | NO | | | | |
| | Horizontal | 8 | 149 | 350 | 474 | 585 | 630 | 488 | 603 | 583 | 474 | 328 | 182 | 30 | Horizontal | | | | |
| | N | 15 | 27 | 35 | 35 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 32 | 24 | 8 | S | | | | |
| | NE | 150 | 313 | 220 | 241 | 165 | 48 | 41 | 18 | 18 | 35 | 50 | 75 | 5 | NE | | | | |
| 20 Abril y 20 Octubre | E | 142 | 285 | 149 | 165 | 109 | 129 | 38 | 38 | 38 | 38 | 32 | 24 | 8 | E | 20 Junio y 20 Diciembre | | | |
| | SE | 10 | 241 | 254 | 200 | 265 | 149 | 84 | 38 | 38 | 38 | 32 | 24 | 8 | SE | | | | |
| | S | 8 | 19 | 25 | 32 | 38 | 42 | 38 | 38 | 38 | 38 | 32 | 24 | 8 | S | | | | |
| | SO | 8 | 19 | 25 | 32 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 32 | 24 | 8 | SO | | | | |
| | Horizontal | 8 | 19 | 25 | 32 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 32 | 24 | 8 | Horizontal | | | | |
| 22 Mayo y 22 Noviembre | N | 8 | 19 | 25 | 32 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 32 | 24 | 8 | N | 22 Enero y 22 Julio | | | |
| | NE | 8 | 19 | 25 | 32 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 32 | 24 | 8 | NE | | | | |
| | E | 8 | 19 | 25 | 32 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 32 | 24 | 8 | E | | | | |
| | SE | 8 | 19 | 25 | 32 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 32 | 24 | 8 | SE | | | | |
| | S | 8 | 19 | 25 | 32 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 32 | 24 | 8 | S | | | | |
| 20 Agosto y 20 Febrero | SO | 8 | 19 | 25 | 32 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 32 | 24 | 8 | SO | 20 Abril y 20 Octubre | | | |
| | O | 8 | 19 | 25 | 32 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 32 | 24 | 8 | O | | | | |
| | NO | 8 | 19 | 25 | 32 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 32 | 24 | 8 | NO | | | | |
| | Horizontal | 8 | 19 | 25 | 32 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 32 | 24 | 8 | Horizontal | | | | |
| | N | 8 | 19 | 25 | 32 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 32 | 24 | 8 | N | | | | |
| 21 Mayo y 21 Noviembre | NE | 8 | 19 | 25 | 32 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 32 | 24 | 8 | NE | 21 Julio y 21 Enero | | | |
| | E | 8 | 19 | 25 | 32 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 32 | 24 | 8 | E | | | | |
| | SE | 8 | 19 | 25 | 32 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 32 | 24 | 8 | SE | | | | |
| | S | 8 | 19 | 25 | 32 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 32 | 24 | 8 | S | | | | |
| | SO | 8 | 19 | 25 | 32 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 32 | 24 | 8 | SO | | | | |
| 21 Junio y 21 Diciembre | Horizontal | 8 | 19 | 25 | 32 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 32 | 24 | 8 | Horizontal | 21 Agosto y 21 Febrero | | | |
| | N | 8 | 19 | 25 | 32 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 32 | 24 | 8 | N | | | | |
| | NE | 8 | 19 | 25 | 32 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 32 | 24 | 8 | NE | | | | |
| | E | 8 | 19 | 25 | 32 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 32 | 24 | 8 | E | | | | |
| | SE | 8 | 19 | 25 | 32 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 32 | 24 | 8 | SE | | | | |
| Correlaciones | Marco mecánico o ningún marco + 1,0, 0,8 e 1,12 | Defecto de limpieza 15 % máx. | | | | Altitud + 0,7 % por 100 m | | | | Pendiente de techo superior a 15,5° C - 14 % por 10° C | | | | Punto de todo superior a 19,5° C + 14 % por 10° C | | | | Latitud sur Dte. o enero + 7 % | |

Valores subrayados-máximos mensuales

Valores encajados-máximos anuales

(Carrier, 1980)

Anexo 4 Máxima aportaciones solares a través de cristal sencillo

30°

30°

| 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 Agosto | N | 89 | 78 | 48 | 36 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 48 | 78 | 89 | S | 22 Diciembre | |
| | NE | 284 | 277 | 352 | 243 | 149 | 51 | 38 | 38 | 38 | 38 | 32 | 27 | 13 | SE | | |
| | E | 292 | 423 | 426 | 387 | 265 | 139 | 38 | 38 | 38 | 38 | 32 | 27 | 13 | E | | |
| | SE | 113 | 263 | 244 | 246 | 198 | 119 | 44 | 38 | 38 | 38 | 32 | 27 | 13 | NE | | |
| | S | 13 | 27 | 32 | 38 | 46 | 51 | 57 | 51 | 45 | 38 | 32 | 27 | 13 | N | | |
| 22 Julio y 21 Mayo | SO | 13 | 27 | 32 | 38 | 38 | 38 | 46 | 119 | 198 | 244 | 244 | 203 | 113 | NO | 21 Noviembre | |
| | O | 13 | 27 | 32 | 38 | 38 | 38 | 38 | 119 | 265 | 367 | 438 | 423 | 292 | O | | |
| | NO | 13 | 27 | 32 | 38 | 38 | 38 | 38 | 51 | 149 | 263 | 357 | 377 | 284 | SO | | |
| | Horizontal | 51 | 165 | 355 | 488 | 588 | 659 | 678 | 659 | 586 | 466 | 355 | 165 | 51 | Horizontal | | |
| | N | 50 | 54 | 58 | 55 | 58 | 58 | 58 | 58 | 58 | 55 | 58 | 54 | 50 | S | | |
| 24 Agosto y 20 Abril | NE | 252 | 355 | 333 | 241 | 124 | 43 | 38 | 38 | 38 | 35 | 32 | 24 | 10 | SE | 20 Febrero y 23 Octubre | |
| | E | 275 | 420 | 444 | 293 | 268 | 139 | 38 | 38 | 38 | 35 | 32 | 24 | 10 | E | | |
| | SE | 113 | 222 | 271 | 271 | 225 | 163 | 59 | 38 | 38 | 35 | 32 | 24 | 10 | NE | | |
| | S | 10 | 24 | 32 | 38 | 54 | 73 | 81 | 73 | 54 | 38 | 32 | 24 | 10 | N | | |
| | SO | 10 | 24 | 32 | 35 | 38 | 38 | 38 | 142 | 225 | 271 | 271 | 222 | 113 | NO | | |
| 22 Septiembre y 22 Marzo | O | 10 | 24 | 32 | 35 | 38 | 38 | 38 | 119 | 268 | 393 | 444 | 420 | 271 | O | 22 Marzo y 22 Septiembre | |
| | NO | 10 | 24 | 32 | 35 | 38 | 38 | 38 | 40 | 124 | 241 | 333 | 355 | 252 | SO | | |
| | Horizontal | 40 | 179 | 333 | 477 | 580 | 640 | 667 | 640 | 580 | 477 | 333 | 179 | 40 | Horizontal | | |
| | N | 16 | 21 | 29 | 35 | 35 | 38 | 38 | 38 | 35 | 35 | 29 | 21 | 16 | S | | |
| | NE | 149 | 227 | 271 | 179 | 73 | 38 | 58 | 58 | 55 | 55 | 29 | 21 | 5 | SE | | |
| 23 Octubre y 20 Febrero | E | 179 | 378 | 447 | 401 | 276 | 124 | 38 | 38 | 35 | 35 | 29 | 21 | 5 | E | 20 Abril y 24 Agosto | |
| | SE | 160 | 265 | 344 | 348 | 303 | 222 | 105 | 40 | 35 | 35 | 29 | 21 | 5 | NE | | |
| | S | 5 | 21 | 35 | 39 | 127 | 157 | 175 | 157 | 127 | 73 | 35 | 21 | 5 | N | | |
| | SO | 5 | 21 | 29 | 35 | 35 | 40 | 105 | 222 | 303 | 349 | 344 | 265 | 160 | NO | | |
| | O | 5 | 21 | 29 | 35 | 35 | 38 | 38 | 124 | 276 | 401 | 447 | 390 | 179 | O | | |
| 21 Noviembre y 21 Enero | NO | 5 | 21 | 29 | 35 | 35 | 38 | 38 | 38 | 38 | 35 | 32 | 24 | 10 | SO | 21 Mayo y 23 Julio | |
| | Horizontal | 16 | 127 | 298 | 436 | 542 | 610 | 637 | 610 | 542 | 436 | 298 | 127 | 16 | Horizontal | | |
| | N | 0 | 13 | 27 | 32 | 35 | 38 | 38 | 38 | 35 | 32 | 27 | 13 | 0 | S | | |
| | NE | 0 | 208 | 244 | 188 | 43 | 38 | 38 | 38 | 35 | 32 | 27 | 13 | 0 | SE | | |
| | E | 0 | 336 | 428 | 399 | 279 | 138 | 38 | 38 | 35 | 32 | 27 | 13 | 0 | E | | |
| 22 Diciembre | SE | 0 | 265 | 335 | 412 | 382 | 306 | 187 | 67 | 35 | 32 | 27 | 13 | 0 | NE | 21 Junio | |
| | S | 0 | 24 | 48 | 102 | 232 | 265 | 284 | 245 | 223 | 163 | 88 | 34 | 0 | N | | |
| | SO | 0 | 13 | 27 | 32 | 35 | 37 | 181 | 306 | 382 | 472 | 355 | 265 | 0 | NO | | |
| | O | 0 | 13 | 27 | 32 | 35 | 38 | 38 | 130 | 278 | 395 | 428 | 356 | 0 | O | | |
| | Horizontal | 0 | 67 | 219 | 366 | 485 | 547 | 574 | 547 | 485 | 366 | 219 | 67 | 0 | Horizontal | | |
| Correcciones | Marco metéorico o sinódico marco = 1,0,85 ó 1,17 | Defecto de limpieza = 16% máx. | | Altitud + 0,7% por 300 m | | Punto de rocío superior a 19,5° C = 14% por 10° C | | Punto de rocío superior a 19,5° C + 14% por 10° C | | Latitud sur Dic. ó Enero + 7% | | | | | | | |

(Carrier, 1980)

Anexo 4 Máxima aportaciones solares a través de cristal sencillo

40°

40°

| 0° LATITUD NORTE | | HORA SOLAR | | | | | | | | | | | | | | | | 0° LATITUD SUR | |
|--------------------------------|-------------|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-------------|--------------------------------|--|----------------|--|
| Época | Orientación | 4 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | Orientación | Época | | | |
| 21 Junio | N | 87 | 54 | 32 | 35 | 28 | 38 | 38 | 38 | 38 | 35 | 32 | 54 | 86 | SE | 22 Diciembre | | | |
| | NE | 350 | 369 | 303 | 188 | 81 | 36 | 30 | 38 | 38 | 35 | 32 | 27 | 14 | E | | | | |
| | E | 341 | 436 | 439 | 385 | 257 | 119 | 30 | 38 | 38 | 35 | 32 | 27 | 14 | NE | | | | |
| | SE | 138 | 236 | 295 | 301 | 268 | 192 | 92 | 38 | 38 | 35 | 32 | 27 | 14 | N | | | | |
| | S | 16 | 27 | 32 | 31 | 94 | 119 | 145 | 189 | 96 | 51 | 32 | 29 | 16 | NO | | | | |
| 22 Julio y 21 Mayo | SO | 16 | 27 | 32 | 35 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 35 | 32 | 27 | 14 | O | 21 Noviembre | | | |
| | O | 16 | 27 | 32 | 35 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 35 | 32 | 27 | 14 | NO | | | | |
| | NO | 84 | 222 | 363 | 485 | 549 | 629 | 842 | 699 | 569 | 485 | 363 | 222 | 84 | SO | | | | |
| | Horizontal | 84 | 222 | 363 | 485 | 549 | 629 | 842 | 699 | 569 | 485 | 363 | 222 | 84 | Horizontal | | | | |
| | N | 65 | 38 | 32 | 35 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 35 | 32 | 27 | 14 | S | | | | |
| 22 Julio y 21 Mayo | NE | 287 | 344 | 284 | 179 | 70 | 38 | 30 | 38 | 38 | 35 | 32 | 27 | 13 | SE | 21 Enero y 21 Noviembre | | | |
| | E | 326 | 436 | 444 | 390 | 265 | 116 | 38 | 38 | 38 | 35 | 32 | 27 | 13 | E | | | | |
| | SE | 146 | 260 | 322 | 338 | 298 | 222 | 110 | 40 | 38 | 35 | 32 | 27 | 13 | NE | | | | |
| | S | 13 | 27 | 32 | 35 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 35 | 32 | 27 | 13 | N | | | | |
| | SO | 13 | 27 | 32 | 35 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 35 | 32 | 27 | 13 | NO | | | | |
| 24 Agosto y 20 Abril | O | 13 | 27 | 32 | 35 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 35 | 32 | 27 | 13 | O | 20 Febrero y 23 Octubre | | | |
| | NO | 13 | 27 | 32 | 35 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 35 | 32 | 27 | 13 | NO | | | | |
| | Horizontal | 85 | 198 | 341 | 463 | 550 | 610 | 631 | 640 | 550 | 463 | 341 | 198 | 85 | SO | | | | |
| | N | 19 | 21 | 29 | 35 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 35 | 32 | 27 | 19 | S | | | | |
| | NE | 184 | 236 | 222 | 124 | 45 | 30 | 38 | 38 | 38 | 35 | 32 | 27 | 13 | SE | | | | |
| 22 Septiembre y 22 Marzo | E | 227 | 358 | 429 | 393 | 272 | 122 | 36 | 38 | 38 | 35 | 32 | 27 | 13 | E | 22 Marzo y 22 Septiembre | | | |
| | SE | 130 | 284 | 374 | 356 | 377 | 290 | 179 | 87 | 38 | 35 | 32 | 27 | 13 | NE | | | | |
| | S | 8 | 21 | 29 | 35 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 35 | 32 | 27 | 13 | N | | | | |
| | SO | 8 | 21 | 29 | 35 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 35 | 32 | 27 | 13 | NO | | | | |
| | Horizontal | 8 | 21 | 29 | 35 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 35 | 32 | 27 | 13 | Horizontal | | | | |
| 22 Septiembre y 22 Marzo | N | 0 | 13 | 24 | 32 | 35 | 35 | 38 | 35 | 35 | 32 | 24 | 13 | 0 | S | 20 Abril y 24 Agosto | | | |
| | NE | 0 | 138 | 157 | 70 | 35 | 35 | 38 | 35 | 35 | 32 | 24 | 13 | 0 | SE | | | | |
| | E | 0 | 314 | 282 | 377 | 368 | 122 | 38 | 35 | 35 | 32 | 24 | 13 | 0 | E | | | | |
| | SE | 0 | 257 | 390 | 438 | 425 | 360 | 344 | 111 | 38 | 32 | 24 | 13 | 0 | NE | | | | |
| | S | 0 | 32 | 119 | 219 | 298 | 330 | 329 | 330 | 348 | 319 | 119 | 32 | 0 | N | | | | |
| 23 Octubre y 20 Febrero | SO | 0 | 13 | 24 | 32 | 38 | 111 | 244 | 360 | 435 | 439 | 390 | 257 | 0 | NO | 21 Mayo y 23 Julio | | | |
| | O | 0 | 13 | 24 | 32 | 35 | 35 | 38 | 322 | 248 | 377 | 456 | 314 | 0 | O | | | | |
| | NO | 0 | 13 | 24 | 32 | 35 | 35 | 38 | 35 | 35 | 32 | 24 | 13 | 0 | NO | | | | |
| | Horizontal | 0 | 57 | 181 | 336 | 414 | 477 | 496 | 477 | 414 | 336 | 181 | 57 | 0 | SO | | | | |
| | N | 0 | 5 | 16 | 27 | 29 | 32 | 32 | 32 | 29 | 27 | 16 | 5 | 0 | Horizontal | | | | |
| 21 Noviembre y 21 Enero | NE | 0 | 84 | 89 | 32 | 29 | 32 | 32 | 32 | 29 | 27 | 16 | 5 | 0 | S | 21 Junio | | | |
| | E | 0 | 230 | 317 | 230 | 220 | 185 | 32 | 32 | 29 | 27 | 16 | 5 | 0 | SE | | | | |
| | SE | 0 | 219 | 358 | 336 | 442 | 390 | 290 | 170 | 54 | 27 | 16 | 5 | 0 | E | | | | |
| | S | 0 | 37 | 160 | 242 | 371 | 417 | 439 | 417 | 371 | 242 | 160 | 37 | 0 | NE | | | | |
| | SO | 0 | 5 | 16 | 27 | 24 | 170 | 290 | 390 | 442 | 358 | 358 | 219 | 3 | N | | | | |
| 21 Noviembre y 21 Enero | O | 0 | 5 | 16 | 27 | 29 | 32 | 32 | 32 | 29 | 27 | 16 | 5 | 0 | NO | 21 Junio | | | |
| | NO | 0 | 5 | 16 | 27 | 29 | 32 | 32 | 32 | 29 | 27 | 16 | 5 | 0 | O | | | | |
| | Horizontal | 0 | 21 | 78 | 173 | 273 | 333 | 349 | 333 | 273 | 173 | 78 | 21 | 0 | NO | | | | |
| | N | 0 | 0 | 0 | 19 | 24 | 27 | 27 | 27 | 24 | 19 | 0 | 0 | 0 | SO | | | | |
| | NE | 0 | 0 | 32 | 19 | 24 | 27 | 27 | 27 | 24 | 19 | 0 | 0 | 0 | Horizontal | | | | |
| 22 Diciembre | E | 0 | 0 | 246 | 371 | 260 | 89 | 25 | 27 | 24 | 19 | 0 | 0 | 0 | S | 21 Junio | | | |
| | SE | 0 | 0 | 395 | 390 | 422 | 392 | 314 | 189 | 73 | 19 | 0 | 0 | 0 | SE | | | | |
| | S | 0 | 0 | 160 | 342 | 377 | 428 | 450 | 428 | 377 | 260 | 160 | 0 | 0 | E | | | | |
| | SO | 0 | 0 | 5 | 19 | 35 | 189 | 314 | 392 | 423 | 390 | 295 | 0 | 0 | NE | | | | |
| | Horizontal | 0 | 0 | 5 | 19 | 24 | 27 | 27 | 27 | 24 | 19 | 5 | 0 | 0 | N | | | | |

| | | | | | | |
|--------------|---|-------------------------------------|------------------------------|--|--|--------------------------------------|
| Correcciones | Marco metálico o vidrio marco × 1,0,85 ó 1,17 | Defecto de limpieza 16 % máx. | Altitud + 0,7 % por 300 m | Punto de rocío superior a 19,5° C - 14 % por 10° C | Punto de rocío superior a 19,5° C + 14 % por 10° C | Letitud sur Dío. o Enero + 7 % |
|--------------|---|-------------------------------------|------------------------------|--|--|--------------------------------------|

(Carrier, 1980)

