

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**  
**SEDE QUITO**

**CARRERA:**  
**INGENIERÍA MECÁNICA**

**Proyecto técnico previo a la obtención del título de:**  
**INGENIEROS MECÁNICOS**

**TEMA:**  
**DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO**  
**CON MÉTODO DE VOLUMEN DE REFRIGERANTE VARIABLE PARA**  
**CONSULTORIO MÉDICO Y HABITACIONES DE PACIENTES**  
**EN UN ÁREA DE 120 m<sup>2</sup>.**

**AUTORES:**  
**DARWIN GEOVANNY PORTERO CHUGCHILAN**  
**MARCO ANTONIO RUALES PÁEZ**

**TUTOR:**  
**CARLOS IVÁN MALDONADO DÁVILA**

**Quito, agosto del 2019**

## CESIÓN DE DERECHOS

Nosotros, Darwin Geovanny Portero Chugchilan con C.I. 172240122-9 y Marco Antonio Ruales Páez con C.I. 171523193-0, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales, en virtud de que somos autores del trabajo de titulación: “DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO CON MÉTODO DE VOLUMEN DE REFRIGERANTE VARIABLE PARA CONSULTORIO MÉDICO Y HABITACIONES DE PACIENTES EN UN ÁREA DE 120 m<sup>2</sup>.”, el mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de Ingenieros Mecánicos, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

-----  
Darwin Geovanny Portero Chugchilan  
C.I.: 172240122-9

-----  
Marco Antonio Ruales Páez  
C.I.: 171523193-0

Quito, agosto del 2019.

### DECLARATORIA DE COAUTORÍA

Yo Carlos Iván Maldonado Dávila, declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el Proyecto Técnico, "DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO CON MÉTODO DE VOLUMEN DE REFRIGERANTE VARIABLE PARA CONSULTORIO MÉDICO Y HABITACIONES DE PACIENTES EN UN ÁREA DE 120 m<sup>2</sup>.", realizado por Darwin Geovanny Portero Chugchilan y Marco Antonio Ruales Páez, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerado como trabajo de final de titulación.



.....  
Carlos Iván Maldonado Dávila  
C.I.: 171115607-3

Quito, agosto del 2019.

## **DEDICATORIA**

Este proyecto técnico lo dedico, principalmente, a mis padres, por ser los inspiradores y darme fuerza para culminar esta meta y uno de los anhelos más deseados, el cual es ser un Ingeniero Mecánico.

A mi familia quienes con su apoyo y amor incondicional estuvieron siempre a lo largo de todo este sueño que hoy se hace realidad.

**Darwin**

Este proyecto técnico lo dedico, principalmente, a Dios porque de él viene todo, la ciencia, la sabiduría, la inteligencia entre otras cosas.

A mi esposa y madre quienes con sus oraciones estuvieron siempre a lo largo de todo este sueño que hoy se hace realidad.

**Marco**

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Politécnica Salesiana que, a través de su enseñanza, ha sabido formarme como persona y como profesional. Un agradecimiento especial al Ingeniero Carlos Maldonado, MSc. por brindarme su colaboración para la realización de este proyecto técnico.

**Darwin Portero**

A mi madre que por ser una mujer de ejemplo, con su apoyo, nunca se cansó de luchar por su familia.

**Marco Ruales**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

CESIÓN DE DERECHOS .....	i
DECLARATORIA DE COAUTORÍA.....	ii
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	v
ÍNDICE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS .....	ix
NOMENCLATURA.....	xii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT .....	xv
INTRODUCCIÓN.....	xvi
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO .....	1
1.1 Sistema de refrigeración de volumen de refrigeración variable (VRV).....	1
1.1.1 Evaporadora.....	2
1.2.2 Condensadora .....	4
1.2 Diagrama psicrométrico .....	6
1.3 Filtración.....	6
1.4 Parámetros de diseño para áreas que afectan la atención al paciente en hospitales y centros para pacientes ambulatorios .....	7
1.5 Refrigerantes utilizados .....	7
1.6 Fijación de la evaporadora.....	8
1.7 Tubería de cobre.....	9
1.7.1 Tipos de tubería de cobre .....	9
1.7.1.1 Tubería tipo M.....	9
1.7.1.2 Tubería tipo L .....	10
1.7.1.3 Tubería tipo K.....	10

CAPÍTULO II.....	11
ALTERNATIVAS DE SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO	
CENTRALIZADOS .....	11
2.1 Existen dos tipos de sistemas de aire acondicionado centralizado .....	11
2.2 Sistema de distribución .....	15
2.3 Toma de decisiones para ver el mejor sistema.....	15
2.3 Funcionabilidad.....	16
2.4 Costos .....	17
2.5 Porcentajes según utilidad.....	17
CAPÍTULO III .....	19
CARGAS TÉRMICAS.....	19
3.1 Condiciones de diseño .....	19
3.1.1 Condiciones interiores de diseño .....	21
3.1.2 Condiciones exteriores de diseño .....	21
3.2 Conducción a través de la estructura exterior .....	21
3.3 Cálculos.....	23
3.3.1 Según el libro acondicionamiento de aire principios y sistemas, E. Pita	
.....	23
3.3.2 Según ASHRAE .....	37
3.3.3 Según programa Revit.....	47
3.4 Resultados .....	58
CAPÍTULO IV .....	60
COSTOS .....	60
4.1 Opción 1.....	60
4.2 Opción 2.....	62
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	68
CONCLUSIONES.....	68
RECOMENDACIONES.....	69

BIBLIOGRAFÍA .....	70
ANEXOS	



## ÍNDICE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Sistema de refrigeración de volumen de refrigeración variable.....	2
<b>Figura 2.</b> Evaporadora decorativa de pared.....	3
<b>Figura 3.</b> Evaporadora piso techo.....	3
<b>Figura 4.</b> Evaporadora unidad de ducto.....	3
<b>Figura 5.</b> Evaporadora unidad de cassette.....	4
<b>Figura 6.</b> Condensadora.....	5
<b>Figura 7.</b> Carta Psicométrica.....	6
<b>Figura 8.</b> Soporte.....	8
<b>Figura 9.</b> Desagüe.....	9
<b>Figura 10.</b> Control central de un sistema.....	12
<b>Figura 11.</b> Torre de enfriamiento.....	14
<b>Figura 12.</b> Plano arquitectónico y localización geográfica del proyecto.....	20