Anexo 4 Máxima aportaciones solares a través de cristal sencillo

50°

50°

| 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 | 78 | 32 | 32 | 35 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 35 | 32 | 32 | 28 | 22 Diciembre | S | | |
| | NE | 341 | 339 | 254 | 135 | 43 | 38 | 38 | 38 | 38 | 35 | 32 | 27 | 21 | | SE | | |
| | E | 377 | 444 | 439 | 368 | 234 | 111 | 38 | 38 | 38 | 35 | 32 | 27 | 21 | | E | | |
| | SE | 173 | 276 | 341 | 358 | 338 | 265 | 165 | 62 | 38 | 35 | 32 | 27 | 21 | | NE | | |
| 22 Julio y 21 Mayo | S | 21 | 27 | 43 | 106 | 184 | 235 | 252 | 235 | 184 | 105 | 43 | 27 | 21 | 21 Enero y 21 Noviembre | N | | |
| | SO | 21 | 27 | 32 | 35 | 38 | 62 | 165 | 265 | 335 | 364 | 341 | 276 | 173 | | NO | | |
| | O | 21 | 27 | 32 | 35 | 38 | 38 | 38 | 111 | 254 | 368 | 439 | 444 | 377 | | O | | |
| | Horizontal | 119 | 223 | 360 | 489 | 534 | 580 | 594 | 580 | 534 | 469 | 360 | 223 | 119 | | Horizontal | | |
| 22 Septiembre y 22 Marzo | N | 57 | 29 | 32 | 35 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 35 | 32 | 29 | 21 | 22 Marzo y 22 Septiembre | S | | |
| | NE | 309 | 317 | 235 | 119 | 40 | 38 | 38 | 38 | 38 | 35 | 32 | 27 | 16 | | SE | | |
| | E | 355 | 430 | 442 | 382 | 260 | 116 | 38 | 38 | 38 | 35 | 32 | 27 | 16 | | E | | |
| | SE | 176 | 290 | 343 | 387 | 368 | 295 | 189 | 79 | 38 | 35 | 32 | 27 | 16 | | NE | | |
| 24 Agosto y 20 Abril | S | 16 | 27 | 57 | 133 | 217 | 265 | 287 | 265 | 217 | 135 | 57 | 27 | 16 | 20 Febrero y 23 Octubre | N | | |
| | SO | 16 | 27 | 32 | 35 | 38 | 70 | 189 | 295 | 368 | 387 | 368 | 290 | 176 | | NO | | |
| | O | 16 | 27 | 32 | 35 | 38 | 38 | 38 | 116 | 260 | 382 | 442 | 436 | 355 | | O | | |
| | Horizontal | 89 | 203 | 322 | 431 | 509 | 554 | 572 | 554 | 509 | 431 | 322 | 203 | 89 | | Horizontal | | |
| 22 Septiembre y 22 Marzo | N | 21 | 21 | 27 | 32 | 35 | 38 | 38 | 38 | 38 | 35 | 32 | 27 | 21 | 22 Septiembre y 22 Marzo | S | | |
| | NE | 206 | 254 | 189 | 84 | 35 | 38 | 38 | 38 | 35 | 32 | 27 | 21 | 10 | | SE | | |
| | E | 214 | 393 | 428 | 382 | 265 | 122 | 38 | 38 | 35 | 32 | 27 | 21 | 10 | | E | | |
| | SE | 143 | 301 | 390 | 425 | 414 | 358 | 341 | 308 | 35 | 32 | 27 | 21 | 10 | | NE | | |
| 23 Octubre y 20 Febrero | S | 10 | 24 | 97 | 190 | 284 | 352 | 374 | 352 | 284 | 198 | 97 | 24 | 10 | 20 Abril y 24 Agosto | N | | |
| | SO | 10 | 21 | 27 | 32 | 35 | 108 | 241 | 358 | 414 | 425 | 390 | 301 | 143 | | NO | | |
| | O | 10 | 21 | 27 | 32 | 35 | 38 | 38 | 116 | 260 | 382 | 442 | 436 | 355 | | O | | |
| | Horizontal | 35 | 124 | 241 | 355 | 433 | 485 | 501 | 485 | 433 | 355 | 241 | 124 | 35 | | Horizontal | | |
| 21 Noviembre y 21 Enero | N | 0 | 0 | 10 | 19 | 24 | 27 | 22 | 27 | 24 | 19 | 10 | 0 | 0 | 21 Mayo y 23 Julio | S | | |
| | NE | 0 | 0 | 13 | 43 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 | 27 | 21 | 19 | 0 | | SE | | |
| | E | 0 | 0 | 276 | 274 | 352 | 252 | 156 | 32 | 32 | 32 | 27 | 21 | 10 | | E | | |
| | SE | 0 | 0 | 233 | 377 | 439 | 442 | 393 | 284 | 151 | 46 | 27 | 21 | 10 | | NE | | |
| 22 Diciembre | S | 0 | 0 | 29 | 138 | 252 | 355 | 406 | 428 | 406 | 355 | 252 | 138 | 29 | 21 Junio | N | | |
| | SO | 0 | 0 | 10 | 21 | 27 | 46 | 151 | 284 | 393 | 442 | 439 | 377 | 233 | | NO | | |
| | O | 0 | 0 | 10 | 21 | 27 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 | 27 | 21 | 10 | | O | | |
| | Horizontal | 0 | 0 | 40 | 132 | 238 | 320 | 379 | 403 | 379 | 320 | 238 | 132 | 40 | | Horizontal | | |
| 21 Noviembre y 21 Enero | N | 0 | 0 | 10 | 19 | 24 | 27 | 22 | 27 | 24 | 19 | 10 | 0 | 0 | 21 Junio | S | | |
| | NE | 0 | 0 | 13 | 43 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 | 27 | 21 | 19 | 0 | | SE | | |
| | E | 0 | 0 | 198 | 268 | 284 | 216 | 94 | 29 | 27 | 24 | 19 | 10 | 0 | | E | | |
| | SE | 0 | 0 | 187 | 301 | 393 | 425 | 390 | 311 | 187 | 65 | 19 | 10 | 0 | | NE | | |
| 22 Septiembre y 22 Marzo | S | 0 | 0 | 46 | 143 | 268 | 371 | 425 | 425 | 425 | 371 | 268 | 143 | 46 | 20 Abril y 24 Agosto | N | | |
| | SO | 0 | 0 | 10 | 21 | 27 | 46 | 151 | 284 | 393 | 442 | 439 | 377 | 233 | | NO | | |
| | O | 0 | 0 | 10 | 21 | 27 | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 | 27 | 21 | 10 | | O | | |
| | Horizontal | 0 | 0 | 5 | 51 | 122 | 195 | 233 | 254 | 233 | 195 | 122 | 51 | 5 | | Horizontal | | |
| 21 Noviembre y 21 Enero | N | 0 | 0 | 2 | 10 | 16 | 21 | 26 | 21 | 16 | 10 | 2 | 0 | 0 | 21 Mayo y 23 Julio | S | | |
| | NE | 0 | 0 | 13 | 10 | 16 | 21 | 24 | 21 | 16 | 10 | 2 | 0 | 0 | | SE | | |
| | E | 0 | 0 | 138 | 172 | 154 | 75 | 24 | 21 | 16 | 10 | 2 | 0 | 0 | | E | | |
| | SE | 0 | 0 | 168 | 257 | 344 | 364 | 390 | 361 | 57 | 10 | 2 | 0 | 0 | | NE | | |
| 22 Septiembre y 22 Marzo | S | 0 | 0 | 92 | 189 | 314 | 387 | 414 | 387 | 314 | 189 | 92 | 0 | 0 | 21 Junio | N | | |
| | SO | 0 | 0 | 2 | 10 | 16 | 21 | 24 | 21 | 16 | 10 | 2 | 0 | 0 | | NO | | |
| | O | 0 | 0 | 2 | 10 | 16 | 21 | 24 | 21 | 16 | 10 | 2 | 0 | 0 | | O | | |
| | Horizontal | 0 | 0 | 10 | 25 | 81 | 127 | 143 | 127 | 81 | 25 | 10 | 0 | 0 | | Horizontal | | |
| 22 Diciembre | N | 0 | 0 | 0 | 8 | 13 | 16 | 15 | 14 | 13 | 8 | 0 | 0 | 0 | 21 Junio | S | | |
| | NE | 0 | 0 | 0 | 8 | 13 | 16 | 15 | 14 | 13 | 8 | 0 | 0 | 0 | | SE | | |
| | E | 0 | 0 | 0 | 73 | 127 | 62 | 19 | 16 | 13 | 8 | 0 | 0 | 0 | | E | | |
| | SE | 0 | 0 | 0 | 111 | 299 | 314 | 271 | 168 | 67 | 8 | 0 | 0 | 0 | | NE | | |
| 22 Septiembre y 22 Marzo | S | 0 | 0 | 0 | 84 | 268 | 353 | 382 | 353 | 268 | 84 | 0 | 0 | 0 | 21 Junio | N | | |
| | SO | 0 | 0 | 0 | 8 | 67 | 168 | 271 | 314 | 290 | 111 | 0 | 0 | 0 | | NO | | |
| | O | 0 | 0 | 0 | 8 | 13 | 16 | 15 | 14 | 13 | 8 | 0 | 0 | 0 | | O | | |
| | Horizontal | 0 | 0 | 0 | 13 | 51 | 69 | 109 | 89 | 51 | 13 | 0 | 0 | 0 | | Horizontal | | |

| | | | | | | |
|--------------|---|-------------------------------|---------------------------|--|--|--------------------------------|
| Correcciones | Marco metálico o ningún marco × 1,0,85 ó 1,17 | Defecto de limpieza 15 % máx. | Altitud + 0,7 % por 300 m | Punto de rocío superior a 18,5 °C - 14 % por 10° C | Punto de rocío superior a 18,5° C + 14 % por 10° C | Latitud sur Dic. o enero + 7 % |
|--------------|---|-------------------------------|---------------------------|--|--|--------------------------------|

(Carrier, 1980)

Anexo 5 Factor de almacenamiento sobre carga térmica, aportación solar a través de vidrio

| ORIENTACIÓN (Latitud Norte) | PESO*** (kg por m ² de superf. de suelo) | HORA SOLAR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ORIENTACIÓN (Latitud Sur) | | | |
|--------------------------------|--|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|------|------------------------------|------|------|------------|
| | | 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 | 750 y más | 0,47 | 0,58 | 0,54 | 0,42 | 0,27 | 0,21 | 0,20 | 0,19 | 0,18 | 0,17 | 0,16 | 0,14 | 0,12 | 0,09 | 0,08 | 0,07 | 0,06 | 0,06 | 0,05 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | SE | |
| | 500 | 0,48 | 0,60 | 0,57 | 0,45 | 0,30 | 0,24 | 0,20 | 0,19 | 0,17 | 0,16 | 0,15 | 0,13 | 0,11 | 0,08 | 0,07 | 0,06 | 0,05 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | | | |
| | 150 | 0,55 | 0,76 | 0,73 | 0,59 | 0,36 | 0,24 | 0,19 | 0,17 | 0,15 | 0,13 | 0,12 | 0,11 | 0,07 | 0,04 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | E | | |
| | 750 y más | 0,39 | 0,56 | 0,62 | 0,59 | 0,49 | 0,33 | 0,23 | 0,21 | 0,20 | 0,18 | 0,17 | 0,16 | 0,14 | 0,12 | 0,09 | 0,08 | 0,08 | 0,07 | 0,06 | 0,05 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | | 0,04 | 0,04 |
| E | 500 | 0,40 | 0,58 | 0,65 | 0,63 | 0,52 | 0,35 | 0,24 | 0,22 | 0,20 | 0,18 | 0,16 | 0,14 | 0,12 | 0,09 | 0,08 | 0,07 | 0,06 | 0,05 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | |
| | 150 | 0,46 | 0,70 | 0,80 | 0,79 | 0,64 | 0,42 | 0,25 | 0,19 | 0,16 | 0,14 | 0,11 | 0,09 | 0,07 | 0,04 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,02 | |
| SE | 750 y más | 0,04 | 0,28 | 0,47 | 0,59 | 0,64 | 0,62 | 0,53 | 0,41 | 0,27 | 0,24 | 0,21 | 0,19 | 0,16 | 0,14 | 0,12 | 0,11 | 0,10 | 0,09 | 0,08 | 0,07 | 0,06 | 0,06 | 0,05 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | NE |
| | 500 | 0,03 | 0,28 | 0,47 | 0,61 | 0,67 | 0,65 | 0,57 | 0,44 | 0,29 | 0,24 | 0,21 | 0,18 | 0,15 | 0,12 | 0,10 | 0,09 | 0,08 | 0,07 | 0,06 | 0,05 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | |
| | 150 | 0 | 0,30 | 0,57 | 0,75 | 0,84 | 0,81 | 0,69 | 0,50 | 0,30 | 0,20 | 0,17 | 0,13 | 0,09 | 0,05 | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,03 | N |
| | 750 y más | 0,06 | 0,06 | 0,23 | 0,38 | 0,51 | 0,60 | 0,66 | 0,67 | 0,64 | 0,59 | 0,42 | 0,24 | 0,22 | 0,19 | 0,17 | 0,15 | 0,13 | 0,12 | 0,11 | 0,10 | 0,09 | 0,08 | 0,08 | 0,07 | 0,06 | 0,06 | 0,07 | |
| SO | 500 | 0,04 | 0,04 | 0,22 | 0,38 | 0,52 | 0,63 | 0,70 | 0,71 | 0,69 | 0,59 | 0,45 | 0,26 | 0,22 | 0,18 | 0,16 | 0,13 | 0,12 | 0,10 | 0,09 | 0,08 | 0,07 | 0,06 | 0,05 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | NO |
| | 150 | 0,10 | 0,21 | 0,43 | 0,63 | 0,77 | 0,86 | 0,88 | 0,82 | 0,56 | 0,50 | 0,24 | 0,16 | 0,11 | 0,08 | 0,05 | 0,04 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,05 | |
| O | 750 y más | 0,08 | 0,08 | 0,09 | 0,10 | 0,11 | 0,24 | 0,39 | 0,53 | 0,63 | 0,66 | 0,61 | 0,47 | 0,23 | 0,19 | 0,18 | 0,16 | 0,14 | 0,13 | 0,11 | 0,10 | 0,09 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,07 | O |
| | 500 | 0,07 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,10 | 0,24 | 0,40 | 0,55 | 0,66 | 0,70 | 0,64 | 0,50 | 0,26 | 0,20 | 0,17 | 0,15 | 0,13 | 0,11 | 0,10 | 0,09 | 0,08 | 0,07 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,05 | |
| | 150 | 0,03 | 0,04 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,19 | 0,42 | 0,65 | 0,81 | 0,85 | 0,74 | 0,50 | 0,19 | 0,13 | 0,09 | 0,06 | 0,05 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0 | 0 | 0,05 | SO |
| | 750 y más | 0,08 | 0,09 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,16 | 0,33 | 0,49 | 0,61 | 0,60 | 0,49 | 0,19 | 0,17 | 0,15 | 0,14 | 0,12 | 0,11 | 0,10 | 0,09 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,07 | 0,06 | 0,07 | |
| NO | 500 | 0,07 | 0,08 | 0,09 | 0,09 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,16 | 0,34 | 0,52 | 0,65 | 0,64 | 0,22 | 0,18 | 0,15 | 0,12 | 0,11 | 0,09 | 0,08 | 0,07 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,05 | 0,05 | S |
| | 150 | 0,03 | 0,05 | 0,07 | 0,08 | 0,09 | 0,09 | 0,10 | 0,10 | 0,17 | 0,39 | 0,63 | 0,80 | 0,79 | 0,28 | 0,18 | 0,12 | 0,09 | 0,06 | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0 | 0 | 0,01 | 0,01 | |
| N y sombra | 750 y más | 0,08 | 0,37 | 0,67 | 0,71 | 0,74 | 0,76 | 0,79 | 0,81 | 0,83 | 0,85 | 0,87 | 0,88 | 0,90 | 0,91 | 0,90 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | S y sombra |
| | 500 | 0,06 | 0,31 | 0,67 | 0,72 | 0,76 | 0,79 | 0,81 | 0,83 | 0,85 | 0,87 | 0,88 | 0,90 | 0,91 | 0,90 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | 0,88 | |
| | 150 | 0 | 0,25 | 0,74 | 0,83 | 0,88 | 0,91 | 0,94 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,98 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | 0,99 | |

(Carrier, 1980)

Anexo 5 Resistencia térmica R de materiales de construcción y de aislamiento

| MATERIAL | DESCRIPCIÓN | Espesor (mm) | Peso específico (kg/m ³) | RESISTENCIA R | |
|--|--|--------------|--------------------------------------|------------------|--|
| | | | | Por m de espesor | Por el espesor considerado - $\times 10^{-3}$ |
| MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN | | | | | |
| HORMIGÓN | Mortero de cemento | | 1856 | 1,6 | |
| | Tongos de madera 12,5 % aglomerados con yeso, 87,6 % | | 816 | 4,8 | |
| | Hormigón ligero | | 1900 | 1,5 | |
| | Ponca, puzolana | | 1600 | 2,2 | |
| | Celulares | | 1200 | 3,2 | |
| | Vermiculita, perlita | | 900 | 4,7 | |
| | | | 640 | 6,8 | |
| | | | 480 | 8,9 | |
| | | | 320 | 11,5 | |
| | Hormigón de arena y grava o piedra (secado al horno) | | 2240 | 0,90 | |
| | Hormigón de arena y grava o piedra (no secado) | | 2240 | 0,65 | |
| | Escayola | | 1856 | 1,6 | |
| ENLUCIDOS | Cemento | | 1856 | 1,6 | |
| | Yeso : | | | | |
| | ligero | | 720 | 5,2 | |
| | ligero sobre entramado metálico | | 720 | 5,2 | |
| | perlita | | 720 | 5,4 | |
| | arena | | 1680 | 3,4 | |
| | arena sobre entramado metálico | | 1680 | 3,4 | |
| arena sobre entramado de madera | | 1680 | 3,4 | 82 | |
| | vermiculita | | 720 | 4,7 | |
| MATERIALES PARA TECHUMBRES | Placas de fibrocemento | | 1920 | | 43 |
| | Asfalto | | 1120 | | 30 |
| | Baldosas de asfalto | | 1120 | | 98 |
| | Revestimiento de terraza o azotea | | 1120 | 7,3 | |
| | Tejas planas | | 3216 | | 10 |
| | Metal en chapa | | | Despreciable | |
| | Madera en planchas | | 640 | | 193 |
| MATERIALES DE REVESTIMIENTO (superficies planas) | Madera espesor sencillo | | | | 178 |
| | Madera espesor doble | | | | 244 |
| | Madera sobre panel aislante 10 mm | | | | 287 |
| | Fibrocemento 6 mm, con recubrimiento | | | | 43 |
| | Enlucido de asfalto | | | | 30 |
| | Baldosa de asfalto 12 mm. | | | | 298 |
| | Planchas 25 x 200 | | | | 112 |
| | Planchas biseladas, con recubrimiento 13 x 200 | | | | 166 |
| | Planchas biseladas, con recubrimiento 20 x 200 | | | | 215 |
| | Contraplacado con recubrimiento 10 mm | | | | 121 |
| Vidrio de catedral | | | | 20 | |
| REVESTIMIENTO DEL SUELO | Losas de asfalto | | 1920 | 2,6 | |
| | Ajornada y almohadillado de caucho | | | | 426 |
| | Baldosas cerámicas | | | 0,65 | |
| | Baldosas de caucho | | 400 | 17,9 | |
| | Flebo | | | | 12,3 |
| | Adobes | | | 3,2 | |
| | Linoleo | | 1280 | 5,2 | |
| | Superficie de contraplacado | | 544 | 10,7 | |
| | Baldosas de caucho o plástico | | 1760 | 3,3 | |
| | Tarzolito | | 2240 | 0,65 | |
| | Superficie de madera | | 512 | 10,3 | |
| | Parquet de madera dura | | 720 | 7,4 | |

(Carrier, 1980)

Anexo 6 Factores totales de ganancia solar a través del vidrio

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 * | | | PERSIANAS VENECIANAS EXTERIORES | | PERSIANA EXTERIOR | | CORTINA EXTERIOR DE TELA | |
|---------------------------------------|-------------------------|---|-------------|--------------|--------------------------------------|--------------------------------|--|--------------|---|---------------------|
| | | Listones horizontales o verticales inclinados 45° O CORTINAS DE TELA | | | Listones horizontales inclinados 45° | | Listones (inclinados 17° (horizontales) ** | | 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 rojo 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 TRIPLÉ | | | | | | | | | | |
| 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 | | | | | | | | | |
| Rojo oscuro | 0,56 | | | | | | | | | |
| Azul | 0,60 | | | | | | | | | |
| Grís | 0,32 | | | | | | | | | |
| Grís-Verde | 0,46 | | | | | | | | | |
| Opalescente claro | 0,43 | | | | | | | | | |
| Opalescente oscuro | 0,37 | | | | | | | | | |

(Carrier, 1980)

Anexo 7 Diferencia equivalente de temperatura (°C) en muros o en sombra

Muros soleados o en sombra*

Valadero 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 | 12,3 | 12,8 | 13,3 | 10,6 | 7,8 | 7,2 | 6,7 | 5,2 | 7,8 | 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 | -0,5 | | | | | |
| | 500 | 2,2 | 1,7 | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | | | | | |
| | 700 | 2,8 | 2,8 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | | | | | |
| 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 | 16,6 | 7,8 | 7,2 | 6,7 | 7,2 | 7,8 | 7,2 | 6,7 | 6,1 | 5,5 | 4,4 | 3,3 | 2,2 | 1,7 | 0,5 | 0,5 | 0 | | | | | |
| | 500 | 2,8 | 2,8 | 3,3 | 4,4 | 7,8 | 11,1 | 13,3 | 13,9 | 11,1 | 10,0 | 8,9 | 7,8 | 7,8 | 7,2 | 6,7 | 6,1 | 5,5 | 5,0 | 4,4 | 3,9 | 3,3 | 3,9 | 3,9 | 3,3 | | | | | |
| | 700 | 6,1 | 5,5 | 5,5 | 5,0 | 4,4 | 5,0 | 5,5 | 6,3 | 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 | 6,7 | | | | | |
| SE | 100 | 5,5 | 3,3 | 7,2 | 10,6 | 14,4 | 15,0 | 15,6 | 14,4 | 13,9 | 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 | -1,1 | | | | | |
| | 300 | 1,5 | 0,5 | 0 | 7,2 | 11,1 | 12,3 | 13,4 | 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 | 1,7 | 1,1 | | | | | |
| | 500 | 5,9 | 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 | 3,9 | 3,9 | | | | | |
| | 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 | 6,7 | 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 | 0 | -0,5 | | | | | |
| | 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 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,7 | 1,1 | | | | | |
| | 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 | 8,9 | 7,8 | 6,1 | 5,5 | 5,0 | 4,4 | 3,9 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 2,8 | | | | | |
| | 700 | 3,9 | 3,3 | 3,3 | 2,8 | 2,2 | 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 | 4,4 | 3,9 | | | | | |
| 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 | -0,5 | -0,5 | | | | | |
| | 300 | 1,1 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 0,5 | 1,1 | 4,4 | 6,7 | 12,3 | 17,8 | 19,4 | 20,0 | 19,4 | 18,9 | 11,1 | 5,5 | 3,9 | 3,3 | 2,8 | 2,2 | 2,2 | 1,7 | 1,7 | | | | | |
| | 500 | 3,9 | 2,8 | 3,3 | 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 | 5,0 | 4,4 | 3,9 | | | | | |
| | 700 | 4,4 | 4,4 | 4,4 | 4,4 | 4,4 | 4,4 | 3,9 | 3,3 | 3,3 | 3,9 | 4,4 | 5,0 | 5,5 | 6,3 | 10,0 | 10,6 | 11,1 | 7,2 | 4,4 | 4,4 | 4,4 | 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 | 23,0 | 26,7 | 18,9 | 12,2 | 7,8 | 4,4 | 2,8 | 1,1 | 0,5 | 0 | 0 | -0,5 | -0,5 | | | | | |
| | 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 | 1,7 | 1,7 | 1,1 | | | | | |
| | 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 | 5,5 | 5,0 | 4,4 | | | | | |
| | 700 | 6,7 | 6,1 | 5,5 | 5,0 | 4,4 | 4,4 | 4,4 | 5,0 | 5,5 | 5,5 | 6,1 | 6,7 | 7,8 | 8,9 | 13,7 | 12,2 | 12,8 | 12,2 | 11,1 | 10,6 | 8,9 | 8,3 | 7,2 | 7,2 | | | | | |
| NO | 100 | -1,7 | -2,2 | -2,2 | -1,1 | 0 | 1,7 | 3,3 | 5,5 | 6,7 | 10,6 | 13,3 | 13,3 | 22,2 | 20,6 | 18,9 | 10,0 | 3,3 | 2,2 | 1,1 | 0 | -0,5 | -0,5 | -1,1 | -1,1 | | | | | |
| | 300 | -1,1 | -1,7 | -2,2 | -1,7 | -1,1 | 0 | -1,1 | 3,3 | 4,4 | 5,5 | 6,7 | 11,7 | 16,7 | 17,2 | 17,8 | 11,7 | 6,7 | 4,4 | 3,3 | 2,8 | 2,2 | 2,2 | 1,7 | 1,7 | | | | | |
| | 500 | 2,8 | 2,3 | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 2,8 | 3,3 | 5,0 | 6,7 | 9,4 | 11,1 | 11,7 | 12,2 | 7,8 | 4,4 | 3,9 | 3,3 | 3,3 | | | | | |
| | 700 | 4,4 | 3,9 | 3,8 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,3 | 3,9 | 4,4 | 5,0 | 5,5 | 7,8 | 10,0 | 10,6 | 11,1 | 8,9 | 7,2 | 6,1 | 5,5 | 5,0 | | | | | |
| N (en la sombra) | 100 | -1,7 | -1,7 | -2,2 | -1,7 | -1,1 | 0,5 | 2,2 | 4,4 | 5,5 | 6,7 | 7,8 | 7,2 | 6,7 | 5,5 | 4,4 | 3,3 | 2,2 | 1,1 | 0 | 0 | -0,5 | -0,5 | -1,1 | -1,1 | | | | | |
| | 300 | -1,7 | -1,7 | -2,2 | -1,7 | -1,1 | -0,5 | 0 | 1,7 | 3,3 | 4,4 | 5,5 | 6,1 | 6,7 | 6,7 | 6,7 | 5,5 | 4,4 | 3,3 | 2,2 | 1,7 | 1,7 | 1,1 | 1,1 | 0,5 | | | | | |
| | 500 | 0,5 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,5 | 1,1 | 1,7 | 2,2 | 2,8 | 3,3 | 3,3 | 4,4 | 3,9 | 3,3 | 2,8 | 2,2 | 1,7 | 1,7 | 1,1 | 1,1 | 0,5 | | | | | |
| | 700 | 0,5 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,5 | 1,1 | 1,7 | 2,2 | 2,8 | 3,3 | 3,9 | 4,4 | 3,9 | 3,3 | 2,2 | 1,7 | 1,7 | 1,1 | 1,1 | 0,5 | | | | | |
| | | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | | |

Ecuación: Ganancias por transmisión a través de los muros (kcal/h) = Área (m²) × (Diferencia equivalente de temperatura) × (Coeficiente de transmisión global, tablas 21 a 25).

* Válido tanto si el muro tiene o no aislamiento.

** Para condiciones diferentes, aplicar las correcciones indicadas en el texto.

*** El peso por m² de los tipos de construcción clásicos están indicados en las tablas 21 a 25.
Para pesos por m² inferiores a 100 kg/m², tomar los valores correspondientes a 100 kg/m².

(Carrier, 1980)

Anexo 8 Diferencia equivalente de temperatura (°C) en techo soleado o en sombra

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 | | | | | |
| | | 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 | 2,9 | 8,3 | 13,3 | 17,8 | 21,1 | 23,9 | 25,6 | 25,4 | 22,8 | 19,4 | 15,6 | 12,2 | 8,9 | 5,3 | 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 | 20,8 | 22,8 | 23,9 | 23,9 | 22,2 | 19,4 | 16,7 | 13,9 | 11,1 | 8,3 | 6,7 | 4,4 | 3,3 | 2,1 | 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 | 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 |
| | Haciado | 100 | -2,2 | -1,1 | 0 | 1,1 | 2,2 | 4,4 | 6,7 | 8,3 | 10,6 | 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 | -1,7 |
| 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 | 7,3 | 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 | -0,5 | 0 | 1,1 | 2,8 | 4,4 | 5,5 | 6,7 | 7,2 | 7,8 | 7,3 | 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 | -1,1 | -2,2 | -2,8 |
| | 200 | -2,8 | -2,8 | -2,2 | -1,7 | -0,5 | 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 | -1,1 | -2,2 | -2,8 |
| | 300 | -1,7 | -1,7 | -1,1 | -1,1 | -0,5 | 0 | 1,1 | 2,2 | 3,3 | 4,4 | 5,0 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 5,0 | 4,4 | 3,3 | 2,2 | 1,1 | 0,5 | 0 | -0,5 | -1,1 |
| | | | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |

Ecuación: Ganancias por transmisión a través del techo (kcal/h) = Área (m²) × (Diferencia equivalente de temperatura) × (Coeficiente de transmisión global, tablas 27 ó 28).

- * Si las bóvedas o buhardillas están ventiladas o si el techo está aislado, tomar el 75 % de los valores precedentes. Para techos inclinados, considerar la proyección horizontal de la superficie.
- ** Para condiciones diferentes, aplicar las condiciones indicadas en el texto.
- *** Los pesos por m² de los tipos de construcción clásicos están indicados en las tablas 27 ó 28.

(Carrier, 1980)

Anexo 9 Correcciones de las diferencias equivalentes de temperatura (°C)

TABLA 20 A. 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 | -28,4 | -28,8 | -29,3 |
| -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 | -24,4 | -24,8 | -25,3 |
| + 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 | -20,4 | -20,8 | -21,3 |
| - 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 | -16,4 | -16,8 | -17,3 |
| 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 | -12,2 | -12,6 | -13,1 |
| + 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 | -10,3 | -10,7 | -11,2 |
| + 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 | - 8,3 | - 8,7 | - 9,2 |
| + 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 | 6,4 | 6,8 | 7,3 |
| + 8 | 2,8 | 2,3 | 1,7 | 1,2 | 0,7 | 0,2 | 0 | - 0,7 | - 1,1 | - 1,6 | - 2,0 | - 2,5 | - 3,0 | - 3,4 | - 3,9 | - 4,4 | - 4,8 | - 5,3 |
| +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 | - 2,4 | - 2,9 | - 3,3 |
| +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 |

(Carrier, 1980)

Anexo 10 Ganancias de iluminación debido a los ocupantes

| GRADO DE ACTIVIDAD | TIPO DE APLICACIÓN | Metabolismo hombre adulto (kcal/h) | Metabolismo medio * (kcal/h) | TEMPERATURA SECA DEL LOCAL (°C) | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|---|------------------------------------|------------------------------|---------------------------------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|
| | | | | 28 | | 29 | | 30 | | 31 | | 32 | |
| | | | | Sensible | Latente | Sensible | Latente | Sensible | Latente | Sensible | Latente | Sensible | Latente |
| Sentados, en reposo | Teatro, escuela primaria | 90 | 68 | 44 | 44 | 47 | 39 | 53 | 35 | 58 | 36 | 65 | 22 |
| Sentados, trabajo muy ligero | Escuela secundaria | 113 | 100 | 45 | 55 | 46 | 52 | 54 | 44 | 60 | 40 | 60 | 32 |
| Empleado de oficina | Oficina, hotel, apartamento, escuela superior | 120 | | | | | | | | | | | |
| De pie, marcha lenta | Almacenes, tienda | 129 | 113 | 45 | 48 | 50 | 43 | 54 | 39 | 61 | 32 | 71 | 42 |
| Sentado, de pie | Farmacia | 129 | | | | | | | | | | | |
| De pie, marcha lenta | Banco | 137 | 124 | 45 | 61 | 50 | 36 | 55 | 21 | 64 | 43 | 73 | 53 |
| Sentado | Restaurante ** | 174 | 139 | 48 | 91 | 55 | 84 | 61 | 78 | 73 | 68 | 81 | 58 |
| Trabajo ligero en el banco de taller | Fábrica, trabajo ligero | 202 | 189 | 48 | 141 | 55 | 104 | 62 | 127 | 74 | 119 | 92 | 97 |
| Baile o danza | Sala de baile | 227 | 214 | 55 | 159 | 62 | 152 | 69 | 148 | 82 | 132 | 101 | 113 |
| Marcha, 5 km/h | Fábrica, trabajo bastante pesado | 262 | 252 | 64 | 184 | 74 | 176 | 83 | 169 | 94 | 154 | 116 | 126 |
| Trabajo pesado | Pista de bowling *** Fábrica | 376 | 308 | 113 | 232 | 117 | 246 | 122 | 242 | 132 | 238 | 152 | 213 |

* El metabolismo medio corresponde a un grupo compuesto de adultos y de niños de ambos sexos, en las proporciones normales. Estos valores se han obtenido a base de las hipótesis siguientes:

Metabolismo mujer adulta = Metabolismo hombre adulto \times 0,85
Metabolismo niño = Metabolismo hombre adulto \times 0,75

** Estos valores comprenden una mejora de 13 kcal/h (10 % calor sensible y 50 % calor latente) por ocupante, para tener en cuenta el calor dispendido por los plifitos.

*** Bowling - Admitir una persona por pista jugando, y todas las otras sentadas (100 kcal/h) o de pie (139 kcal/h).

(Carrier, 1980)

Anexo 11 Ganancias debido a los aparatos eléctricos

| APARATOS | DIMENSIONES TOTALES en pie-ni sea (mm) | MANDO | DATOS DIVERSOS | Potencia nominal (kcal/h) | Potencia en marcha continua (kcal/h) | GANANCIAS A ADMITIR PARA USO MEDIO | | |
|--|--|-----------------|---|---------------------------------|---|---------------------------------------|------------------------------|----------------------------|
| | | | | | | Calor sensitivo (kcal/h) | Calor latente (kcal/h) | Calor total (kcal/h) |
| Percolador 2 litros Calent. de agua 2 litros | | Manual | | 369 77 | 375 77 | 227 88 | 55 22 | 182 80 |
| 4 percoladores con reserva de 17 litros | 566 x 752 x 640 H. | Auto. | Calentador agua 2000 vatios Percolador 2690 vatios | 4225 | | 1200 | 300 | 1500 |
| 10 litros Cafetera 10 litros 20 litros | 381 φ x 854 H. 305 φ x 864 φ x 530 H. 457 φ x 940 H. | Manual Auto. | Negro Niquelado Niquelado | 3009 3855 4260 | 3750 639 698 | 650 550 858 | 425 375 575 | 1875 125 1425 |
| Máquina donut | 358 x 358 x 1490 H. | Auto. | Extractor motor de 1/2 CV | 4605 | | 1250 | | 1150 |
| Cocodora para hervir | 254 x 232 x 435 H. | Manual | Media 550 vatios Lenta 275 vatios | 335 | | 300 | 200 | 300 |
| Mesa caliente, con ca- lentaplatos, por m ² de superficie | | Auto. | Aislado. Calentador separado para cada plato. Calentaplatos en la parte inferior. | 3009 | 1358 | 958 | 650 | 1950 |
| Mesa caliente, sin ca- lentaplatos, por m ² de superficie | | Auto. | Coste arriba, pero sin calentaplatos | 2256 | 1096 | 548 | 960 | 1400 |
| Freidora 8 litros aceite | 330 φ x 355 H. | Auto. | | 2220 | 2751 | 406 | 680 | 1080 |
| Freidora 10 litros aceite | 476 x 457 x 395 H. | Auto. | Superficie 300 x 360 mm. | 3995 | 5020 | 950 | 1425 | 2175 |
| Placa calentadora | 457 x 457 x 233 H. | Auto. | Superficie activa 450 x 360 mm. | 3036 | 708 | 775 | 425 | 1100 |
| Parrilla para carne | 355 x 355 x 254 H. | Auto. | Superf. útil 250 x 300 mm. | 3156 | 475 | 975 | 535 | 1180 |
| Parrilla para sandwich | 330 x 355 x 254 H. | Auto. | Superficie de parrilla 300 x 300 mm. | 4476 | 475 | 425 | 375 | 150 |
| Calentador de pan | 660 x 432 x 230 H. | Auto. | 1 cajón | 3321 | 381 | 275 | 25 | 300 |
| Tostador (continuo) | 381 x 381 x 713 H. | Auto. | Para dos cortes 360 cortes/h. | 3875 | 1250 | 1275 | 325 | 1160 |
| Tostador (continuo) | 508 x 381 x 713 H. | Auto. | Para 4 cortes 720 cortes/h. | 4215 | | 1525 | 650 | 2 775 |
| Tostador (automático) | 353 x 379 x 238 H. | Auto. | 2 cortes | 1827 | 250 | 617 | 110 | 700 |
| Molde de tortas | 305 x 330 x 254 H. | Auto. | 1 torte de 180 mm. | 420 | 150 | 375 | 385 | 140 |
| Molde de tortas | 253 x 330 x 254 H. | Auto. | 12 tortes de 84 x 95 mm. | 1810 | 373 | 775 | 525 | 1180 |

* En el caso en que exista una campana bien proyectada, con extracción mecánica, multiplicar los valores anteriores por 0,5.