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Comparación de sistemas VRV vs sistemas centralizados Chillers.....	15
<b>Tabla 2.</b> Tabla comparativa de toma de decisiones .....	18
<b>Tabla 3.</b> Parámetros de la infraestructura y condiciones climáticas.....	19
<b>Tabla 4.</b> Áreas de trabajo.....	20
<b>Tabla 5.</b> Parámetros de diseño según las Tabla 25 y Tabla 26 de anexos.....	21
<b>Tabla 6.</b> Parámetros de diseño según la Tabla 47 de anexos. ....	21
<b>Tabla 7.</b> Parámetros de temperatura de bulbo seco y porcentaje de humedad relativa .....	29
<b>Tabla 8.</b> Consultorio 1, resultados según E. Pita .....	30
<b>Tabla 9.</b> Consultorio 2, resultados según E. Pita .....	31
<b>Tabla 10.</b> Consultorio 3, resultados según E. Pita .....	32
<b>Tabla 11.</b> Habitación 1, resultados según E. Pita .....	33
<b>Tabla 12.</b> Habitación 2, resultados según E. Pita .....	34
<b>Tabla 13.</b> Enfermería, resultados según E. Pita.....	35
<b>Tabla 14.</b> Pasillo, resultados según E. Pita.....	36
<b>Tabla 15.</b> Consultorio 1, resultados según ASHRAE .....	40
<b>Tabla 16.</b> Consultorio 2, resultados según ASHRAE .....	41
<b>Tabla 17.</b> Consultorio 3, resultados según ASHRAE .....	42
<b>Tabla 18.</b> Habitación 1, resultados según ASHRAE .....	43
<b>Tabla 19.</b> Habitación 2, resultados según ASHRAE .....	44
<b>Tabla 20.</b> Enfermería, resultados según ASHRAE.....	45
<b>Tabla 21.</b> Pasillo, resultados según ASHRAE.....	46
<b>Tabla 22.</b> Resumen de resultados .....	58
<b>Tabla 23.</b> Eficiencias de filtros mínimas.....	72
<b>Tabla 24.</b> Valores de eficiencia (MERVs) y eficiencia de filtros por tamaño de partícula.....	73
<b>Tabla 25.</b> Parámetros de Diseño de Ventilación-Continuación.....	74
<b>Tabla 26.</b> Parámetros de diseño de ventilación-continuación .....	75
<b>Tabla 27.</b> Parámetros de diseño de ventilación-continuación .....	76
<b>Tabla 28.</b> Factores de carga de vidrio de ventanas (GLFs) para viviendas unifamiliares independientes .....	79
<b>Tabla 29.</b> Resumen de procedimientos para cálculos de cargas de refrigeración residencial.....	80

<b>Tabla 30.</b> Valores de CLTD para viviendas unifamiliares separadas <sup>a</sup> .....	81
<b>Tabla 31.</b> Tipos de cambio de aire de verano (ACH) en función de la hermeticidad	81
<b>Tabla 32.</b> Resumen de cargas, ecuaciones y referencias para el cálculo de cargas de calefacción de diseño .....	82
<b>Tabla 33.</b> Requisitos de ventilación para ocupantes .....	83
<b>Tabla 34.</b> Diferencias de conducción de carga de enfriamiento a través de un vidrio .....	83
<b>Tabla 35.</b> Secciones transversales de construcciones típicas de techos y paredes ....	84
<b>Tabla 36.</b> Secciones transversales de construcciones típicas de techos y paredes (continuación).....	85
<b>Tabla 37.</b> Diferencias de temperatura para cargas de enfriamiento (DTCE) para calcular cargas debidas a techos planos, 1°F.....	86
<b>Tabla 38.</b> Corrección de la DTCE por latitud y mes para aplicar a paredes y techos, latitudes norte, °F.....	87
<b>Tabla 39.</b> Descripción de grupos de construcción de paredes.....	87
<b>Tabla 40.</b> Coeficiente global U de transferencia de calor para el vidrio (BTU/h x pie <sup>2</sup> x °F) .....	88
<b>Tabla 41.</b> Radiación solar a través de vidrio factores de ganancia máxima de calor solar para vidrio BTU/h x FT <sup>2</sup> , latitudes del norte.....	89
<b>Tabla 42.</b> Coeficientes de sombreado para vidrio con o sin sombreado interior por persianas venecianas enrollables .....	90
<b>Tabla 43.</b> Factores de carga de enfriamiento para vidrio sin sombreado interior incluye vidrio reflector y absorbente de calor .....	91
<b>Tabla 44.</b> Tasas de ganancia de calor debida a los ocupantes del recinto acondicionado.....	92
<b>Tabla 45.</b> Diferencias de temperatura para carga de enfriamiento (DTCE) para cálculo de carga de paredes al sol, 1°F .....	93
<b>Tabla 46.</b> Luminarias fluorescentes .....	94
<b>Tabla 47.</b> Especificaciones .....	95
<b>Tabla 48.</b> Algunas características de clasificación de standard 34.....	95
<b>Tabla 49.</b> Anuario meteorológico .....	96
<b>Tabla 50.</b> Coeficiente global U de transferencia de calor para componentes de edificación .....	97
<b>Tabla 51.</b> Características de la tubería de cobre tipo K .....	97

<b>Tabla 52.</b> Efecto de la altitud en operación industriales .....	98
---	----

## NOMENCLATURA

q	Calor.
U	Coefficiente de transferencia de calor total.
A	Área.
TD	Diferencia de temperatura.
V	Volumen del aire exterior que entra en el edificio.
T	Temperatura
P	Presión atmosférica
Ve	Volumen específico.
D	Densidad del aire.
Ce	Calor específico del aire.
hfg	Calor latente del vapor.
Tsb	Temperatura de bulbo seco del local.
Ti	Temperatura de impulso.
°C	Grados Centígrados.
°F	Grados Fahrenheit.
F	Coefficiente debido a la influencia de la altitud.
Q	Caudal.
Te	Temperatura de entrada.
Ts	Temperatura de salida.
Ta	Temperatura de diseño.
Tr	Temperatura media.

## Abreviaturas

<i>CFM</i>	Pies cúbicos por minuto
<i>ACH</i>	Los cambios de aire por hora
ASHRAE	sociedad americana de aire acondicionado, refrigeración y calefacción
<i>VRV</i>	volumen de refrigeración variable
<i>MERV</i>	Valor de Eficiencia mínima
<i>TLV</i>	Valor Umbral límite
GLF	Factores de carga de vidrio
DTCE	Diferencias de temperatura para cargas de enfriamiento
<i>CLTD</i>	diferencia de temperaturas de carga de refrigeración
<i>INAMHI</i>	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología-Ecuador

## RESUMEN

Para la evaluación de la carga térmica de los consultorios médicos se toma como referencia las condiciones climáticas correspondientes a la Zona de Quito - Provincia de Pichincha. Según anuarios meteorológicos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología se recopiló información para aplicar el cálculo de cargas térmicas mediante normas internacionales y programas necesarios.

Basamos nuestras estimaciones en los estándares de La Sociedad Americana de Aire Acondicionado, Refrigeración y Calefacción (ASHRAE) es una sociedad internacional técnica dedicada a mejorar la calidad de vida a través de los avances tecnológicos relacionados a la calefacción, refrigeración, aire acondicionado y ventilación. Con la norma internacional se garantiza la comodidad y el filtrado del aire de las diferentes áreas a climatizar dentro de un consultorio médico, habitaciones y pasillos.

Para los consultorios médicos a climatizar se seleccionan unidades interiores que varían según el arquitectónico tipo casete, decorativas de pared, fancoil, piso techo, entre otras; las mismas que serán ubicadas en cada consultorio. Las condensadoras irán en la parte exterior del edificio.

En los sistemas de aire acondicionado con volumen de refrigerante variable existe una unidad externa que se conectará con múltiples unidades internas a través de tuberías de cobre aisladas. Se utilizará un software: Diamond System Builder Mitsubishi Electric para el cálculo del diámetro de tuberías, tipo evaporadoras, condensadoras, carga de refrigerante. Los sistemas VRV son equipos de alta tecnología, con componentes electrónicos que permiten el autodiagnóstico para su fácil programación de mantenimiento o reporte puntual del origen de la falla, para lo cual se utilizará un control central. Esto nos ayudará a recopilar información para un buen desempeño o para aplicar un mantenimiento preventivo del sistema de aire acondicionado. Su proceso de programación es altamente intuitivo y va guiando al programador de manera rápida y sencilla asegurando cada punto de revisión del proceso, garantizando la correcta configuración del sistema, dejándolo listo para operar.

Palabras claves: diseño, simulación, aire acondicionado, sistema VRF, consultorios, habitaciones.

## **ABSTRACT**

To assess the thermal charge of the medical offices, the climate conditions corresponding to Quito area – Pichincha province were taken as a reference. Information was obtained from meteorological yearbooks of the National Institute of Meteorology and Hydrology to calculate the thermal charges according to international regulations and necessary software.

We based our estimations on the American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE)'s standards. They are a global society advancing human well-being through technological innovations related to heating, refrigeration, air conditioning and ventilation. With the international standard, the comfort and air filtration of the different environments to be conditioned inside a medical office, rooms and hallways is guaranteed.

For the medical offices to be conditioned, interior units are selected, varying from the cassette-type fan coil to wall decorative, floor-to-ceiling, among others. They will be placed in each office. The condensing units will be placed outside the building.

In the air conditioning systems with variable coolant amount, there is an external unit that will be connected with multiple internal units through isolated copper pipes. The Mitsubishi Electric Diamond System Builder will be used to calculate the pipes' diameter, the type of evaporators, condensers and coolant load. VRV systems are high technology equipment, with electronic components that allow self-diagnostic for their easy maintenance planning or timely report of the source of a failure, for which a central command will be used. This will help us to collect information for a good performance or to apply a preemptive maintenance of the air conditioning system. Its programming process is highly intuitive and guides the programmer in a fast and simple way, confirming every check point in the process, and thus guaranteeing the correct system setup, and leaving it ready to operate.

Keywords: design, simulation, air conditioning, VRF System, medical offices, rooms.



## INTRODUCCIÓN

Los sistemas de aire acondicionado se han planteado en la vida como una necesidad, en proyectos de habitabilidad como departamentos, oficinas, centros comerciales, industrias, laboratorios, escuelas, hospitales, salas de eventos, restaurantes, entre otros.

El método de volumen de refrigerante variable con sus siglas (VRV) se ofrece como una nueva alternativa tecnológica para climatizar diferentes zonas, proporcionando un nivel de comodidad en el interior de edificaciones, logran pasar de temperaturas altas en el exterior con parámetros de diseño de ventilación en zonas que se han suministrado aire acondicionado.

Los espacios con sistemas de aire acondicionado necesitan procesos de calidad de aire con controles de nivel de temperatura, flujo de aire y filtrado de aire cumpliendo la norma Sociedad Americana de Aire Acondicionado, Refrigeración y Calefacción con sus siglas en inglés (ASHRAE) con parámetros de diseño, brindando un servicio eficiente y de calidad para los usuarios.

El aire acondicionado es una forma ideal de controlar los niveles de temperatura, el movimiento y el filtrado del aire dentro de cualquier edificación, grande o pequeño. Dado que los edificios de hoy están tan bien aislados y cada vez más llenos de equipos electrónicos, la necesidad de un control climático efectivo es mayor que nunca.

No solo sirve para acondicionar en los meses de verano, sino que el aire acondicionado también nos ayuda para eliminar la carga térmica de equipos electrónicos.

Hoy en día, las personas han optado por beneficios de comodidad en entornos laborales gracias a los sistemas de climatización.

El objetivo general de este Trabajo de Titulación es diseñar y simular un sistema de aire acondicionado con método de volumen de refrigerante variable para consultorio médico y habitaciones de pacientes en un área de 120 m<sup>2</sup>.