(Carrier, 1980)

Anexo 13 Coeficientes por renovación de aire

| Occupancy Category | People Outdoor Air Rate R_p | | Area Outdoor Air Rate R_a | | Notes | Default Values | | Air Class | |
|----------------------------------|-------------------------------|------------|-----------------------------|--------------------|-------|---|--|-----------|---|
| | cfm/person | L/s-person | cfm/ft ² | L/s-m ² | | Occupant Density | Combined Outdoor Air Rate (see Note 5) | | |
| | | | | | | (see Note 4) #/1000 ft ² or #/100 m ² | cfm/person L/s-person | | |
| Correctional Facilities | | | | | | | | | |
| Cell | 5 | 2.5 | 0.12 | 0.6 | | 25 | 10 | 4.9 | 2 |
| Dayroom | 3 | 2.5 | 0.06 | 0.3 | | 30 | 7 | 3.5 | 1 |
| Guard stations | 5 | 2.5 | 0.06 | 0.3 | | 15 | 9 | 4.5 | 1 |
| Booking/waiting | 7.5 | 3.8 | 0.06 | 0.3 | | 50 | 6 | 4.4 | 2 |
| Educational Facilities | | | | | | | | | |
| Daycare (through age 4) | 10 | 5 | 0.18 | 0.9 | | 25 | 17 | 8.6 | 2 |
| Daycare classroom | 10 | 5 | 0.18 | 0.9 | | 25 | 17 | 8.6 | 3 |
| Classrooms (ages 5-8) | 30 | 5 | 0.12 | 0.6 | | 25 | 15 | 7.4 | 1 |
| Classrooms (age 9 plus) | 30 | 5 | 0.12 | 0.6 | | 35 | 13 | 6.7 | 1 |
| Lecture classroom | 7.5 | 3.8 | 0.06 | 0.3 | | 65 | 8 | 4.3 | 1 |
| Lecture hall (fixed seats) | 7.5 | 3.8 | 0.06 | 0.3 | | 130 | 8 | 4.0 | 1 |
| Art classroom | 10 | 5 | 0.18 | 0.9 | | 20 | 19 | 9.5 | 2 |
| Science laboratories | 10 | 5 | 0.18 | 0.9 | | 25 | 17 | 8.6 | 2 |
| University/college laboratories | 10 | 5 | 0.18 | 0.9 | | 25 | 17 | 8.6 | 2 |
| Wood/metal shop | 10 | 5 | 0.18 | 0.9 | | 20 | 19 | 9.5 | 2 |
| Computer lab | 30 | 5 | 0.12 | 0.6 | | 25 | 15 | 7.4 | 1 |
| Media center | 10 | 5 | 0.12 | 0.6 | A | 25 | 15 | 7.4 | 1 |
| Music/theater/dance | 10 | 5 | 0.06 | 0.3 | | 35 | 12 | 5.9 | 1 |
| Multi-use assembly | 7.5 | 3.8 | 0.06 | 0.3 | | 100 | 8 | 4.1 | 1 |
| Food and Beverage Service | | | | | | | | | |
| Restaurant dining rooms | 7.5 | 3.8 | 0.18 | 0.9 | | 70 | 10 | 5.1 | 2 |
| Cafeteria/fast-food dining | 7.5 | 3.8 | 0.18 | 0.9 | | 100 | 9 | 4.7 | 2 |
| Bars, cocktail lounges | 7.5 | 3.8 | 0.18 | 0.9 | | 100 | 9 | 4.7 | 2 |
| General | | | | | | | | | |
| Break rooms | 5 | 2.5 | 0.06 | 0.3 | | 25 | 10 | 5.1 | 1 |
| Coffee stations | 5 | 2.5 | 0.06 | 0.3 | | 20 | 11 | 5.5 | 1 |
| Conference/meeting | 5 | 2.5 | 0.06 | 0.3 | | 50 | 6 | 3.1 | 1 |
| Corridors | - | - | 0.06 | 0.3 | | - | - | - | 1 |
| Storage rooms | - | - | 0.12 | 0.6 | B | - | - | - | 1 |

ASHRAE Estándar 62.1-2007

Anexo 14 Hoja de cálculo de carga térmica de Gerencia

| Chvac - Full Commercial HVAC Loads Calculation Program Elite Software Development College Station, TX 77845 | | Elite Software Development, Inc. Simplex Go Page 10 |
|--|-------------|---|
| Air Handler #1 - Evaporador-1 - Total Load Summary | | |
| Air Handler Description: Evaporador-1 Constant Volume - Proportion | | |
| Supply Air Fan: Blow-Thru with program estimated horsepower of 0.48 HP | | |
| Fan Input: 65% motor and fan efficiency with 2.5 in. water across the fan | | |
| Sensible Heat Ratio: 0.94 --- This system occurs 1 time(s) in the building. --- | | |
| Air System Peak Time: 4pm in April. | | |
| Outdoor Conditions: Clg: 83° DB, 72° WB, 102.24 grains | | |
| Indoor Conditions: Clg: 72° DB, 55% RH | | |
| Summer: Ventilation controls outside air, --- Winter: Exhaust controls outside air. | | |
| Zone Space sensible loss: | 0 Btuh | |
| Infiltration sensible loss: | 0 Btuh | 0 CFM |
| Outside Air sensible loss: | 0 Btuh | 0 CFM |
| Supply Duct sensible loss: | 0 Btuh | |
| Return Duct sensible loss: | 0 Btuh | |
| Return Plenum sensible loss: | 0 Btuh | |
| Total System sensible loss: | | 0 Btuh |
| Heating Supply Air: 0 / (.998 X 1.08 X 0) = 0 CFM | | |
| Winter Vent Outside Air (0.0% of supply) = 0 CFM | | |
| Zone space sensible gain: | 14,597 Btuh | |
| Infiltration sensible gain: | 0 Btuh | |
| Draw-thru fan sensible gain: | 0 Btuh | |
| Supply duct sensible gain: | 0 Btuh | |
| Reserve sensible gain: | 0 Btuh | |
| Total sensible gain on supply side of coil: | | 14,597 Btuh |
| Cooling Supply Air: 14,597 / (.998 X 1.1 X 17) = 801 CFM | | |
| Summer Vent Outside Air (5.0% of supply) = 40 CFM | | |
| Return duct sensible gain: | 0 Btuh | |
| Return plenum sensible gain: | 0 Btuh | |
| Outside air sensible gain: | 501 Btuh | 40 CFM |
| Blow-thru fan sensible gain: | 1,228 Btuh | |
| Total sensible gain on return side of coil: | | 1,728 Btuh |
| Total sensible gain on air handling system: | | 16,325 Btuh |
| Zone space latent gain: | 920 Btuh | |
| Infiltration latent gain: | 0 Btuh | |
| Outside air latent gain: | 982 Btuh | |
| Total latent gain on air handling system: | | 1,902 Btuh |
| Total system sensible and latent gain: | | 18,227 Btuh |
| Check Figures | | |
| Total Air Handler Supply Air (based on a 17° TD): | | 801 CFM |
| Total Air Handler Vent. Air (5.00% of Supply): | | 40 CFM |
| Total Conditioned Air Space: | | 190 Sq.ft |
| Supply Air Per Unit Area: | | 4.2070 CFM/Sq.ft |
| Area Per Cooling Capacity: | | 125.3 Sq.ft/Ton |
| Cooling Capacity Per Area: | | 0.0080 Tons/Sq.ft |
| Heating Capacity Per Area: | | 0.00 Btuh/Sq.ft |
| Total Heating Required With Outside Air: | | 0 Btuh |
| Total Cooling Required With Outside Air: | | 1.52 Tons |

Exportación del Elite Psychart

Anexo 15 Hoja de cálculo de carga térmica de Operaciones

| Chivao - Full Commercial HVAC Loads Calculation Program | | Elite Software Development, Inc. | |
|---|--|---|-------------|
| Elite Software Development College Station, TX 77845 | | Simplex Go Page 12 | |
| Air Handler #2 - Evaporador-2 - Total Load Summary | | | |
| Air Handler Description: | Evaporador-2 Constant Volume - Proportion | | |
| Supply Air Fan: | Blow-Thru with program estimated horsepower of 1.15 HP | | |
| Fan Input: | 65% motor and fan efficiency with 2.5 in. water across the fan | | |
| Sensible Heat Ratio: | 0.93 | — This system occurs 1 time(s) in the building. — | |
| Air System Peak Time: | 4pm in April. | | |
| Outdoor Conditions: | Clg: 83° DB, 72° WB, 102.24 grains | | |
| Indoor Conditions: | Clg: 72° DB, 55% RH | | |
| Summer: Ventilation controls outside air, — Winter: Exhaust controls outside air. | | | |
| Zone Space sensible loss: | 0 Btuh | | |
| Infiltration sensible loss: | 0 Btuh | 0 CFM | |
| Outside Air sensible loss: | 0 Btuh | 0 CFM | |
| Supply Duct sensible loss: | 0 Btuh | | |
| Return Duct sensible loss: | 0 Btuh | | |
| Return Plenum sensible loss: | 0 Btuh | | |
| Total System sensible loss: | | | 0 Btuh |
| Heating Supply Air: $0 / (.998 \times 1.08 \times 0) =$ | | 0 CFM | |
| Winter Vent Outside Air (0.0% of supply) = | | 0 CFM | |
| Zone space sensible gain: | 34,731 Btuh | | |
| Infiltration sensible gain: | 0 Btuh | | |
| Draw-thru fan sensible gain: | 0 Btuh | | |
| Supply duct sensible gain: | 0 Btuh | | |
| Reserve sensible gain: | 0 Btuh | | |
| Total sensible gain on supply side of coil: | | | 34,731 Btuh |
| Cooling Supply Air: $34,731 / (.998 \times 1.1 \times 17) =$ | | 1,905 CFM | |
| Summer Vent Outside Air (6.3% of supply) = | | 120 CFM | |
| Return duct sensible gain: | 0 Btuh | | |
| Return plenum sensible gain: | 0 Btuh | | |
| Outside air sensible gain: | 1,503 Btuh | 120 CFM | |
| Blow-thru fan sensible gain: | 2,921 Btuh | | |
| Total sensible gain on return side of coil: | | | 4,424 Btuh |
| Total sensible gain on air handling system: | | | 39,154 Btuh |
| Zone space latent gain: | 2,760 Btuh | | |
| Infiltration latent gain: | 0 Btuh | | |
| Outside air latent gain: | 2,945 Btuh | | |
| Total latent gain on air handling system: | | | 5,705 Btuh |
| Total system sensible and latent gain: | | | 44,860 Btuh |
| Check Figures | | | |
| Total Air Handler Supply Air (based on a 17° TD): | | 1,905 CFM | |
| Total Air Handler Vent. Air (6.30% of Supply): | | 120 CFM | |
| Total Conditioned Air Space: | | 757 Sq.ft | |
| Supply Air Per Unit Area: | | 2.5153 CFM/Sq.ft | |
| Area Per Cooling Capacity: | | 202.6 Sq.ft/Ton | |
| Cooling Capacity Per Area: | | 0.0049 Tons/Sq.ft | |
| Heating Capacity Per Area: | | 0.00 Btuh/Sq.ft | |
| Total Heating Required With Outside Air: | | 0 Btuh | |
| Total Cooling Required With Outside Air: | | 3.74 Tons | |


Elite Psychart, 2020

Anexo 16 Hoja de cálculo de carga térmica de Sala de Reunión

| Chvao - Full Commercial HVAC Loads Calculation Program | | Elite Software Development, Inc. | |
|---|--|---|------------|
| Elite Software Development College Station, TX 77845 | | Simplex Co Page 3 | |
| Air Handler #1 - Evaporador-3 - Total Load Summary | | | |
| Air Handler Description: | Evaporador-3 Constant Volume - Proportion | | |
| Supply Air Fan: | Blow-Thru with program estimated horsepower of 0.16 HP | | |
| Fan Input: | 65% motor and fan efficiency with 2.5 in. water across the fan | | |
| Sensible Heat Ratio: | 0.84 | — This system occurs 1 time(s) in the building. — | |
| Air System Peak Time: | 5pm In January. | | |
| Outdoor Conditions: | Cig: 84° DB, 75° WB, 115.32 grains | | |
| Indoor Conditions: | Cig: 72° DB, 55% RH | | |
| Because of the diversity in zone, plenum and ventilation loads, the zone sensible peak time in December at 8pm is different from the total system peak time, hence the air system CFM was computed using a zone sensible load of 4,814. | | | |
| Summer: Ventilation controls outside air, — Winter: Exhaust controls outside air. | | | |
| Zone Space sensible loss: | 0 Btuh | | |
| Infiltration sensible loss: | 0 Btuh | 0 CFM | |
| Outside Air sensible loss: | 0 Btuh | 0 CFM | |
| Supply Duct sensible loss: | 0 Btuh | | |
| Return Duct sensible loss: | 0 Btuh | | |
| Return Plenum sensible loss: | 0 Btuh | | |
| Total System sensible loss: | | | 0 Btuh |
| Heating Supply Air: $0 / (.996 \times 1.08 \times 0) =$ | | 0 CFM | |
| Winter Vent Outside Air (0.0% of supply) = | | 0 CFM | |
| Zone space sensible gain: | 4,814 Btuh | | |
| Infiltration sensible gain: | 0 Btuh | | |
| Draw-thru fan sensible gain: | 0 Btuh | | |
| Supply duct sensible gain: | 0 Btuh | | |
| Reserve sensible gain: | 0 Btuh | | |
| Total sensible gain on supply side of coil: | | | 4,814 Btuh |
| Cooling Supply Air: $4,814 / (.996 \times 1.1 \times 17) =$ | | 264 CFM | |
| Summer Vent Outside Air (15.1% of supply) = | | 40 CFM | |
| Return duct sensible gain: | 0 Btuh | | |
| Return plenum sensible gain: | 0 Btuh | | |
| Outside air sensible gain: | 589 Btuh | 40 CFM | |
| Blow-thru fan sensible gain: | 405 Btuh | | |
| Total sensible gain on return side of coil: | | | 994 Btuh |
| Total sensible gain on air handling system: | | | 5,808 Btuh |
| Zone space latent gain: | 920 Btuh | | |
| Infiltration latent gain: | 0 Btuh | | |
| Outside air latent gain: | 1,420 Btuh | | |
| Total latent gain on air handling system: | | | 2,340 Btuh |
| Total system sensible and latent gain: | | | 8,148 Btuh |
| Check Figures | | | |
| Total Air Handler Supply Air (based on a 17° TD): | | 264 CFM | |
| Total Air Handler Vent. Air (15.15% of Supply): | | 40 CFM | |
| Total Conditioned Air Space: | | 125 Sq.ft | |
| Supply Air Per Unit Area: | | 2.1049 CFM/Sq.ft | |
| Area Per Cooling Capacity: | | 184.7 Sq.ft/Ton | |
| Cooling Capacity Per Area: | | 0.0054 Tons/Sq.ft | |
| Heating Capacity Per Area: | | 0.00 Btuh/Sq.ft | |
| Total Heating Required With Outside Air: | | 0 Btuh | |
| Total Cooling Required With Outside Air: | | 0.68 Tons | |

Exportación del Elite Psychart

Anexo 17 Hoja de cálculo de carga térmica de Directorio

| Chivo - Full Commercial HVAC Loads Calculation Program Elite Software Development College Station, TX 77845 |  | Elite Software Development, Inc. Simplex Co Page 11 |
|---|---|---|
| Air Handler #2 - Evaporador-4 - Total Load Summary | | |
| Air Handler Description: | Evaporador-4 Constant Volume - Proportion | |
| Supply Air Fan: | Blow-Thru with program estimated horsepower of 0.23 HP | |
| Fan Input: | 65% motor and fan efficiency with 2.5 in. water across the fan | |
| Sensible Heat Ratio: | 0.63 | — This system occurs 1 time(s) in the building. — |
| Air System Peak Time: | 5pm in January. | |
| Outdoor Conditions: | Ctg: 84° DB, 75° WB, 115.32 grains | |
| Indoor Conditions: | Ctg: 72° DB, 55% RH | |
| <p>Because of the diversity in zone, plenum and ventilation loads, the zone sensible peak time in December at 8pm is different from the total system peak time, hence the air system CFM was computed using a zone sensible load of 6,926.</p> <p>Summer: Ventilation controls outside air, — Winter: Exhaust controls outside air.</p> | | |
| Zone Space sensible loss: | 0 Btuh | |
| Infiltration sensible loss: | 0 Btuh | 0 CFM |
| Outside Air sensible loss: | 0 Btuh | 0 CFM |
| Supply Duct sensible loss: | 0 Btuh | |
| Return Duct sensible loss: | 0 Btuh | |
| Return Plenum sensible loss: | 0 Btuh | |
| Total System sensible loss: | | 0 Btuh |
| Heating Supply Air: $0 / (.998 \times 1.08 \times 0) =$ | | 0 CFM |
| Winter Vent Outside Air (0.0% of supply) = | | 0 CFM |
| Zone space sensible gain: | 6,926 Btuh | |
| Infiltration sensible gain: | 0 Btuh | |
| Draw-thru fan sensible gain: | 0 Btuh | |
| Supply duct sensible gain: | 0 Btuh | |
| Reserve sensible gain: | 0 Btuh | |
| Total sensible gain on supply side of coil: | | 6,926 Btuh |
| Cooling Supply Air: $6,926 / (.998 \times 1.1 \times 17) =$ | | 380 CFM |
| Summer Vent Outside Air (15.8% of supply) = | | 60 CFM |
| Return duct sensible gain: | 0 Btuh | |
| Return plenum sensible gain: | 0 Btuh | |
| Outside air sensible gain: | 883 Btuh | 60 CFM |
| Blow-thru fan sensible gain: | 583 Btuh | |
| Total sensible gain on return side of coil: | | 1,466 Btuh |
| Total sensible gain on air handling system: | | 8,392 Btuh |
| Zone space latent gain: | 1,380 Btuh | |
| Infiltration latent gain: | 0 Btuh | |
| Outside air latent gain: | 2,130 Btuh | |
| Total latent gain on air handling system: | | 3,510 Btuh |
| Total system sensible and latent gain: | | 11,902 Btuh |
| Check Figures | | |
| Total Air Handler Supply Air (based on a 17° TD): | | 380 CFM |
| Total Air Handler Vent. Air (15.79% of Supply): | | 60 CFM |
| Total Conditioned Air Space: | | 168 Sq.ft |
| Supply Air Per Unit Area: | | 2.2659 CFM/Sq.ft |
| Area Per Cooling Capacity: | | 169.0 Sq.ft/Ton |
| Cooling Capacity Per Area: | | 0.0059 Tons/Sq.ft |
| Heating Capacity Per Area: | | 0.00 Btuh/Sq.ft |
| Total Heating Required With Outside Air: | | 0 Btuh |
| Total Cooling Required With Outside Air: | | 0.99 Tons |