Los objetivos específicos son:

- Determinar las condiciones óptimas de climatización para el Centro Geriátrico Mayorga sector Tumbaco de la ciudad de Quito.
- Diseñar el sistema de aire acondicionado considerando parámetros como temperatura, humedad y recirculación de aire bajo norma ASHRAE.
- Simular con software libre Mitsubishi Electric el proceso de climatización con los equipos seleccionados.
- Valorar los datos obtenidos de la simulación con los criterios técnicos de la norma ASHRAE.
- Estudiar la factibilidad económica mediante presupuesto referencial del sistema de aire acondicionado.

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1 Sistema de refrigeración de volumen de refrigeración variable (VRV)

Los sistemas de aire acondicionado de volumen de refrigerante variable fueron desarrollando su tecnología de calidad en ingeniería electrónica, mecánica, computación apoyada con la tecnología actual mediante software controlando desde un celular, tablet, computadora para mejor calidad de vida.

Estos sistemas (VRV) están formados por una unidad exterior llamada condensadora, comunicada a diferentes equipos internos llamadas evaporadoras, cada lugar tiene su propio control remoto o se puede controlar mediante un control central todos los equipos, que sirve para regular la temperatura ambiente, el sistema de tuberías de refrigeración únicamente son dos tuberías, una de líquido y una de gas. La tubería recomendada es tipo L que debe resistir una presión de 3.8 MPa.

El método (VRV) se consigue a través de la utilización de compresores con tecnología inverter, estos sistemas de climatización se destacan por su eficiencia, reduciendo los costos operativos. El refrigerante más utilizado por los fabricantes es el R410A, es un gas que no destruye la capa de ozono.

Se puede realizar sistemas de alta eficiencia desde 3 a 30 toneladas de refrigeración. Eléctricamente, en Ecuador, estos sistemas se ofrecen a 220 V/ 3 F/ 60 Hz para alimentar las condensadoras se alimentan las evaporadoras con 220 V/ 1 F/ 60 Hz. Cada equipo debe tener un interruptor de servicio.

VRV es un sistema de aire acondicionado de expansión múltiple y directa en el que mediante una unidad exterior se puede conectar con múltiples unidades interiores. La cantidad de refrigerante se puede regular libremente según la carga en la unidad interior mediante el compresor accionado por un inversor en la unidad exterior, el compresor de la unidad exterior viene cargado con refrigerante y mediante los programas de simulación ayudan a verificar que porcentaje adicionar. La conservación de la energía se maneja fácilmente porque las unidades interiores

individuales pueden detener y comenzar su operación según sea necesario. Hay varias unidades interiores disponibles para satisfacer las diferentes necesidades de diseño de interiores [1]

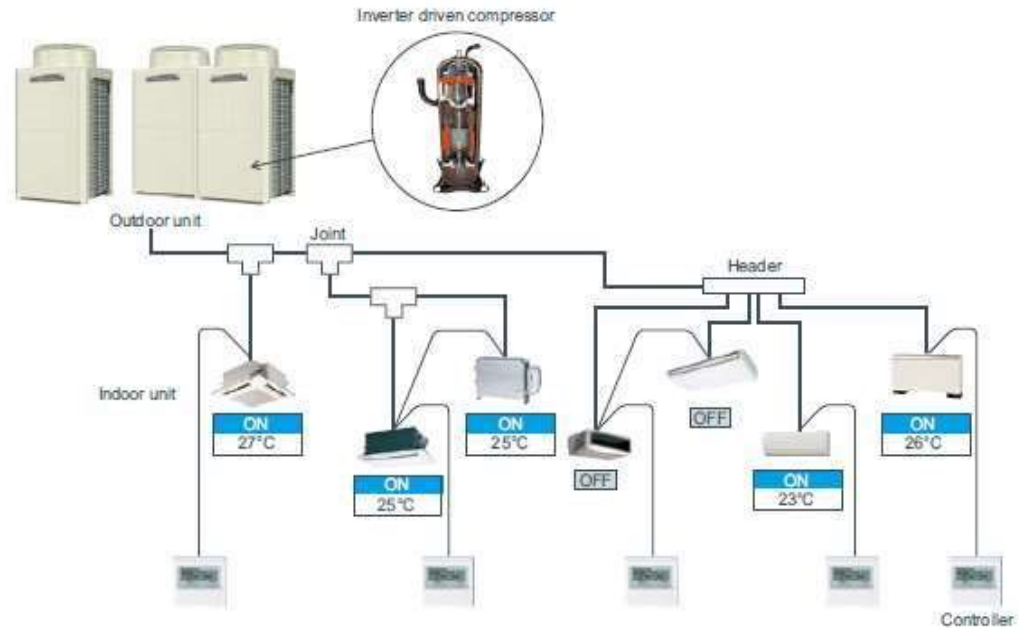


Figura 1. Sistema de refrigeración de volumen de refrigeración variable [1]

### 1.1.1 Evaporadora

El evaporador es el intercambiador de calor donde se manifiesta la transferencia de energía térmica mediante el flujo de refrigerante. Se cuenta con el siguiente tipo de evaporadoras:

- Decorativas de pared

Diseño compacto, ligero, operación silenciosa, posee filtro de admisión el cual se retira fácilmente para su limpieza.

La capacidad de este tipo de evaporadoras depende del fabricante entre las más comunes son: 9.000 BTU/h, 12.000 BTU/h, 18.000 BTU/h, 24.000 BTU/h y 36.000 BTU/h.



**Figura 2.** Evaporadora decorativa de pared [2]

- Piso techo

Las dimensiones compactas del tipo techo son ideales para restaurantes y tiendas, las capacidades más comunes son: 24.000 BTU/h, 30.000 BTU/h, 36.000 BTU/h, 60.000 BTU/h.



**Figura 3.** Evaporadora piso techo [2]

- Unidad de ducto

Los modelos tipo ducto son unidades interiores de alto rendimiento, están diseñados para instalarse sobre el techo, ocultos a la vista del público.



**Figura 4.** Evaporadora unidad de ducto [2]

- Unidad de cassette

Diseño elegante de una vía y cuatro vías, permite un mayor flujo de aire. Las capacidades más comunes son de 12.000 BTU/h, 15.000 BTU/h, 24.000 BTU/h, 30.000 BTU/h, 36.000 BTU/h, 48.000 BTU/h.



**Figura 5.** Evaporadora unidad de cassette [2]

### **1.2.2 Condensadora**

La condensadora tiene la función de eliminar el calor que el sistema produce en el evaporador, en el compresor y tuberías al ambiente.