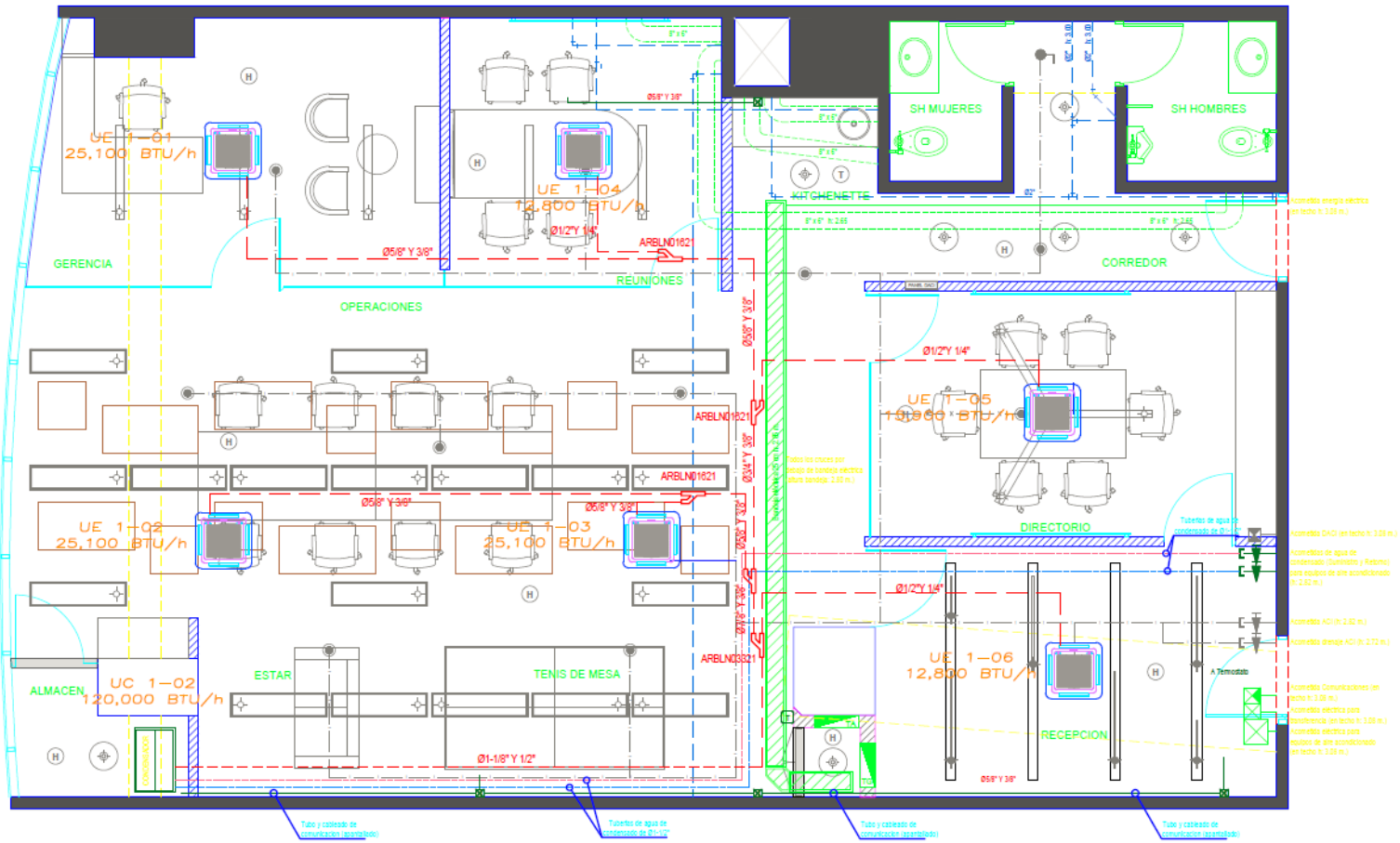
Exportación del Elite Psychart

Anexo 18 Hoja de cálculo de carga térmica de Directorio

| Chivao - Full Commercial HVAC Loads Calculation Program | | Elite Software Development, Inc. | |
|---|--|---|------------|
| Elite Software Development College Station, TX 77845 | | Simplex Co Page 8 | |
| Air Handler #1 - Evaporador-5 - Total Load Summary | | | |
| Air Handler Description: | Evaporador-5 Constant Volume - Proportion | | |
| Supply Air Fan: | Blow-Thru with program estimated horsepower of 0.18 HP | | |
| Fan Input: | 65% motor and fan efficiency with 2.5 in. water across the fan | | |
| Sensible Heat Ratio: | 0.83 | — This system occurs 1 time(s) in the building. — | |
| Air System Peak Time: | 5pm in January. | | |
| Outdoor Conditions: | Cig: 84° DB, 75° WB, 115.32 grains | | |
| Indoor Conditions: | Cig: 72° DB, 55% RH | | |
| Because of the diversity in zone, plenum and ventilation loads, the zone sensible peak time in December at 8pm is different from the total system peak time, hence the air system CFM was computed using a zone sensible load of 5,459. | | | |
| Summer: Ventilation controls outside air, — Winter: Exhaust controls outside air. | | | |
| Zone Space sensible loss: | 0 Btuh | | |
| Infiltration sensible loss: | 0 Btuh | 0 CFM | |
| Outside Air sensible loss: | 0 Btuh | 0 CFM | |
| Supply Duct sensible loss: | 0 Btuh | | |
| Return Duct sensible loss: | 0 Btuh | | |
| Return Plenum sensible loss: | 0 Btuh | | |
| Total System sensible loss: | | | 0 Btuh |
| Heating Supply Air: $0 / (.998 \times 1.08 \times 0) =$ | | 0 CFM | |
| Winter Vent Outside Air (0.0% of supply) = | | 0 CFM | |
| Zone space sensible gain: | 5,459 Btuh | | |
| Infiltration sensible gain: | 0 Btuh | | |
| Draw-thru fan sensible gain: | 0 Btuh | | |
| Supply duct sensible gain: | 0 Btuh | | |
| Reserve sensible gain: | 0 Btuh | | |
| Total sensible gain on supply side of coil: | | | 5,459 Btuh |
| Cooling Supply Air: $5,459 / (.998 \times 1.1 \times 17) =$ | | 299 CFM | |
| Summer Vent Outside Air (16.7% of supply) = | | 50 CFM | |
| Return duct sensible gain: | 0 Btuh | | |
| Return plenum sensible gain: | 0 Btuh | | |
| Outside air sensible gain: | 736 Btuh | 50 CFM | |
| Blow-thru fan sensible gain: | 459 Btuh | | |
| Total sensible gain on return side of coil: | | | 1,195 Btuh |
| Total sensible gain on air handling system: | | | 6,654 Btuh |
| Zone space latent gain: | 1,150 Btuh | | |
| Infiltration latent gain: | 0 Btuh | | |
| Outside air latent gain: | 1,775 Btuh | | |
| Total latent gain on air handling system: | | | 2,925 Btuh |
| Total system sensible and latent gain: | | | 9,580 Btuh |
| Check Figures | | | |
| Total Air Handler Supply Air (based on a 17° TD): | | 299 CFM | |
| Total Air Handler Vent. Air (16.70% of Supply): | | 50 CFM | |
| Total Conditioned Air Space: | | 169 Sq.ft | |
| Supply Air Per Unit Area: | | 1.7685 CFM/Sq.ft | |
| Area Per Cooling Capacity: | | 212.1 Sq.ft/Ton | |
| Cooling Capacity Per Area: | | 0.0047 Tons/Sq.ft | |
| Heating Capacity Per Area: | | 0.00 Btuh/Sq.ft | |
| Total Heating Required With Outside Air: | | 0 Btuh | |
| Total Cooling Required With Outside Air: | | 0.80 Tons | |

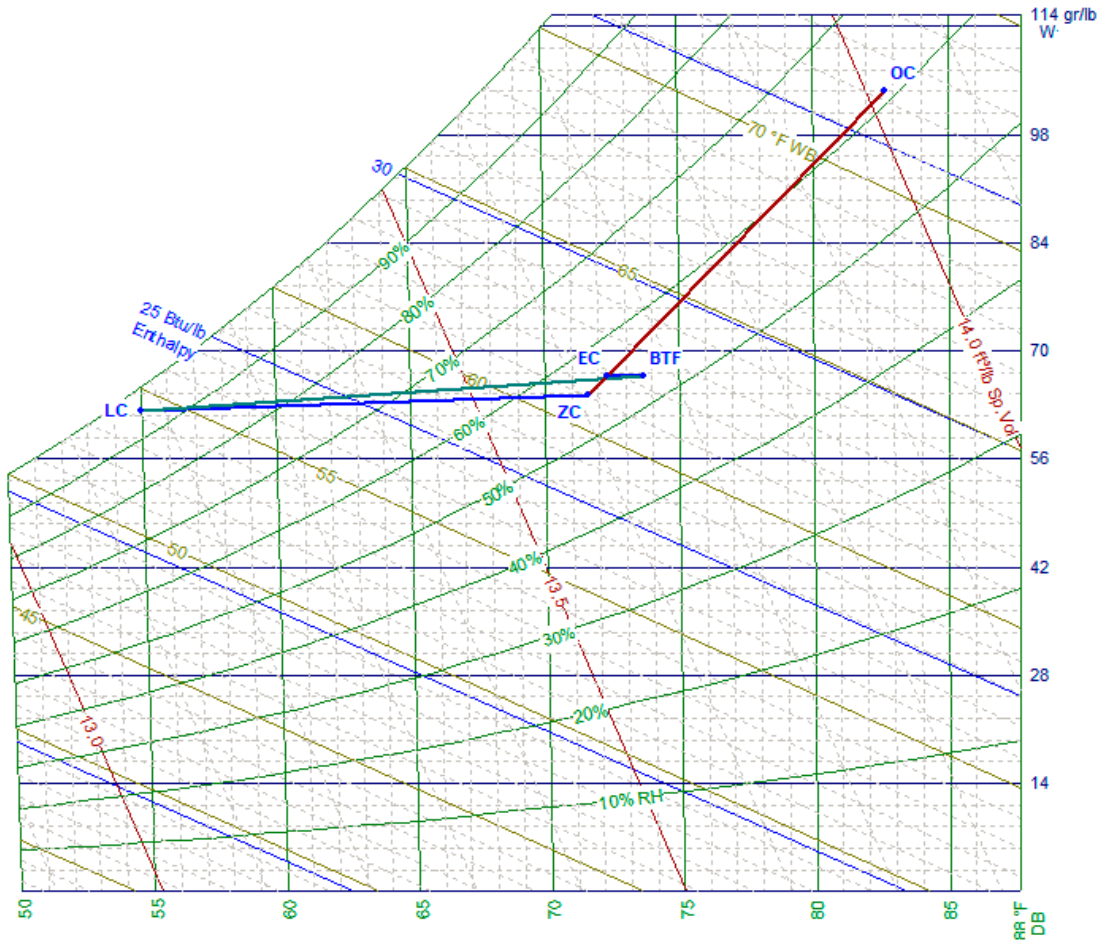
Exportación del Elite Psychart

Anexo 19 Plano Mecánico



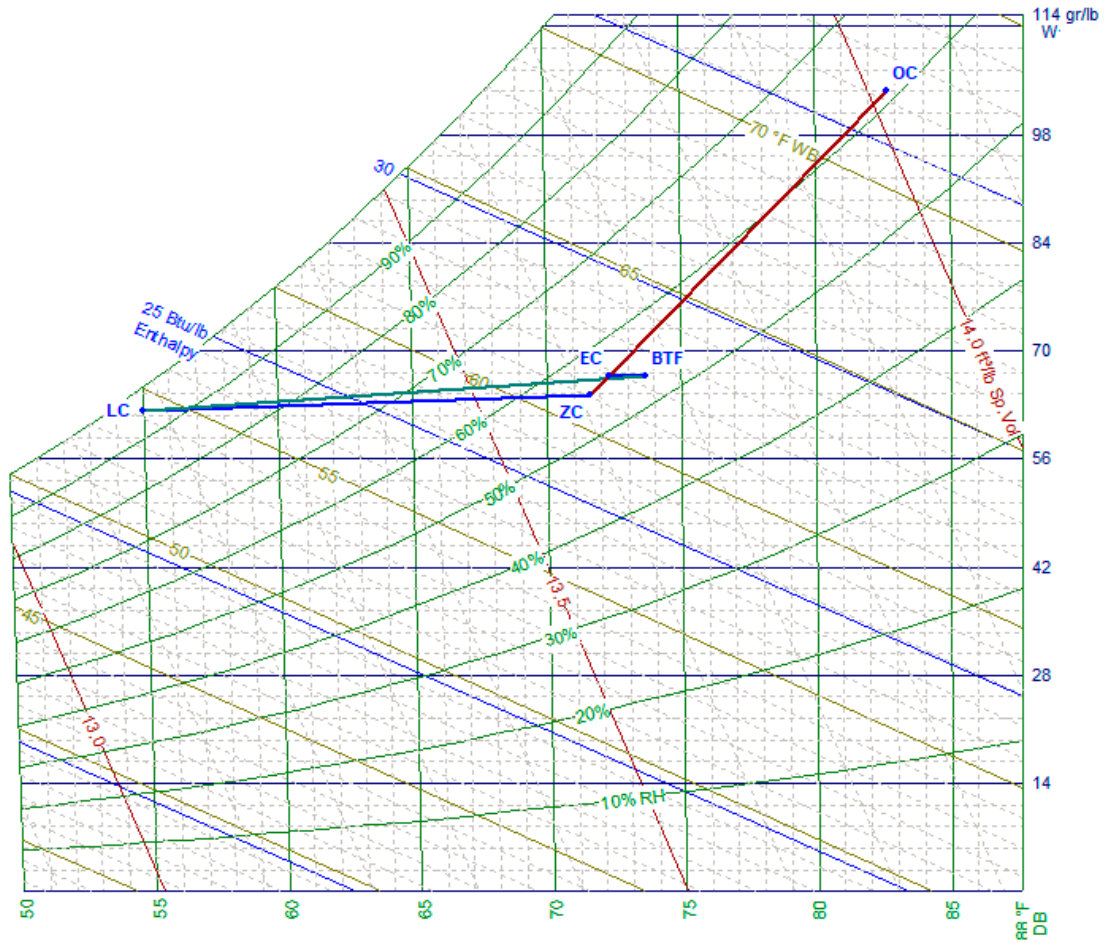
Exportación de AutoCAD

Anexo 20 Proceso Psicrométrico de Gerencia



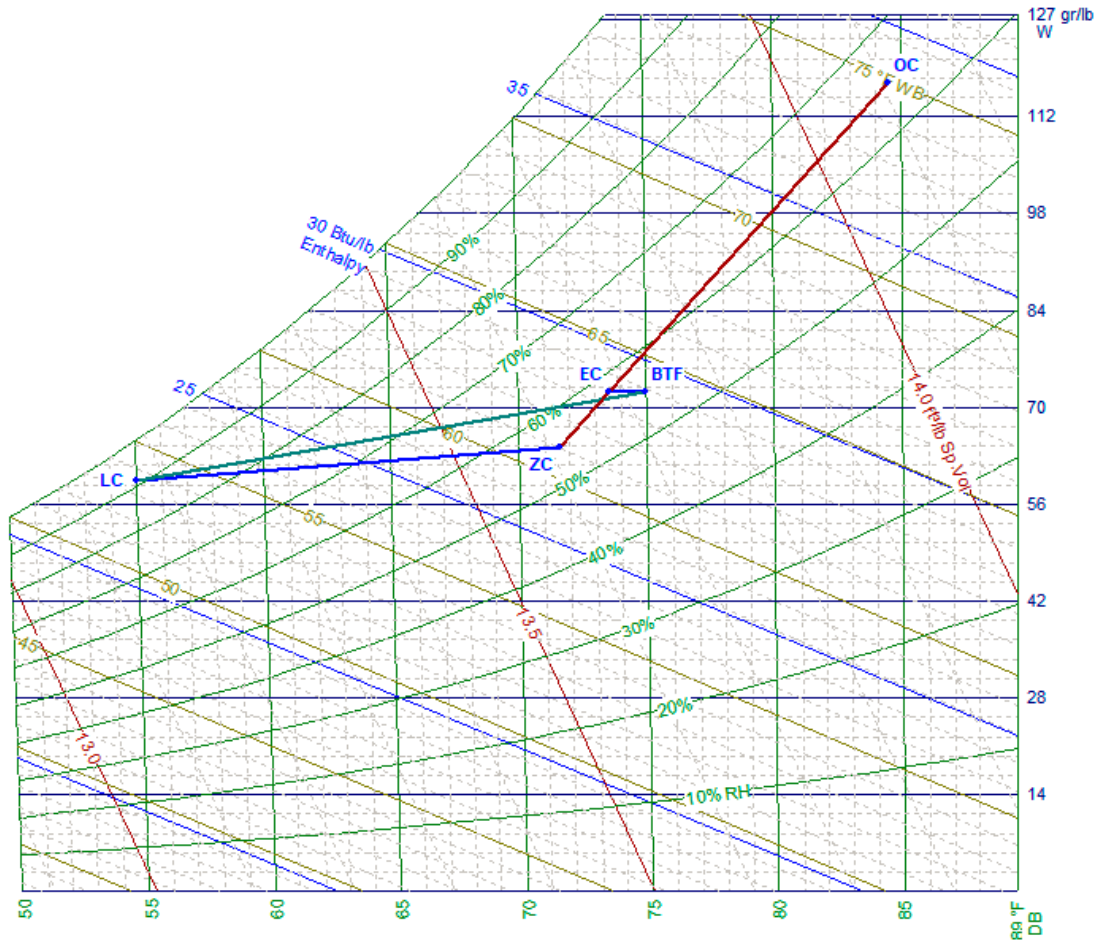
Exportación del Elite Psychart

Anexo 21 Proceso Psicrométrico de Operaciones



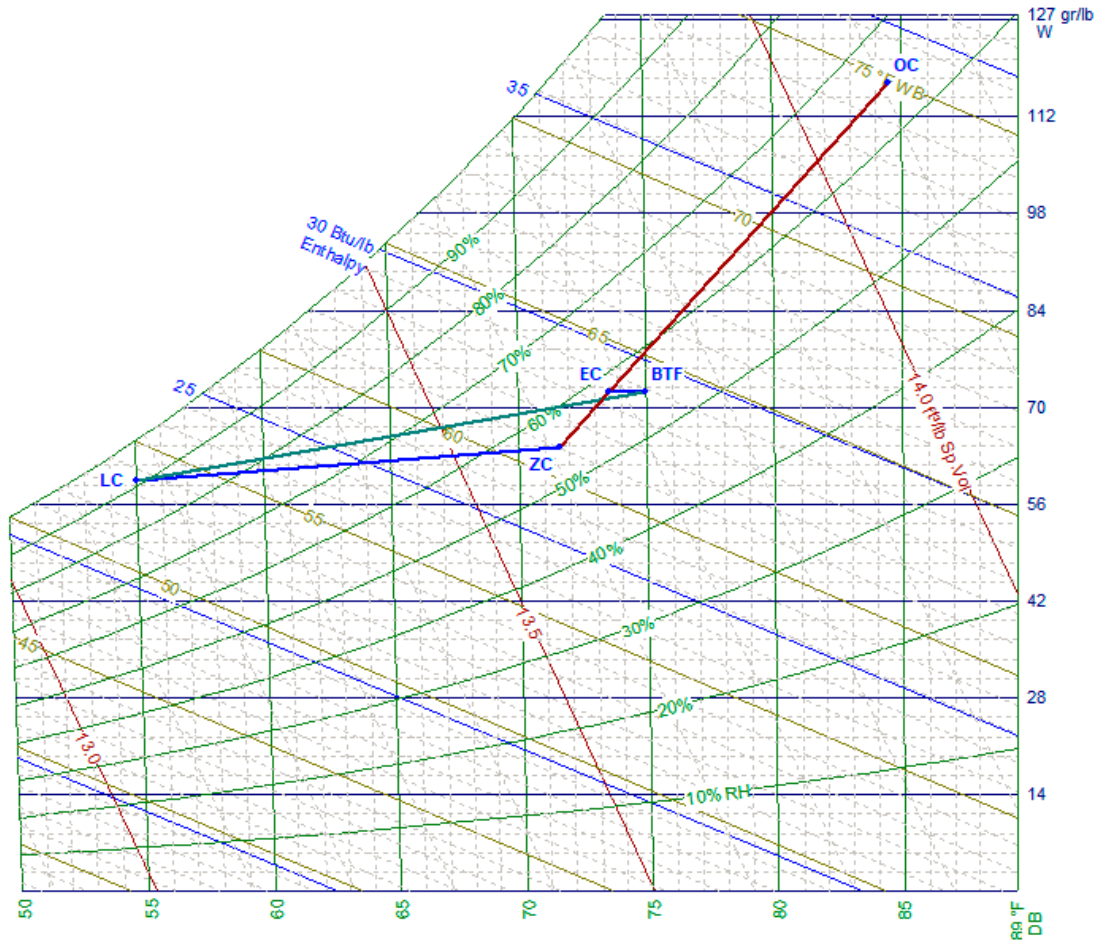
Exportación del Elite Psychart

Anexo 22 Proceso Psicrométrico de Sala de reunión



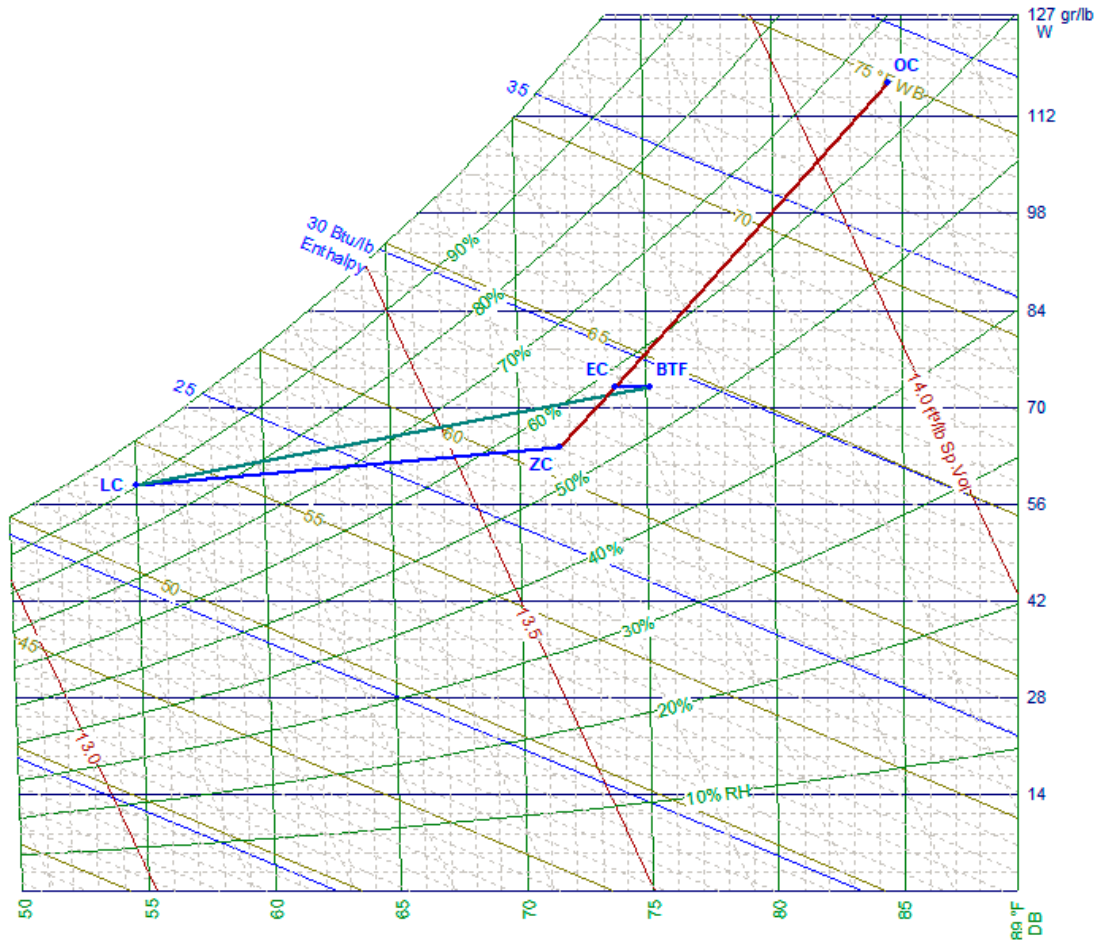
Exportación del Elite Psychart

Anexo 23 Proceso Psicrométrico de Directorio



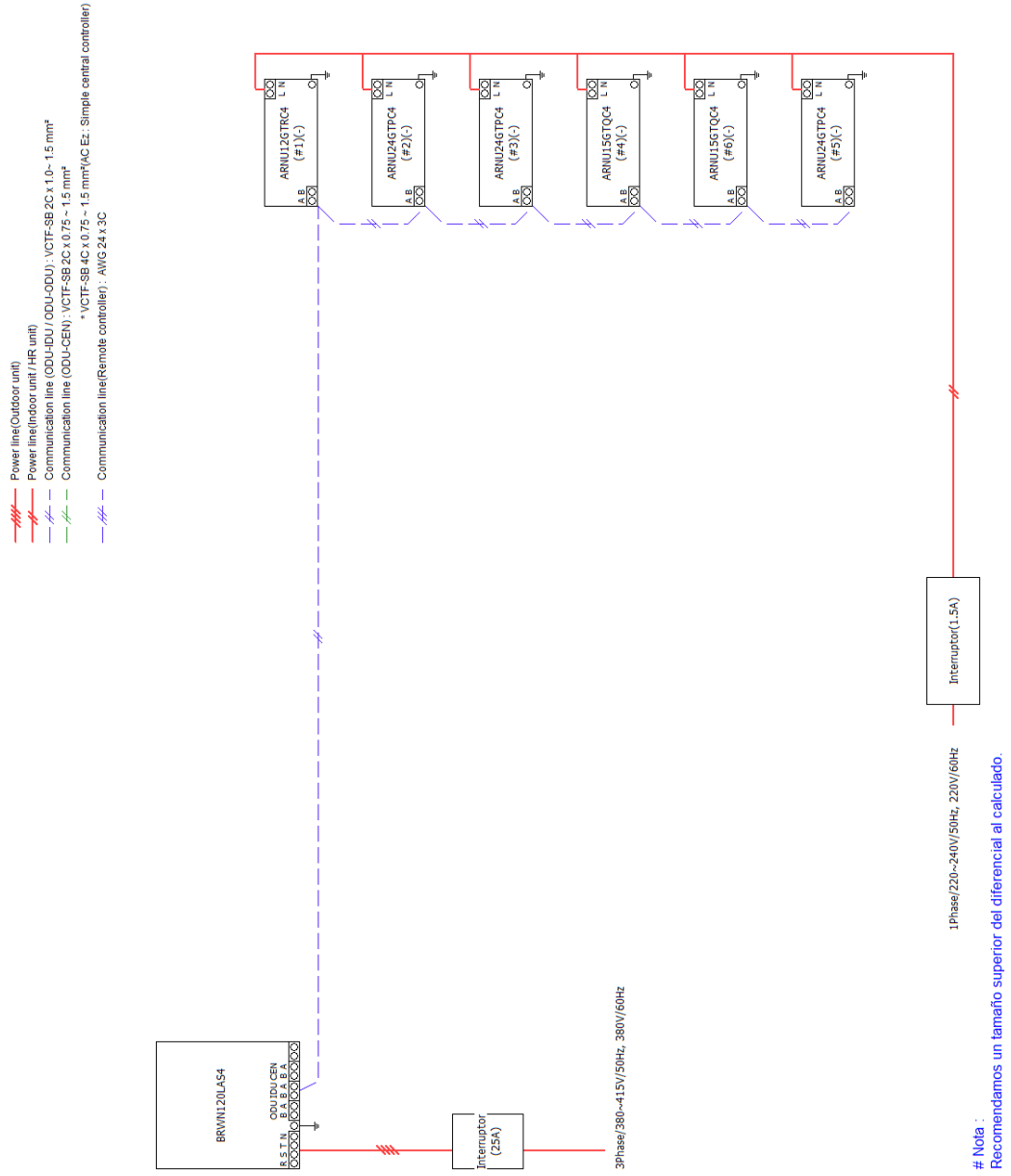
Exportación del Elite Psychart

Anexo 24 Proceso Psicrométrico de Recepción



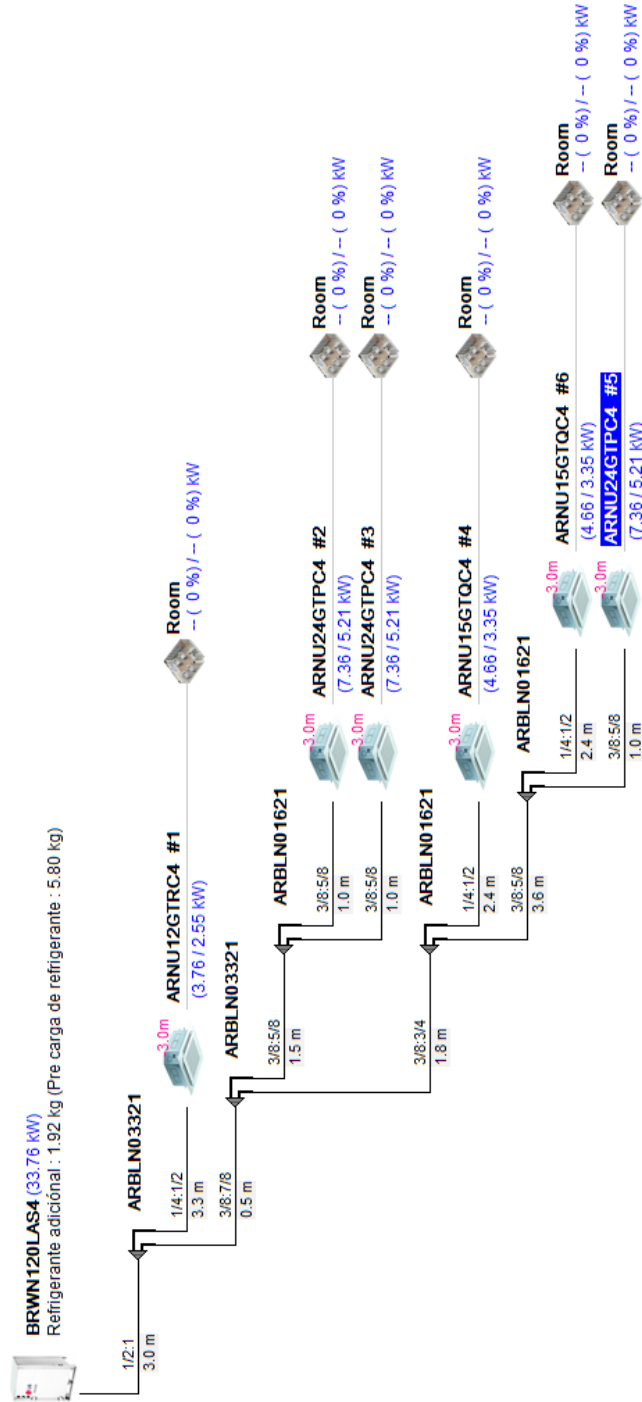
Exportación del Elite Psychart

Anexo 25 Esquema de control eléctrico de la Oficina Simplex Go



Exportación del LatsHVAC

Anexo 26 Recorrido de la red de tubería de cobre



Exportación del LatsHVAC

****** : Aplicación Condicional

Dos tuberías : Líquido, Gas

R Control remoto,
 S Grupo de control,
 D Contacto seco,
 L Leakage Detector,
 T Temperature Sensor,
 A Air purification kit

Unidades interiores : 6 of 30
Combinación (ratio) : 33.9 of 33.6 (101%)
Tubería total : 21.5 of 300.0 m

Anexo 27 Catalogo de Condensador

HEAT PUMP 220V



| HP | | 12 | 14 | 16 | |
|--|-----------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------------|
| Model Name | Combination Unit | ARWN120BAG4 | ARWN140BAG4 | ARWN160BAG4 | |
| | Independent Unit | ARWN120BAG4 | ARWN140BAG4 | ARWN160BAG4 | |
| Capacity | Cooling | kW | 23.6 | 29.2 | 44.8 |
| | | ton/h | 28,900 | 33,700 | 38,500 |
| | | Btu/h | 114,600 | 133,800 | 152,900 |
| | Heating | kW | 27.8 | 44.1 | 50.4 |
| | | ton/h | 32,500 | 37,900 | 43,300 |
| | | Btu/h | 128,000 | 150,500 | 172,000 |
| Input | Cooling | 6.72 | 8.17 | 9.33 | |
| | Heating | 7.00 | 8.48 | 9.69 | |
| Casing Color | Type | Warm Gray, Morning Gray | Warm Gray, Morning Gray | Warm Gray, Morning Gray | |
| | | Hermetically Sealed Scroll | Hermetically Sealed Scroll | Hermetically Sealed Scroll | |
| Compressor | Combination | (Inverter) x 1 | (Inverter) x 1 | (Inverter) x 1 | |
| | Piston Displacement | cm ³ /rev | 43.9 | 43.8 | 43.8 |
| | Number of revolution | rev/min | Inverter 3,600 at 60Hz | Inverter 3,600 at 60Hz | Inverter 3,600 at 60Hz |
| | Motor Output | kW | 4.2 | 4.2 | 4.2 |
| | Starting Method | | Direct On Line | Direct On Line | Direct On Line |
| | Oil Type | | PVC680(PVE) | PVC680(PVE) | PVC680(PVE) |
| | Type | | Stainless Steel Plate | Stainless Steel Plate | Stainless Steel Plate |
| | | | | | |
| Heat Exchanger | Maximum Pressure Resistance | kgf/cm ² | 45 | 45 | 45 |
| | Head Loss | Pa | 21.8 | 28.6 | 36.5 |
| | Rated Water Flow | LPM | 1.6 | 1.9 | 1.9 |
| Temp. range of Operation (water) | Cooling | | 10°C - 45°C(50°F - 113°F) | 10°C - 45°C(50°F - 113°F) | 10°C - 45°C(50°F - 113°F) |
| | Heating | | -5°C - 45°C(23°F - 113°F) | -5°C - 45°C(23°F - 113°F) | -5°C - 45°C(23°F - 113°F) |
| Refrigerant | Liquid Pipes | mm(inch) | 12.7(1/2) | 12.7(1/2) | 12.7(1/2) |
| | Gas Pipes | mm(inch) | 25.4(1) | 25.4(1) | 25.4(1) |
| Water Connecting Pipes | Inlet | mm | PT 40 (Internal) | PT 40 (Internal) | PT 40 (Internal) |
| | Outlet | mm | PT 40 (Internal) | PT 40 (Internal) | PT 40 (Internal) |
| Water Connecting Pipes | Inlet | mm | PT 30 (External) | PT 30 (External) | PT 30 (External) |
| | Outlet | mm | PT 30 (External) | PT 30 (External) | PT 30 (External) |
| Dimensions (W x H x D) | mm | (755 x 987 x 500) x 1 | (755 x 987 x 500) x 1 | (755 x 987 x 500) x 1 | |
| | inch | (29-23/32 x 39-1/4 x 19-11/16) x 1 | (29-23/32 x 39-1/4 x 19-11/16) x 1 | (29-23/32 x 39-1/4 x 19-11/16) x 1 | |
| Net Weight | kg | 127 x 1 | 127 x 1 | 127 x 1 | |
| | lbs | 280 x 1 | 280 x 1 | 280 x 1 | |
| Sound Pressure Level * | Cooling | dB(A) | 56 | 58 | 59 |
| | Heating | dB(A) | 56 | 57 | 59 |
| Sound Power Level * | Cooling | dB(A) | 68 | 70 | 71 |
| | Heating | dB(A) | 68 | 69 | 71 |
| Communication Cable | Name | | 1.0-1.5 x 2C | 1.0-1.5 x 2C | |
| | (VCTT-C2) | | | | |
| Refrigerant | Name | | R410A | R410A | |
| | Charge Amount | kg | 5.8 | 5.8 | 5.8 |
| Control Device | Name | | 12.8 | 12.8 | |
| | | | Electronic expansion valve | Electronic expansion valve | Electronic expansion valve |
| Power Supply | V, 5, Hz | 220, 3, 50/60 | 220, 3, 50/60 | 220, 3, 50/60 | |
| Maximum Connectable Number of Indoor Units | | 20(20) | 22(25) | 26(40) | |

Catalogo Multi V - LG

Anexo 28 Catalogo de Evaporadores



| Model | Independent Unit | ARNU05GTQD4 | ARNU07GTQD4 | ARNU09GTQD4 | ARNU12GTQD4 | ARNU15GTQD4 | ARNU18GTQD4 | ARNU21GTQD4 |
|-------------------|-------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Capacity | Cooling | 1.6 | 2.2 | 2.8 | 3.6 | 4.5 | 5.6 | 6.0 |
| | Heating | 1.8 | 2.5 | 3.2 | 4.0 | 5.0 | 6.3 | 6.8 |
| Power Input | Cooling / Heating | 1.3 | 1.3 | 1.4 | 1.7 | 2.4 | 2.5 | 2.8 |
| | Cooling / Heating | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| Power Supply | | 1 / 220-240 / 50 1 / 220 / 60 | 1 / 220-240 / 50 1 / 220 / 60 | 1 / 220-240 / 50 1 / 220 / 60 | 1 / 220-240 / 50 1 / 220 / 60 | 1 / 220-240 / 50 1 / 220 / 60 | 1 / 220-240 / 50 1 / 220 / 60 | 1 / 220-240 / 50 1 / 220 / 60 |
| Airflow Rate | Cooling | 7.5 / 7.0 / 6.6 | 7.5 / 7.0 / 6.6 | 8.0 / 7.5 / 7.1 | 8.7 / 8.0 / 7.0 | 11.0 / 10.0 / 9.3 | 11.2 / 11.0 / 10.0 | 12.0 / 11.1 / 9.4 |
| | Heating | 7.5 / 7.0 / 6.6 | 7.5 / 7.0 / 6.6 | 8.0 / 7.5 / 7.1 | 8.7 / 8.0 / 7.0 | 11.0 / 10.0 / 9.3 | 11.2 / 11.0 / 10.0 | 12.0 / 11.1 / 9.4 |
| Sound Pressure | Cooling | 29 / 27 / 26 | 29 / 27 / 26 | 30 / 29 / 27 | 32 / 30 / 27 | 36 / 34 / 32 | 37 / 35 / 34 | 40 / 38 / 34 |
| | Heating | 29 / 27 / 26 | 29 / 27 / 26 | 30 / 29 / 27 | 32 / 30 / 27 | 36 / 34 / 32 | 37 / 35 / 34 | 40 / 38 / 34 |
| Dimensions | Body | 570 x 214 x 570 | 570 x 214 x 570 | 570 x 214 x 570 | 570 x 214 x 570 | 570 x 256 x 570 | 570 x 256 x 570 | 570 x 256 x 570 |
| | Net Weight | 12.6 | 12.6 | 13.7 | 13.7 | 15.0 | 15.0 | 15.0 |
| Piping Connection | Liquid | 6.35 | 6.35 | 6.35 | 6.35 | 6.35 | 6.35 | 9.52 |
| | Gas | 12.7 | 12.7 | 12.7 | 12.7 | 12.7 | 12.7 | 15.88 |
| | Drain | 12.7 | 12.7 | 12.7 | 12.7 | 12.7 | 12.7 | 15.88 |
| Modem | Model | PT-UQC | PT-UQC | PT-UQC | PT-UQC | PT-UQC | PT-UQC | PT-UQC |
| | Color (RAL Code) | Morning Fog (RAL 120-4) | Morning Fog (RAL 120-4) | Morning Fog (RAL 120-4) | Morning Fog (RAL 120-4) | Morning Fog (RAL 120-4) | Morning Fog (RAL 120-4) | Morning Fog (RAL 120-4) |
| Panel 1 | Dimensions | 700 x 22 x 700 | 700 x 22 x 700 | 700 x 22 x 700 | 700 x 22 x 700 | 700 x 22 x 700 | 700 x 22 x 700 | 700 x 22 x 700 |
| | Weight | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 |
| | Modem | PT-QCHWD | PT-QCHWD | PT-QCHWD | PT-QCHWD | PT-QCHWD | PT-QCHWD | PT-QCHWD |
| Panel 2 | Dimensions | 630 x 35 x 630 | 630 x 35 x 630 | 630 x 35 x 630 | 630 x 35 x 630 | 630 x 35 x 630 | 630 x 35 x 630 | 630 x 35 x 630 |
| | Weight | 3.1 | 3.1 | 3.1 | 3.1 | 3.1 | 3.1 | 3.1 |
| | Modem | PT-UQC | PT-UQC | PT-UQC | PT-UQC | PT-UQC | PT-UQC | PT-UQC |

* This product contains Fluorinated Greenhouse Gases (R410A)

1) Name: Performance tested under EN14211

2) Rated: Max power input allowed for fan motor

Note: 1. Capacities are based on the following conditions:

- Cooling: Indoor temp. 27°C (80.6°F) DB / 19°C (66.2°F) WB, Outdoor temp. 35°C (95°F) DB / 24°C (75.2°F) WB, Interconnecting piping length 7.5m, Level difference of zero
- Heating: Indoor temp. 20°C (68°F) DB / 13°C (55°F) WB, Outdoor temp. 7°C (44.6°F) DB / 6°C (42.8°F) WB, Interconnecting piping length 7.5m, Level difference of zero

2. Due to our policy of innovation some specifications may be changed without notification. 3. I.D.: Internal Diameter

Accessories

| Model | ARNU05GTQD4 | ARNU07GTQD4 | ARNU09GTQD4 | ARNU12GTQD4 | ARNU15GTQD4 | ARNU18GTQD4 | ARNU21GTQD4 |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Single (1 Contact Point with Case) | | | | | | | |
| Dry | | | | | | | |
| 2 Contact Point | | | | | | | |
| Contact | | | | | | | |
| For Thermostat (On-Off / Mode / Fan Speed) | | | | | | | |
| Modbus Communication | | | | | | | |
| Front Panel | | | | | | | |
| Ventilation Kit | | | | | | | |
| EVV Kit for MultiV Indoor | | | | | | | |

| Wireless Remote Controller | | | | | | | Wireless Remote Controller |
|----------------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|
| Premium | Standard III | | Standard II | | Simple | Simple for Hotel | |
| | | | | | | | |
| PREM7000 | PREMTB100 (White) | PREMTB10 (Black) | PREMTB001 (White) | PREMTB001 (Black) | PQRCHC00 (Black) PQRCHC00W (White) | PQRCHC00 (Black) PQRCHC00W (White) | PQRCHC00 |