El condensador es un intercambiador de calor que enfría el gas a alta presión para que cambie de fase a líquido.

El compresor varía su velocidad para adaptarse a la demanda de calefacción o refrigeración interior y, por lo tanto, solo consume la energía que se requiere. Cuando un sistema impulsado por un inversor funciona con carga parcial, la eficiencia energética del sistema es significativamente mayor que la de un sistema sin inversor de velocidad fija estándar. [1]

Las principales características son:

- Los mejores índices de eficiencia en su clase.
- Módulos individuales de hasta 14 toneladas con la capacidad de combinar módulos para sistemas de hasta 28 toneladas (recuperación de calor) o 30 toneladas (bomba de calor).
- Tecnología de intercambiador de calor de tubo plano de aluminio HexiCoil™, que elimina la tubería de cobre de la bobina.

- Se requiere hasta un 50% menos de carga de refrigerante que las generaciones anteriores
- Temperatura de evaporación flotante / ajustable en las temporadas de swing, ahorrando energía y manteniendo un rendimiento excepcional
- Control automático y dinámico de la temperatura del refrigerante. [3]
- Circuito de refrigerante optimizado y diseño de componentes para mejorar la distribución del flujo, permitiendo la máxima transferencia de energía con una mínima entrada de energía
- Performance Rendimiento de refrigeración superior a altas temperaturas con funcionamiento garantizado a 126 ° F.
- Garantía disponible extendida de 10 años para piezas y compresores. [2]



**Figura 6.** Condensadora [2]

## 1.2 Diagrama psicrométrico

El diagrama psicrométrico permite analizar el comportamiento del aire en una zona donde se necesita proporcionar el bienestar o comodidad de las personas para conseguir la temperatura, humedad o presión convenientes para la salud de los ocupantes, ayudando a estudiar los procesos del aire acondicionado.

En el diagrama psicrométrico se encuentran las propiedades del aire.

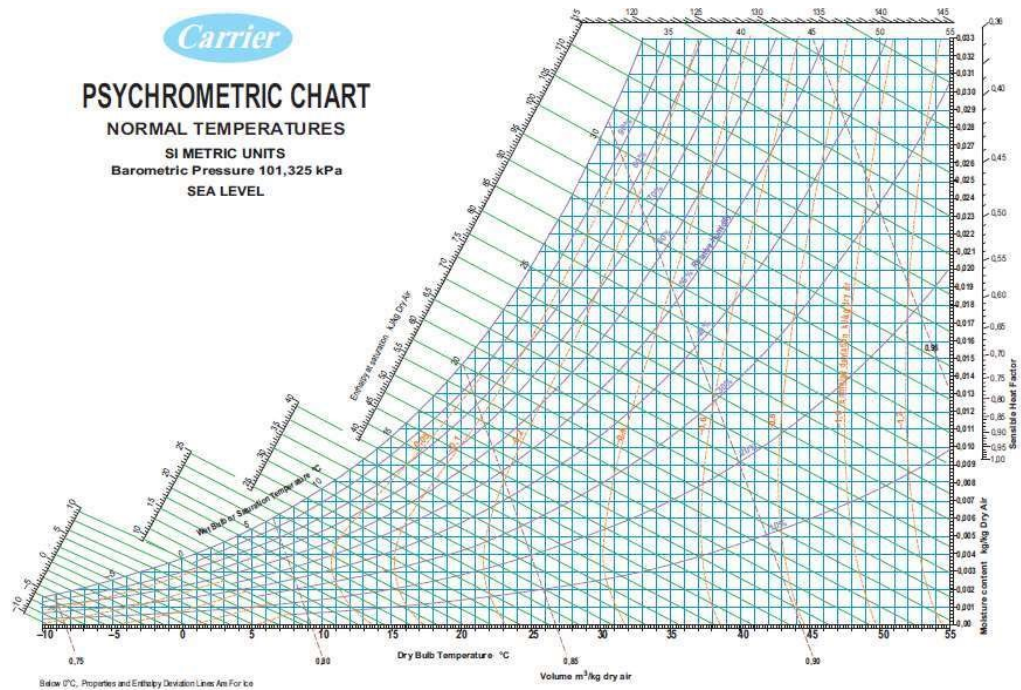


Figura 7. Carta Psicométrica [4]

## 1.3 Filtración

La eficacia de los filtros de aire está determinada especialmente por el tamaño de partícula  $\mu\text{m}$  (micrones), para evitar el contagio de infecciones se requiere la filtración del aire. Cada filtro tiene una clasificación llamada Valor de Eficiencia mínima a informar con sus siglas en inglés (MERV).

En cuanto a la eficiencia entre más alta sea la clasificación MERV, los filtros captarán más partículas.



La eficiencia de los filtros de aire depende de las áreas a climatizar. La norma del Instituto Nacional Estadounidense de Estándares con sus siglas (ANSI) / ASHRAE, establece los requerimientos para prefiltración y filtración final en diferentes zonas.

El sistema de filtrado en consultorios tiene una eficiencia de nivel, MERV 7 en la cual las evaporadoras tienen filtros filtrado de acuerdo con la norma.

Verificando en la Tabla 24 el porcentaje de captura de los microorganismos en porcentajes, los rangos de atrapar y eficiencia en cantidad de partículas está basada en la Norma ASHRAE 52.1.

#### **1.4 Parámetros de diseño para áreas que afectan la atención al paciente en hospitales y centros para pacientes ambulatorios**

El sistema de aire acondicionado en centros hospitalarios debe ayudar a controlar las infecciones garantizando la perfecta operatividad de los equipos, teniendo en cuenta temperaturas específicas, niveles de humedad, niveles de filtrados de microorganismos, tener condiciones de presión en diferentes zonas.

Los métodos más comunes para mitigar la propagación de microorganismos a través de relaciones de presión, las áreas requieren presión positiva o negativa respecto a espacios adyacentes.

Las presiones se pueden conseguirse manteniendo una proporción en el caudal de aire, el cual debe ser el 15% superior o inferior, si se necesita presión positiva el caudal de inyección debe tener el 15% superior al caudal de aire de extracción.

Los rangos de ventilación para espacios de atención requieren aire exterior para el control de contaminantes y olores. Los cambios de aire por hora denominado ACH es una medida de volumen de aire, son una medida de cuantas veces se renueva el aire dentro de un área definida, con el fin de completar el filtrado de aire o establecer distribución y circulación adecuada del aire.

#### **1.5 Refrigerantes utilizados**

La validación para los gases refrigerantes se fundamenta en la toxicidad y la inflamabilidad del gas. Están clasificados en dos categorías, dependiente del tiempo máximo permitido en que un hombre puede estar expuesta a gases.

Valor Umbral límite con sus siglas en inglés (TLV) es la agrupación máxima permisible, límite de exposición a corto plazo.

Media ponderada en el tiempo con sus siglas en inglés (TWA) es la concentración equilibrada en el tiempo.

En esta **Tabla 48** se puede observar los refrigerantes más comunes en el mercado.

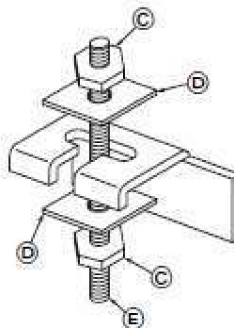
Un gas refrigerante con clasificación A1 significa que es un gas seguro, y B3 es el más peligroso.

### 1.6 Fijación de la evaporadora

Las varillas roscadas son accesorios de soporte o fijación que son roscadas en toda su longitud. Es uno de los elementos usados en muchos ámbitos de la industria.

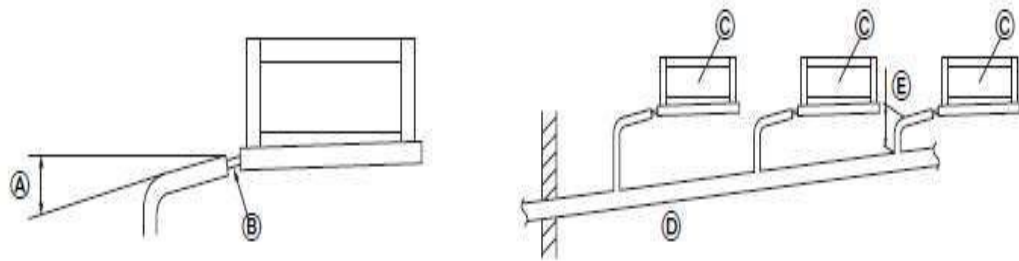
Está fabricada con diferentes materiales, según la necesidad: acero, acero inoxidable, cobre, titanio, aluminio, latón, policloruro de vinilo con sus siglas en inglés PVC, nylon, caucho.

Las aplicaciones más comunes están en la industria automotriz, en las tuberías de desagüe, en la sujeción de techos falsos, en los sistemas de aire acondicionado en interiores, en las canaletas eléctricas y datos.



**Figura 8.** Soporte: C- tuerca (suministro de campo), D- arandela, E- Espárragos M10 (suministro de campo) [2]

El sistema de aire acondicionado debe tener las características y requerimientos de los equipos para la debida instalación de los **desagües**. La central principal será en dos pulgadas PVC, la tubería del equipo a la matriz debe ser del diámetro de 1 pulgada PVC presión con sus respectivos acoples. La instalación de la tubería de desagüe incorrecta puede causar fugas de agua y daños a otras instalaciones.



**Figura 9.** Desagüe A- Pendiente descendente 1/100 o más, B- Manguera de drenaje (accesorio), C- Unidad interior, D-Tubería colectiva, E- Maximizar esta longitud aproximadamente 10cm (3-15/16plg) [2]

## 1.7 Tubería de cobre

Las tuberías de cobre transportan líquidos y gases a diferentes temperaturas. El cobre es un metal con cualidades notables como su ductilidad, maleabilidad y su conductividad del calor y la electricidad. Con la presencia de la humedad, el cobre tiene la capacidad de recubrirse o protegerse, logrando impedir el avance de la humedad. La tubería de cobre se utiliza para instalaciones de suministro de agua, fría y caliente, así como gas, calefacción y refrigeración.

### 1.7.1 Tipos de tubería de cobre

Las letras indican el espesor relativo de la tubería y de sus aplicaciones:

#### 1.7.1.1 Tubería tipo M

La tubería tipo M se utiliza en instalaciones hidráulicas de agua fría y caliente donde las presiones de servicio sean bajas de 2 a 4 psi.

### ***1.7.1.2 Tubería tipo L***

La tubería tipo L se utiliza en instalaciones de vapor, aire comprimido, en calefacción, refrigeración.

### ***1.7.1.3 Tubería tipo K***

La tubería tipo K se utiliza en la industrial, en altas presiones y temperaturas.

## **CAPÍTULO II**

### **ALTERNATIVAS DE SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO CENTRALIZADOS**

Los progresos tecnológicos van a pasos acelerados que cada vez desafían más a la ingeniería con nuevos sistemas electrónicos, se hace cada vez más normal el desarrollo de grandes edificaciones garantizando el control de la temperatura para obtener la comodidad de los usuarios.

En estos tiempos se han generado sistemas de ahorro y eficiencia de energía para evitar consumos excesivos, reduciendo los costos y evitando las emisiones de CO<sub>2</sub> al medio ambiente.

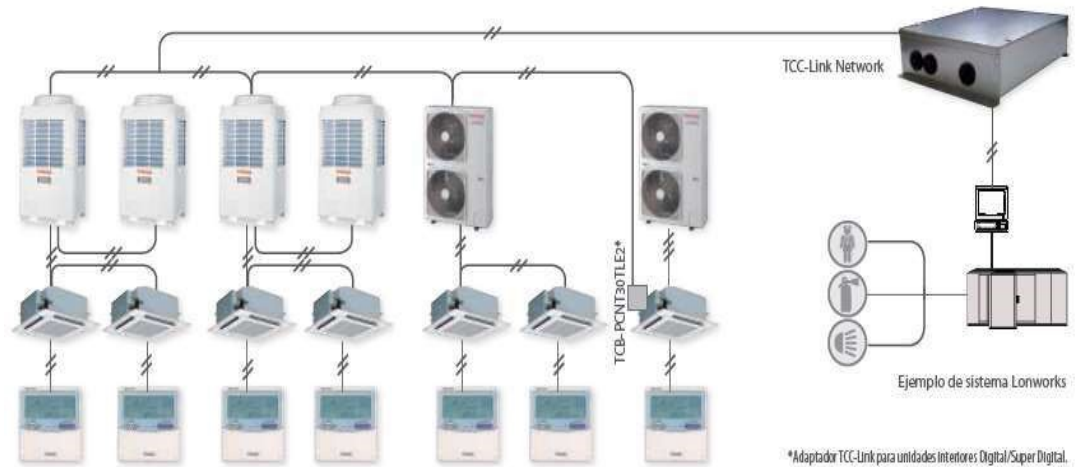
#### **2.1 Existen dos tipos de sistemas de aire acondicionado centralizado**