212

Catalogo Multi V - LG

Anexo 28 Catalogo de Evaporadores (Cont)



| Model | Independent Unit | ARNU24GTPC4 | ARNU28GTPC4 | ARNU30GTPC4 | ARNU36GTPC4 | ARNU42GTPC4 | ARNU48GTPC4 | ARNU54GTPC4 |
|-------------------|------------------|-----------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Capacity | Cooling | Nom kW | 7.1 | 8.2 | 9.0 | 10.6 | 12.3 | 15.8 |
| | Heating | Nom kW | 8.0 | 9.2 | 10.0 | 11.9 | 13.8 | 18.0 |
| Power Input | Cooling/Heating | Nom ¹⁾ W | 31 | 40 | 40 | 70 | 104 | 135 |
| | Cooling/Heating | Rated ²⁾ W | 40 | 40 | 40 | 144 | 144 | 144 |
| Power Supply | | ØV/Hz | 1 / 220-240 / 50 1 / 220 / 60 | 1 / 220-240 / 50 1 / 220 / 60 | 1 / 220-240 / 50 1 / 220 / 60 | 1 / 220-240 / 50 1 / 220 / 60 | 1 / 220-240 / 50 1 / 220 / 60 | 1 / 220-240 / 50 1 / 220 / 60 |
| Airflow Rate | Cooling | H / M / L | m ³ /min | 17.0 / 15.0 / 13.0 | 19.0 / 16.0 / 14.0 | 24.3 / 22.8 / 19.5 | 25.0 / 21.0 / 19.0 | 30.0 / 27.0 / 24.0 |
| | Heating | H / M / L | m ³ /min | 17.0 / 15.0 / 13.0 | 19.0 / 16.0 / 14.0 | 24.3 / 22.8 / 19.5 | 25.0 / 21.0 / 19.0 | 30.0 / 27.0 / 24.0 |
| Sound Pressure | | H / M / L | dBA | 36 / 34 / 31 | 39 / 35 / 33 | 40 / 36 / 33 | 43 / 40 / 37 | 44 / 41 / 38 |
| Sound Power | | H / M / L | dBA | 55 / 53 / 50 | 56 / 54 / 52 | 57 / 54 / 52 | 62 / 59 / 56 | 63 / 59 / 56 |
| Dimensions | Body | W x H x D | mm | 840 x 204 x 840 | 840 x 204 x 840 | 840 x 204 x 840 | 840 x 246 x 840 | 840 x 288 x 840 |
| Net Weight | | | kg | 20.8 | 20.8 | 20.8 | 23.5 | 26.5 |
| | | | mm | 9.52 | 9.52 | 9.52 | 9.52 | 9.52 |
| Piping Connection | Liquid | | mm | 15.88 | 15.88 | 15.88 | 15.88 | 15.88 |
| | Gas | | mm | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 |
| | Drain | LD | mm | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 | 25.0 |
| Decoration Panel | Model | | | PT-UMC1 | PT-UMC1 | PT-UMC1 | PT-UMC1 | PT-UMC1 |
| | Color (RAL Code) | | | Morning Fog (RAL 120-4) | Morning Fog (RAL 120-4) | Morning Fog (RAL 120-4) | Morning Fog (RAL 120-4) | Morning Fog (RAL 120-4) |
| | Dimensions | W x H x D | mm | 950 x 25 x 950 | 950 x 25 x 950 | 950 x 25 x 950 | 950 x 25 x 950 | 950 x 25 x 950 |
| | Weight | | kg | 5.6 | 5.6 | 5.6 | 5.6 | 5.6 |

* This product contains Fluorinated Greenhouse Gases. (R410A)

1) Nom.: Performance tested under EN14511

2) Rated : Max power input allowed for fan motor

Note : 1. Capacities are based on the following conditions

- Cooling : Indoor temp. 27°C (80.6°F) DB / 19°C (66.2°F) WB, Outdoor temp. 35°C (95°F) DB / 24°C (75.2°F) WB, Interconnecting piping length 7.5m, Level difference of zero

- Heating : Indoor temp. 20°C (68°F) DB / 13°C (55°F) WB, Outdoor temp. 7°C (44.6°F) DB / 0°C (32.6°F) WB, Interconnecting piping length 7.5m, Level difference of zero

2. Due to our policy of innovation some specifications may be changed without notification 3. LD : "Internal Diameter"

Accessories

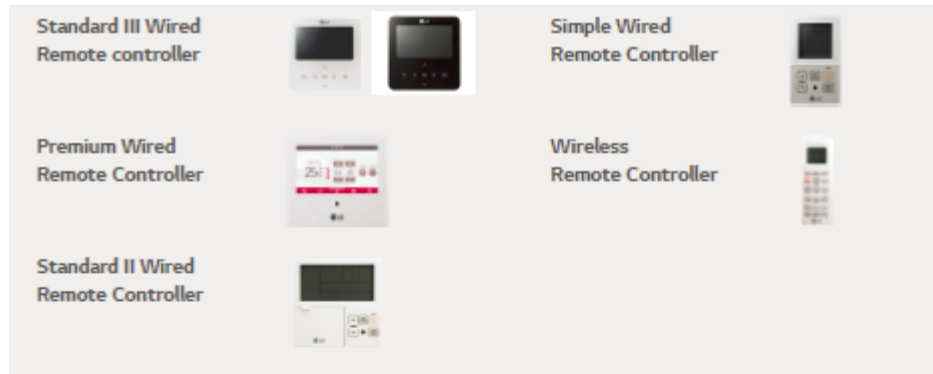
| Model | ARNU24GTPC4 | ARNU28GTPC4 | ARNU30GTPC4 | ARNU36GTPC4 | ARNU42GTPC4 | ARNU48GTPC4 | ARNU54GTPC4 |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------------------|
| Single (1 Contact Point with Case) | | | | | | | PQRYC8000 |
| Dry | | | | | | | PQRYC8400 |
| 2 Contact Point | | | | | | | PQRYC8300 |
| Contact | | | | | | | PQRYC8500 |
| For Thermostat (On-Off / Mode / Fan Speed) | | | | | | | |
| Modbus Communication | | | | | | | |
| Roof Panel | | | | | | | PT-UMC1 |
| Ventilation Kit | | | | | | | PT-UMC1 |
| EVV Kit for MULTI V Indoor | | | | | | | PTN6410 / PTN6420 / PTN6430 |

| Wired Remote Controller | | | | | | | Wireless Remote Controller |
|-------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|----------------------------|
| Premium | Standard III | | Standard II | | Simple | Simple for Hotel | |
| | | | | | | | |
| PREMT000 | PREMT010 (White) | PREMT010 (Black) | PREMT001 (White) | PREMT001 (Black) | PQRCVCL0Q (Black) | PQRCVCL0Q (White) | PQW540Q08 |

213

Catalogo Multi V - LG

Anexo 29 Catalogo de Termostato



Remote Controller Line Up

| Model Name | PREMTA000 | PREMTB100 PREMTB110 | PREMTB001 PREMTB001 | PQRVCLOQW PQRVCLOQ PQRCHCAQW PQRCHCAQ | PQWRHQFDB |
|---|----------------------|------------------------|------------------------|--|-----------------|
| | | | | | |
| On / Off | - | + | + | + | - |
| Fan Speed Control | - | + | + | + | - |
| Temperature Setting | - | + | + | + | - |
| Mode Change | - | + | + | + | - |
| Additional Mode Setting | - | + | + | + | - |
| Auto Swing | - | + | + | + | - |
| Vane Control (Louver Direction) | - | + | + | + | - |
| E.S.P. (External Static Pressure) | - | + | + | + | - |
| Reservation | Weekly / Yearly | Weekly / Yearly | Weekly | - | Sleep, On / Off |
| Child lock / Total Lock | - | + | - | - | - |
| Advanced Lock (on/off mode, set point range) | - | + | Mode | - | - |
| Electric Failure Compensation | - | + | + | + | - |
| Time Display | - | + | + | - | - |
| Filter Sign | - | + | + | - | - |
| Energy Monitoring** | - | + | + | - | - |
| Home Leave | 2 Set Points Control | 2 Set Points Control | + | - | - |
| External Ports | - | DO 1 | - | - | - |

PQRCHCAQW / PQRCHCAQ doesn't offer this function
* Centralized control(PACS4000)-

21

Catalogo Multi V - LG

Anexo 30 Fichas Técnicas de evaporador

Date: _____ For: File Resubmit
 Approval Other _____

PO No.: _____

Architect: _____ GC: _____

Engr: _____ Mech: _____

Rep: _____
(Company) (Project Manager)



ARNU05GTRC4
 Multi V™ 4-Way Ceiling Cassette
 5,500 Btu/h Indoor Unit



Performance:

| | |
|--------------------------------|-------|
| Total Cooling Capacity (Btu/h) | 5,500 |
| Heating Capacity (Btu/h) | 6,100 |
| Power Input ¹ (W) | 30 |

| | |
|---|---|
| <small>Cooling Nominal Test Conditions:</small> | <small>Heating Nominal Test Conditions:</small> |
| <small>Indoor: 80°F DB/67°F WB</small> | <small>Indoor: 70°F DB</small> |
| <small>Outdoor: 95°F DB</small> | <small>Outdoor: 47°F DB/43°F WB</small> |

Electrical:

| | |
|-----------------------|--------------|
| Power Supply (V/Hz/Ø) | 208-230/60/1 |
| Rated Amps (A) | 0.2 |

Piping:

Refrigerant:

| | |
|----------------------|-----------|
| Liquid Line (in, OD) | 1/4 Flare |
| Vapor Line (in, OD) | 1/2 Flare |

Condensate:

| | |
|-------------------------------------|-----|
| Condensate Line (in, OD) | 1 |
| Factory Installed Pump ² | Yes |

Controls Features:

- Auto changeover (Heat Recovery Only)
- Auto operation
- Auto restart
- Child lock
- Dual thermistor control
- Dual setpoint control
- Group control
- High ceiling
- Hot start
- Self diagnostics
- Timer (on/off)
- Weekly schedule
- Auto direction/swing (up/down)
- Fan speed control
- Multiple aux heater applications
- Swirl wind (alternating vanes)
- Jet cool (fast cooling)
- Filter life and power consumption display

Required Accessories:

- Grille Kit (PT-UQC or PT-QCHW0)

Optional Accessories:

- Wireless Remote Controller - PQWRHQ0FDB
- LG Programmable Controller - PREMTB10U
- LG Premium Controller - PREMTA000
- Simple Controller with Mode (Black) - PQRVCLOQ
- Simple Controller with Mode (White) - PQRVCLOQW
- Simple Controller without Mode (Black) - PQRCHCAOQ
- Simple Controller without Mode (White) - PQRCHCAOQW
- Simple Dry Contact (1 contact, 24 VAC external power) - PQDSB1
- Dry Contact for Economizer - PQDSBC1
- Dry Contact for Third Party Thermostat - PQDSBNGCM1
- Wall Mounted Temperature Sensor - PQRSTA0
- Ventilation Kits - PTVK430
- Plasma Filter Kit - PTPKQ0

Entering Mixed Air:

| | |
|----------------------------------|----|
| Cooling Max ³ (°F WB) | 76 |
| Heating Min (°F DB) | 59 |

Unit Data:

| | |
|---|----------|
| Refrigerant Type | R410A |
| Refrigerant Control | EEV |
| Sound Pressure ⁴ dB(A) (H/M/L) | 29/27/26 |
| Primary Filter Type | Washable |
| Secondary Filter Type ⁵ | Plasma |
| Net Weight (lbs) | 29 |
| Shipping Weight (lbs) | 34 |
| Grille Weight (lbs) | 7 |
| Grille Shipping Weight (lbs) | 11 |

Fan:

| | |
|--------------------------|---------------------------------------|
| Type | Turbo |
| Quantity | 1 |
| Motor/Drive | Brushless Digitally Controlled/Direct |
| Motor Quantity | 1 |
| Airflow Rate H/M/L (CFM) | 265/247/212 |

Notes:

1. The Power Input is rated at high speed.
2. Maximum lift is 27 in from bottom of unit.
3. See Engineering Manual for sensible and latent capacities.
4. Sound Pressure levels are tested in an anechoic chamber under ISO Standard 3745.
5. Plasma filter kit accessory available separately.
6. All communication cable to be minimum 18 AWG, 2-conductor, stranded, shielded and must comply with applicable local and national code.
7. Power wiring cable size must comply with the applicable local and national code.
8. This unit comes with a dry nitrogen charge.
9. This data is rated 0 ft above sea level, with 25 ft of refrigerant line per indoor unit and a 0 ft level difference between outdoor and indoor units. All capacities are net with a combination ratio between 95 – 105%.
10. Must follow installation instructions in the applicable LG installation manual



Anexo 30 Fichas Técnicas de evaporador

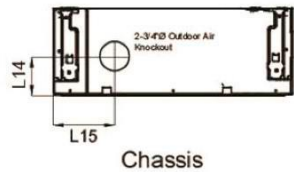
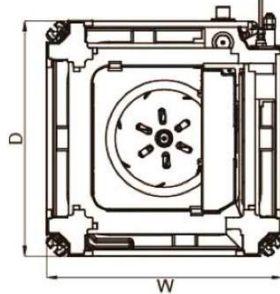
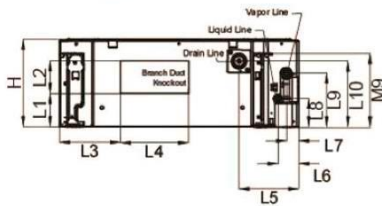
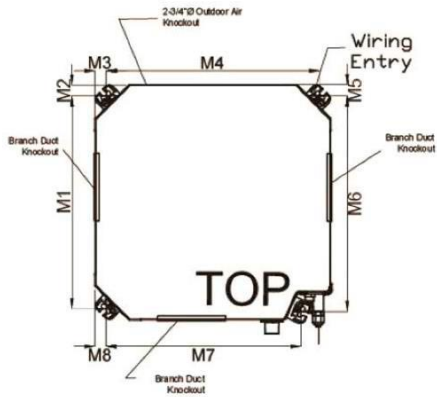
ARNU05GTRC4
 Multi V™ 4-Way Ceiling Cassette
 5,500 Btu/h Indoor Unit



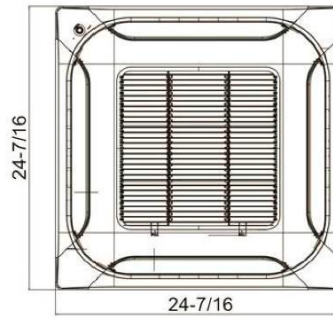
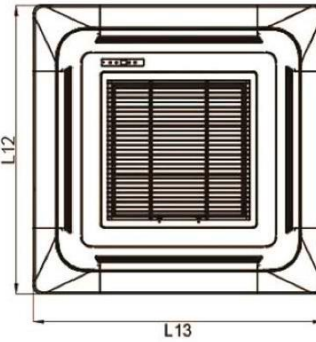
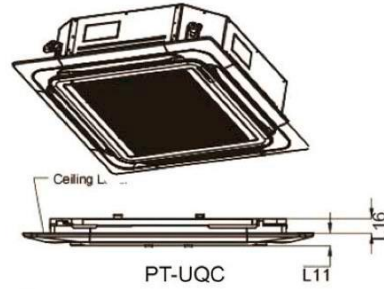
Tag #:

Date:

PO No.:



Chassis



Note - All dimensions have a tolerance of ± 0.25 in.

| | |
|-----|----------|
| W | 22-7/16" |
| H | 8-7/16" |
| D | 22-7/16" |
| L1 | 2-1/8" |
| L2 | 3-1/8" |
| L3 | 5-13/16" |
| L4 | 6-1/2" |
| L5 | 5-5/8" |
| L6 | 1-15/16" |
| L7 | 1-3/16" |
| L8 | 2-3/4" |
| L9 | 5-1/8" |
| L10 | 6-5/16" |
| L11 | 7/8" |
| L12 | 27-9/16" |
| L13 | 27-9/16" |
| L14 | 3-7/16" |
| L15 | 5-7/8" |
| L16 | 1-3/16" |
| M1 | 20-3/8" |
| M2 | 1-1/16" |
| M3 | 1-1/16" |
| M4 | 20-3/8" |
| M5 | 1-1/16" |
| M6 | 20-5/8" |
| M7 | 18-3/16" |
| M8 | 1-1/16" |
| M9 | 6-15/16" |

Catalogo Multi V - LG

Anexo 31 Fichas Técnicas de evaporador

Date: _____ For: File Resubmit
 Approval Other _____

PO No.: _____

Architect: _____ GC: _____

Engr: _____ Mech: _____

Rep: _____
 (Company) (Project Manager)



ARNU18GTQC4
 Multi V™ 4-Way Ceiling Cassette
 19,100 Btu/h Indoor Unit



Performance:

| | |
|--------------------------------|--------|
| Total Cooling Capacity (Btu/h) | 19,100 |
| Heating Capacity (Btu/h) | 21,500 |
| Power Input ¹ (W) | 30 |

Cooling Nominal Test Conditions: Indoor: 80°F DB/67°F WB Outdoor: 95°F DB
 Heating Nominal Test Conditions: Indoor: 70°F DB Outdoor: 47°F DB/43°F WB

Electrical:

| | |
|-----------------------|--------------|
| Power Supply (V/Hz/Ø) | 208-230/60/1 |
| Rated Amps (A) | 0.2 |

Piping:

Refrigerant:

| | |
|----------------------|-----------|
| Liquid Line (in, OD) | 1/4 Flare |
| Vapor Line (in, OD) | 1/2 Flare |

Condensate:

| | |
|-------------------------------------|-----|
| Condensate Line (in, OD) | 1 |
| Factory Installed Pump ² | Yes |

Controls Features:

- Auto changeover (Heat Recovery Only)
- Auto operation
- Auto restart
- Child lock
- Dual thermistor control
- Dual setpoint control
- Group control
- High ceiling
- Hot start
- Self diagnostics
- Timer (on/off)
- Weekly schedule
- Auto direction/swing (up/down)
- Fan speed control
- Multiple aux heater applications
- Swirl wind (alternating vanes)
- Jet cool (fast cooling)
- Filter life and power consumption display

Required Accessories:

- Grille Kit (PT-UQC or PT-QCHW0)

Optional Accessories:

- Wireless Remote Controller - PQWRHQ0FDB
 LG Programmable Controller - PREMTB10U
 LG Premium Controller - PREMTA000
 Simple Controller with Mode (Black) - PQRVCLOQ
 Simple Controller with Mode (White) - PQRVCLOQW
 Simple Controller without Mode (Black) - PQRCHCAOQ
 Simple Controller without Mode (White) - PQRCHCAOQW
 Simple Dry Contact (1 contact, 24 VAC external power) - PQDSB1
 Dry Contact for Economizer - PQDSBC1
 Dry Contact for Third Party Thermostat - PQDSBNGCM1
 Wall Mounted Temperature Sensor - PQRSTAO
 Ventilation Kits - PTVK430
 Plasma Filter Kit - PTPKQO

Entering Mixed Air:

| | |
|----------------------------------|----|
| Cooling Max ³ (°F WB) | 76 |
| Heating Min (°F DB) | 59 |

Unit Data:

| | |
|---|----------|
| Refrigerant Type | R410A |
| Refrigerant Control | EEV |
| Sound Pressure ⁴ dB(A) (H/M/L) | 37/35/34 |
| Primary Filter Type | Washable |
| Secondary Filter Type ⁵ | Plasma |
| Net Weight (lbs) | 35 |
| Shipping Weight (lbs) | 40 |
| Grille Weight (lbs) | 7 |
| Grille Shipping Weight (lbs) | 11 |

Fan:

| | |
|--------------------------|---------------------------------------|
| Type | Turbo |
| Quantity | 1 |
| Motor/Drive | Brushless Digitally Controlled/Direct |
| Motor Quantity | 1 |
| Airflow Rate H/M/L (CFM) | 396/388/353 |

Notes:

- 1.The Power Input is rated at high speed.
- 2.Maximum lift is 27 in from bottom of unit.
- 3.See Engineering Manual for sensible and latent capacities.
- 4.Sound Pressure levels are tested in an anechoic chamber under ISO Standard 3745.
- 5.Plasma filter kit accessory available separately.
- 6.All communication cable to be minimum 18 AWG, 2-conductor, stranded, shielded and must comply with applicable local and national code.
- 7.Power wiring cable size must comply with the applicable local and national code.
- 8.This unit comes with a dry nitrogen charge.
- 9.This data is rated 0 ft above sea level, with 25 ft of refrigerant line per indoor unit and a 0 ft level difference between outdoor and indoor units. All capacities are net with a combination ratio between 95 – 105%.
- 10.Must follow installation instructions in the applicable LG installation manual