##### **2.1.1 Sistemas de aire acondicionado VRV por aire.**

Los sistemas VRV tienen la capacidad de suministrar calefacción y refrigeración simultáneamente mediante una bomba de calor, dando bienestar a las diferentes áreas. Estos sistemas se componen, principalmente, por:

- Unidad exterior o condensadora. - Dependiente del cálculo de cargas térmicas pueden agruparse hasta un máximo de 80 toneladas de refrigeración, dependiendo de la marca los sistemas VRV se encuentra en el mercado de 5 toneladas hasta 80 toneladas.
- Unidad interior o evaporadora. - De acuerdo con la necesidad estética del edificio se encuentran en el mercado equipos vistos y equipos ocultos.
- Distribución del refrigerante o tubería de cobre aislada. - Las conexiones de cada equipo con su tubería y ramificaciones a cada evaporadora.

- Controles. - Existe una gran variedad de controles no programados y programados a través de protocolos de comunicación.



**Figura 10.** Control central de un sistema [5]

#### a. Ventajas:

- Mejora la eficiencia energética mediante el compresor inverter.
- Permite controles individuales desde 50-64 unidades interiores.
- Reduce el área del paso de tuberías.
- Reduce el tiempo de instalación en obra.
- Tiene dos tuberías de succión y descarga de refrigerante.
- Tiene costos operativos menores porque permite el control individual de cada zona.
- Permiten la integración con el sistema contra incendios mediante protocolos de comunicación.
- La modularidad de los sistemas VRV permite diversidad para diferentes aplicaciones (hospitales oficinas, entre otras.).
- Se puede elegir las condiciones ambientales para lograr parámetros de diseño.
- Poseen una aplicación para un autoanálisis del funcionamiento del sistema reduciendo el tiempo de mantenimiento y reparación.

### **b. Desventajas**

La red de tuberías tiene unas longitudes limitadas entre evaporadora y condensadora. Si existiera un problema en las tuberías de fuga, el refrigerante puede causar problemas de salud.

#### **2.1.2 Sistema de aire acondicionado refrigerado por agua**

Un sistema de aire acondicionado refrigerado por agua que enfría el aire del interior de una zona es conocido por chiller. Los chiller son equipos de climatización para inmuebles con mayor volumen.

El agua tratada en la unidad exterior es enfriada o calentada según el requerimiento, en la cual el proceso de recirculación se realiza mediante un sistema de bombeo.

El sistema de aire acondicionado refrigerado por agua está formado por los siguientes elementos:

- Chiller
- Torres de enfriamiento
- Bombas de agua helada
- Bombas de agua para enfriamiento
- Unidades manejadoras o evaporadoras