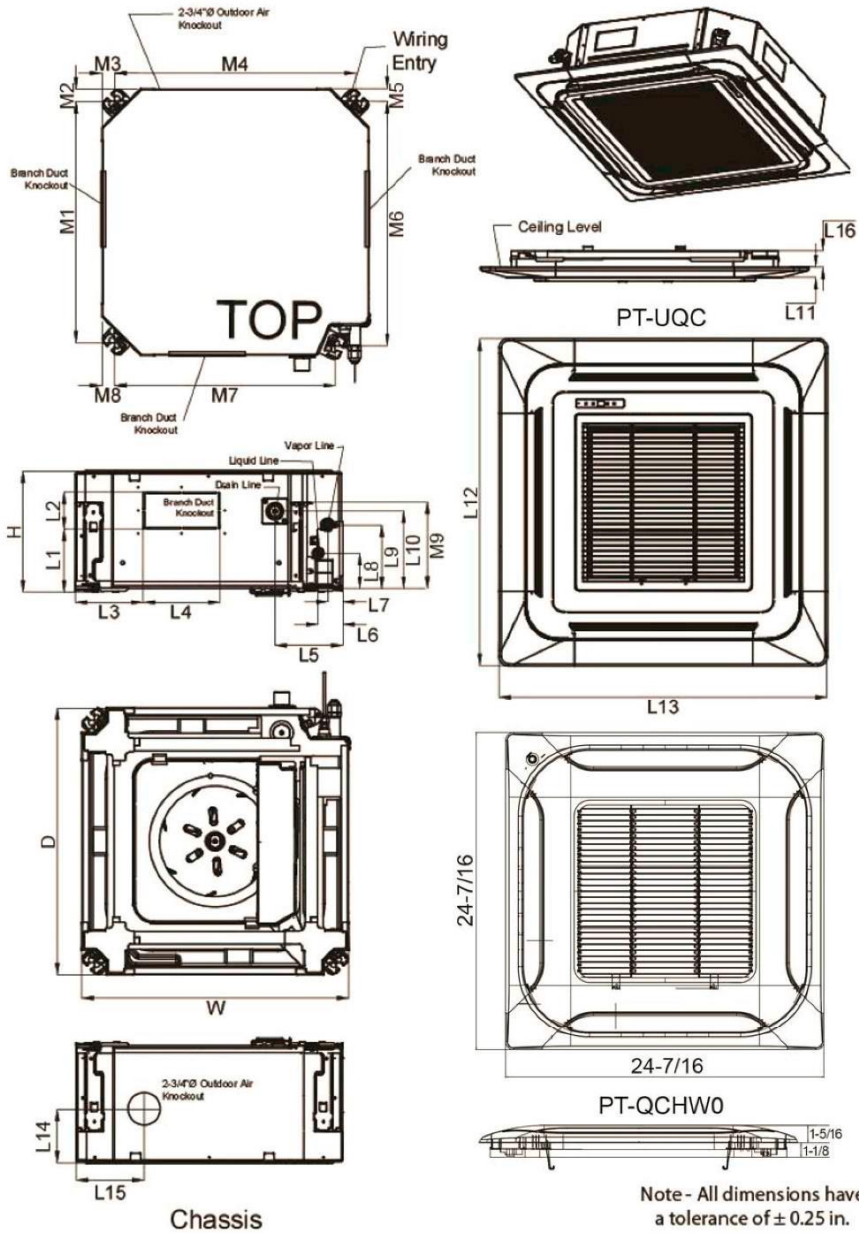
Catalogo Multi V - LG

Anexo 31 Fichas Técnicas de evaporador

ARNU18GTQC4
 Multi V™ 4-Way Ceiling Cassette
 19,100 Btu/h Indoor Unit



Tag #: _____
 Date: _____
 PO No.: _____



| | |
|-----|----------|
| W | 22-7/16" |
| H | 10" |
| D | 22-7/16" |
| L1 | 5" |
| L2 | 3-1/8" |
| L3 | 5-13/16" |
| L4 | 6-1/2" |
| L5 | 5-5/8" |
| L6 | 1-15/16" |
| L7 | 1-3/16" |
| L8 | 2-11/16" |
| L9 | 5-1/16" |
| L10 | 6-1/4" |
| L11 | 7/8" |
| L12 | 27-9/16" |
| L13 | 27-9/16" |
| L14 | 3-1/8" |
| L15 | 5-5/8" |
| L16 | 1-3/16" |
| M1 | 20-3/8" |
| M2 | 1-1/16" |
| M3 | 1-1/16" |
| M4 | 20-3/8" |
| M5 | 1-1/16" |
| M6 | 20-5/8" |
| M7 | 18-3/16" |
| M8 | 1-1/16" |
| M9 | 6-5/16" |

Note - All dimensions have a tolerance of ± 0.25 in.

Catalogo Multi V - LG

Anexo 32 Fichas Técnicas de evaporador

Date: _____ For: File Resubmit
 Approval Other _____

PO No.: _____

Architect: _____ GC: _____

Engr: _____ Mech: _____

Rep: _____
 (Company) (Project Manager)



ARNU24GTPC4 Multi V™ 4-Way Ceiling Cassette 24,200 Btu/h Indoor Unit



Performance:

| | |
|--------------------------------|--------|
| Total Cooling Capacity (Btu/h) | 24,200 |
| Heating Capacity (Btu/h) | 27,300 |
| Power Input ¹ (W) | 33 |

| | |
|---|---|
| Cooling Nominal Test Conditions: Indoor: 80°F DB/67°F WB Outdoor: 95°F DB | Heating Nominal Test Conditions: Indoor: 70°F DB Outdoor: 47°F DB/43°F WB |
|---|---|

Electrical:

| | |
|-----------------------|--------------|
| Power Supply (V/Hz/Ø) | 208-230/60/1 |
| Rated Amps (A) | 0.15 |

Piping:

Refrigerant:

| | |
|----------------------|-----------|
| Liquid Line (in, OD) | 3/8 Flare |
| Vapor Line (in, OD) | 5/8 Flare |

Condensate:

| | |
|-------------------------------------|-----|
| Condensate Line (in, ID) | 1 |
| Factory Installed Pump ² | Yes |

Controls Features:

- Auto changeover (Heat Recovery Only)
- Auto operation
- Auto restart
- External on/off control
- Dual thermistor control
- Dual setpoint control
- Group control
- High ceiling
- Hot start
- Self diagnostics
- Timer (on/off)
- Weekly schedule
- Filter life and power consumption display
- Auto direction/swing (up/down)
- Fan speed control
- Swirl wind (alternating vanes)
- Jet cool (fast cooling)
- Multiple aux heater applications

Required Accessories:

- Grille Kit [PT-UMC1, or PT-UMC1B (Black)]

Optional Accessories:

- Wireless Remote Controller - PQWRHQ0FDB
- LG Programmable Controller - PREMTB10U
- LG Premium Controller - PREMTA000
- Simple Controller with Mode (Black) - PQRVCLOQ
- Simple Controller with Mode (White) - PQRVCLOQW
- Simple Controller without Mode (Black) - PQRCHCAOQ
- Simple Controller without Mode (White) - PQRCHCAOQW
- Simple Dry Contact (1 contact, 24 VAC external power) - PDRYCB100
- Dry Contact for Economizer - PQDSBC1
- Dry Contact for Third Party Thermostat - PDRYCB300
- Wall Mounted Temperature Sensor - PQRSTA0
- Ventilation Kit - PTVK410 + PTVK420, PTVK430
- Auto Elevation Kit - PTEGMO
- Plasma Filter Kit - PTPKMO
- Auxiliary Heater Kit - PRARH1

Entering Mixed Air:

| | |
|----------------------------------|----|
| Cooling Max ³ (°F WB) | 76 |
| Heating Min (°F DB) | 59 |

Unit Data:

| | |
|---|--------------|
| Refrigerant Type | R410A |
| Refrigerant Control | EEV |
| Sound Pressure ⁴ dB(A) (H/M/L) | 36 / 34 / 31 |
| Primary Filter Type | Washable |
| Secondary Filter Type ⁵ | Plasma |
| Net Weight (lbs) | 48 |
| Shipping Weight (lbs) | 58 |
| Grille Weight (lbs) | 13 |
| Grille Shipping Weight (lbs) | 20 |

Fan:

| | |
|--------------------------|---------------------------------------|
| Type | Turbo |
| Quantity | 1 |
| Motor/Drive | Brushless Digitally Controlled/Direct |
| Motor Quantity | 1 |
| Airflow Rate H/M/L (CFM) | 600/530/459 |

Notes:

- 1.The Power Input is rated at high speed.
- 2.Maximum lift is 27 in from bottom of unit.
- 3.See Engineering Manual for sensible and latent capacities.
- 4.Sound Pressure levels are tested in an anechoic chamber under ISO Standard 3745.
- 5.Plasma filter kit accessory available separately.
- 6.All communication cable to be minimum 18 AWG, 2-conductor, stranded, shielded and must comply with applicable local and national code.
- 7.Power wiring cable size must comply with the applicable local and national code.
- 8.This unit comes with a dry nitrogen charge.
- 9.This data is rated 0 ft above sea level, with 25 ft of refrigerant line per indoor unit and a 0 ft level difference between outdoor and indoor units. All capacities are net with a combination ratio between 95 – 105%.
- 10.Must follow installation instructions in the applicable LG installation manual



For continual product development, LG reserves the right to change specifications without notice.

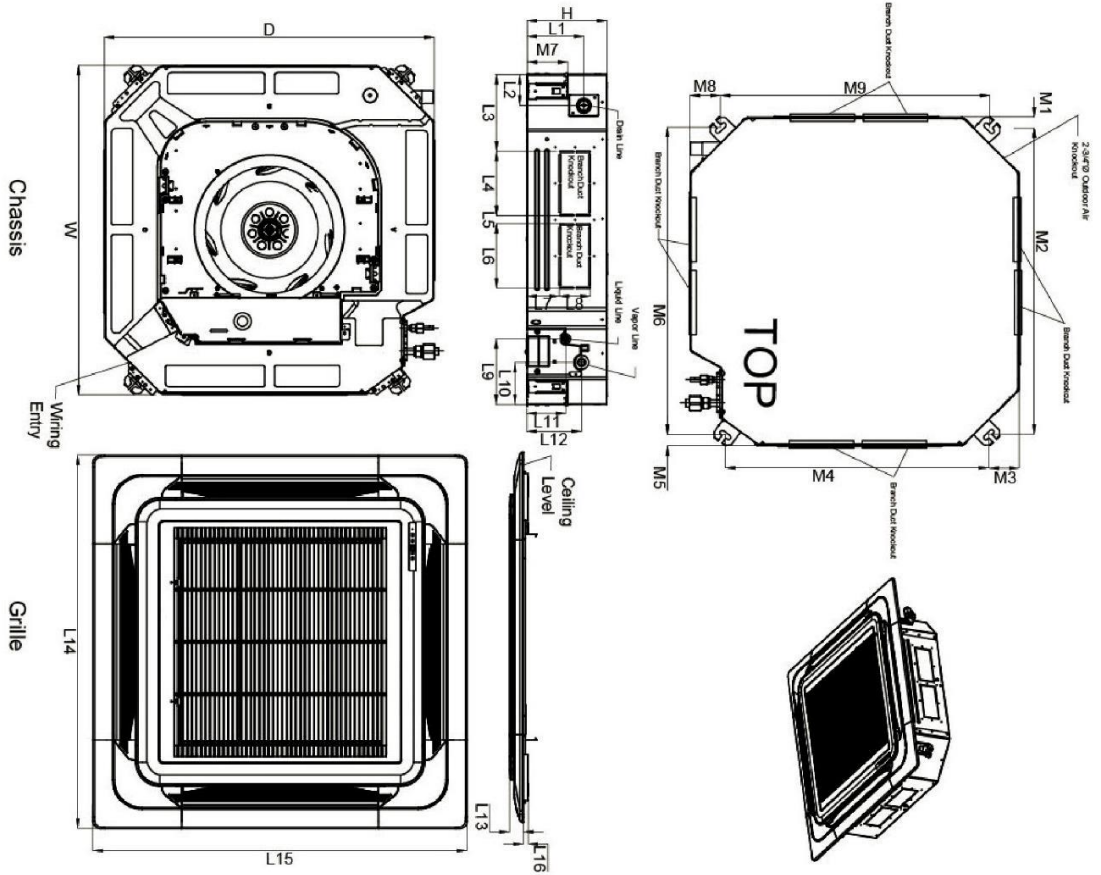
Catalogo Multi V - LG

Anexo 32 Fichas Técnicas de evaporador

ARNU24GTPC4
 Multi V™ 4-Way Ceiling Cassette
 24,200 Btu/h Indoor Unit



Tag #: _____
 Date: _____
 PO No.: _____



| | |
|-----|-----------|
| W | 33-1/16" |
| H | 8" |
| D | 33-1/16" |
| L1 | 5-11/16 |
| L2 | 3-1/8" |
| L3 | 7-11/16" |
| L4 | 6-1/2" |
| L5 | 3/4" |
| L6 | 6-1/2" |
| L7 | 3-1/4" |
| L8 | 3-1/8" |
| L9 | 6-1/2" |
| L10 | 4-3/16" |
| L11 | 3-15/16" |
| L12 | 5-7/16" |
| L13 | 1-7/16" |
| L14 | 37-3/8" |
| L15 | 37-3/8" |
| L16 | 1/2" |
| M1 | 1-1/16" |
| M2 | 30-15/16" |
| M3 | 3-1/16" |
| M4 | 26-7/16" |
| M5 | 1-1/16" |
| M6 | 30-15/16" |
| M7 | 4-1/8" |
| M8 | 3-1/16" |
| M9 | 26-15/16" |

Note - All dimensions have a tolerance of ±.025 in.

Catalogo Multi V - LG

Anexo 33 Ficha Técnica

Indoor Y-Branch Kits Multi V™ 2 Pipe



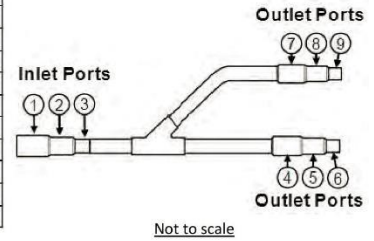
Insulation¹ Properties:

| | |
|---------------------------|-----------------|
| Material | Polyolefin Foam |
| UL94 Flame Classification | HF-1 |

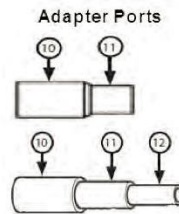
Fitting Properties:

| | |
|-----------------|----------|
| Material | Copper |
| Design Pressure | 551 PSIG |

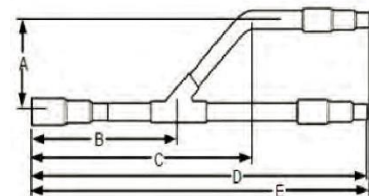
| Y-Branch Connection Diameters (in, ID) | | Port Identifier | | | | | | | | |
|--|--------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| ARBLN01621 | Liquid | - | 1/4 | 3/8 | 3/8 | 1/4 | - | 3/8 | 1/4 | - |
| | Vapor | - | 5/8 | 1/2 | 1/2 | 5/8 | - | 1/2 | 5/8 | - |
| ARBLN03321 | Liquid | - | 1/2 | 3/8 | 3/8 | 1/2 | 1/4 | 3/8 | 1/2 | 1/4 |
| | Vapor | 1 | 7/8 | 3/4 | 5/8 | 3/4 | 1/2 | 5/8 | 3/4 | 1/2 |
| ARBLN07121 | Liquid | 1/2 | 3/4 | 5/8 | 5/8 | 3/4 | 1/2 | 5/8 | 3/4 | 1/2 |
| | Vapor | - | 1-1/4 | 1-1/8 | 7/8 | 3/4 | 5/8 | 3/4 | 5/8 | 1/2 |
| ARBLN14521 | Liquid | 5/8 | 7/8 | 3/4 | 7/8 | 3/4 | 5/8 | 3/4 | 5/8 | 1/2 |
| | Vapor | 1-3/8 | 1-1/2 | 1-5/8 | 1-1/2 | 1-3/8 | 1-1/8 | 1-3/8 | 1-1/8 | 7/8 |



| Reducer Diameters (in) | | | | | | |
|------------------------|---------|--------------|----------|----------|----------|---------|
| Model | Qty/Kit | Reducer Type | 10 | 11 | 12 | Length |
| ARBLN01621 | 2 | Liquid | 1/2 ID | 3/8 OD | - | 2-3/4 |
| | | Vapor | 3/4 ID | 5/8 OD | - | 2-3/4 |
| ARBLN03321 | 3 | Liquid | - | - | - | - |
| | | Vapor | 1-1/8 ID | 1 OD | - | 3-5/32 |
| | | | 7/8 ID | 3/4 OD | - | 2-3/4 |
| ARBLN07121 | 5 | Liquid | 1 ID | 7/8 ID | 3/4 OD | 4-11/32 |
| | | | 1/2 OD | 3/8 ID | 1/4 ID | 4-11/32 |
| | | Vapor | 1/2 OD | 3/8 ID | - | 2-3/4 |
| | | | 1-3/8 ID | 1-1/4 OD | - | 3-17/32 |
| | | | 1-1/4 ID | 1-1/8 ID | 7/8 OD | 4-23/32 |
| ARBLN14521 | 8 | Liquid | 1-1/8 ID | 7/8 ID | 3/4 OD | 4-23/32 |
| | | | 7/8 ID | 3/4 OD | - | 3-5/32 |
| | | Vapor | 5/8 OD | 1/2 ID | 3/8 ID | 4-11/32 |
| | | | 1/2 OD | 3/8 ID | 1/4 ID | 4-11/32 |
| | | | 7/8 OD | 3/4 ID | 5/8 ID | 4-23/32 |
| | | | 1-5/8 ID | 1-1/2 OD | - | 3-17/32 |
| | | | 1-5/8 ID | 1-1/2 ID | 1-3/8 OD | 5-1/8 |
| | | | 5/8 OD | 1/2 ID | - | 2-3/4 |
| 1-1/8 OD | 7/8 ID | 3/4 ID | 4-23/32 | | | |



| Y-Branch Dimensions ² (in) | | | | | | |
|---------------------------------------|---------------|---------|---------|----------|----------|----------|
| Model | Y-Branch Type | A | B | C | D | E |
| ARBLN01621 | Liquid | 2-29/32 | 6-9/16 | 8 | 11-1/16 | 11-1/2 |
| | Vapor | 2-29/32 | 4-1/2 | 8 | 11-1/16 | 11-1/2 |
| ARBLN03321 | Liquid | 2-29/32 | 4-1/2 | 8 | 12-5/8 | 13-1/16 |
| | Vapor | 3-9/32 | 6-29/32 | 10-29/32 | 15-11/32 | 16-1/4 |
| ARBLN07121 | Liquid | 3-9/32 | 6-1/8 | 10 | 14-5/8 | 15-1/2 |
| | Vapor | 3-25/32 | 5-1/2 | 10 | 14-13/16 | 15-29/32 |
| ARBLN14521 | Liquid | 3-25/32 | 7-3/32 | 11-7/8 | 16-3/8 | 17-15/32 |
| | Vapor | 4-15/16 | 7-29/32 | 13-7/8 | 18-17/32 | 20-11/32 |



Notes:

1. Each Y-Branch kit comes with insulation for the following piping components – liquid and vapor.
2. LG branch fittings must be used. Field supplied branch fittings are not permitted.
3. Kit components must be kept dry and free of debris before installation.
4. Must follow installation instructions in the applicable LG installation manual.

Catalogo Multi V - LG