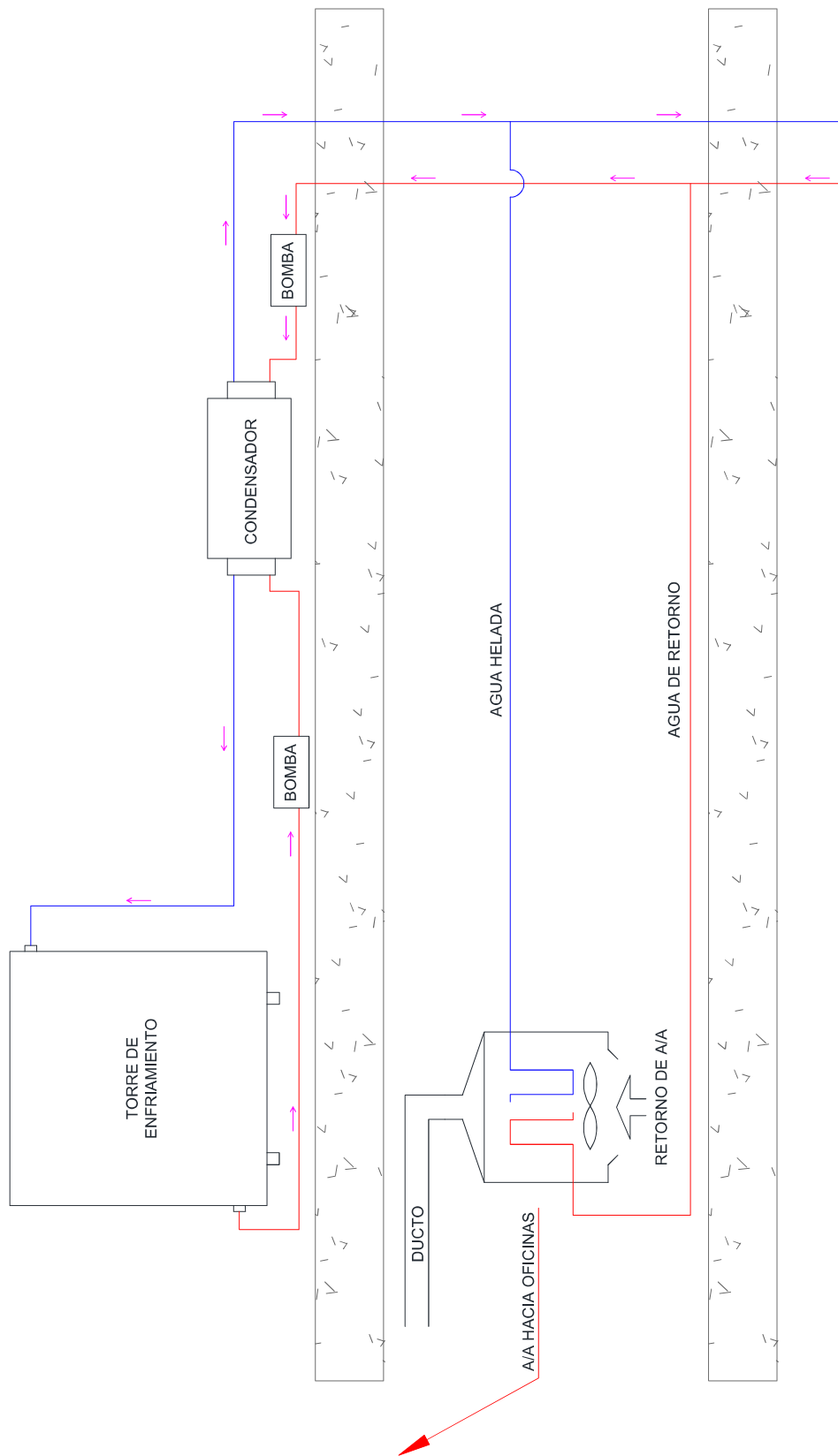


Figura 11. Torre de enfriamiento [6]



## 2.2 Sistema de distribución

### a. Ventajas

Son equipos diseñados para tratar una gran capacidad de refrigeración.

Tienen una vida útil más larga.

Estos sistemas son manejados en edificios grandes.

### b. Desventajas

Requieren de otros equipos complementarios para su funcionamiento, lo que agrega más costos de instalación

El sistema de drenaje debe ser limpiado periódicamente.

Si ocurre una fuga en el sistema de tubería puede dañar los muebles y aparatos eléctricos.

El mantenimiento es costoso por su alto grado de complejidad.

## 2.3 Toma de decisiones para ver el mejor sistema

**Tabla 1.**  
Comparación de sistemas VRV vs sistemas centralizados Chillers

<b>SISTEMAS VRV</b>	<b>SISTEMAS DE AGUA CENTRALIZADOS</b>
El tamaño reducido de los equipos exteriores e interiores permite que las instalaciones en el edificio sean más compactos y accesibles.	Los sistemas de agua centralizada necesitan cuartos de máquinas de gran tamaño para los equipos exteriores e interiores, sistemas de bombeo, calderos torres de enfriamiento.
Tienen potencias para diferentes áreas y variedad de uso.	Requieren prender todo el sistema de bombeo para climatizar.
Los compresores inverter garantizan la mejor simultaneidad de potencia y	Están limitados por una regulación de potencia por etapas de enfriamiento y de bombeo de agua.

adaptación a condiciones climatológicas extremas.	
El tiempo de instalación y costo de mano de obra es menor.	Mayor número de proveedores lo que aumenta los tiempos de ejecución y requieren mano de obra especializado en sistemas de bombeo y refrigeración.
No requieren mantenimientos costosos.	Es necesario realizar mantenimientos continuos del sistema de bombeo y sistema de refrigeración.
Permiten el control con protocolos de comunicación.	Se necesita realizar la automatización para la monitorización del sistema en conjunto.
Puesta en marcha es rápida y fácil de realizar.	El arranque del equipo requiere de todos los subsistemas de un sistema centralizado (torre de enfriamiento, bombas, válvulas, evaporadoras, chiller) lo que estima mayores tiempos en puesta en marcha.

Elaborado por: Marco Rúales & Darwin Portero

## 2.3 Funcionabilidad

### a. Sistema VRV

Área de ubicación de los equipos: Se adaptan a cualquier espacio abierto, como parqueaderos de edificios, en una terraza o un lugar en la planta baja ya que las condensadoras son modulares ayuda a la mejor disponibilidad de área.

Capacidad: Menor eficiencia de enfriamiento, el manejo de líquido refrigerante no necesita ser cambiado.

### b. Chiller

- Área de ubicación de los equipos: Se Necesitan áreas de gran tamaño para el paso de tuberías de diámetros mayores de 6 pulgadas, un cuarto de máquinas para los sistemas

hidráulicos (cuarto de bombas de condensación), las unidades interiores deben ubicarse en áreas amplias y torres de enfriamiento de agua.

- Capacidad: Mayor capacidad de enfriamiento y una mayor retención de aire refrigerado.

## **2.4 Costos**

### **a. Sistema VRV**

Costo: Valores accesibles para adquirir los equipos.

Instalación: Precios medios.

Mantenimiento: Precios medios y el mantenimiento no es complicado.

Probabilidad de vida: 15 años aproximadamente.

### **b. Chiller**

Costo: Valores altos a comparación de Sistema VRV.

Instalación: Precios altos ya que se necesita instalación de las torres de enfriamiento, sistema hidráulico entre otros componentes del sistema.

Mantenimiento: Precios altos ya que tienen que hacer mantenimiento a muchos equipos como limpiar las incrustaciones del agua.

Probabilidad de vida: 20 años aproximadamente.

## **2.5 Porcentajes según utilidad**

Costo = 5 puntos

Mantenimiento = 5 puntos

Funcionabilidad = 5 puntos

El 100% sería la suma de los tres factores que da 15 puntos.

Se calificará sobre 5 puntos.

siendo:

- 1 : Malo
- 2 : Aceptable
- 3 : Bueno
- 4 : Muy bueno
- 5 : Excelente

**Tabla 2.**  
Tabla comparativa de toma de decisiones

	<b>Costo</b>		<b>Mantenimiento</b>		<b>Funcionabilidad</b>		<b>Total</b>	<b>Total</b>
	Val.	Calf	Val	Calf	Val	Calf		%
Sistema VRV	5	4	5	4	5	4	12	80 %
Chiller enfriados por Agua	5	3	5	2	5	5	10	67 %

Elaborado por: Marco Rúaes & Darwin Portero

El sistema volumen de refrigerante variable es el más efectivo para cumplir con nuestro diseño ya que el ahorro y la eficiencia energética nos garantiza el mejor proceso a un bajo costo.

## CAPÍTULO III

### CARGAS TÉRMICAS

La carga térmica es la energía calórica que ingresa o sale del área a climatizar, mediante el cálculo permite diseñar y determinar los equipos de aire acondicionado.

#### 3.1 Condiciones de diseño

Las condiciones de Infraestructura son:

**Tabla 3.**  
Parámetros de la infraestructura y condiciones climáticas

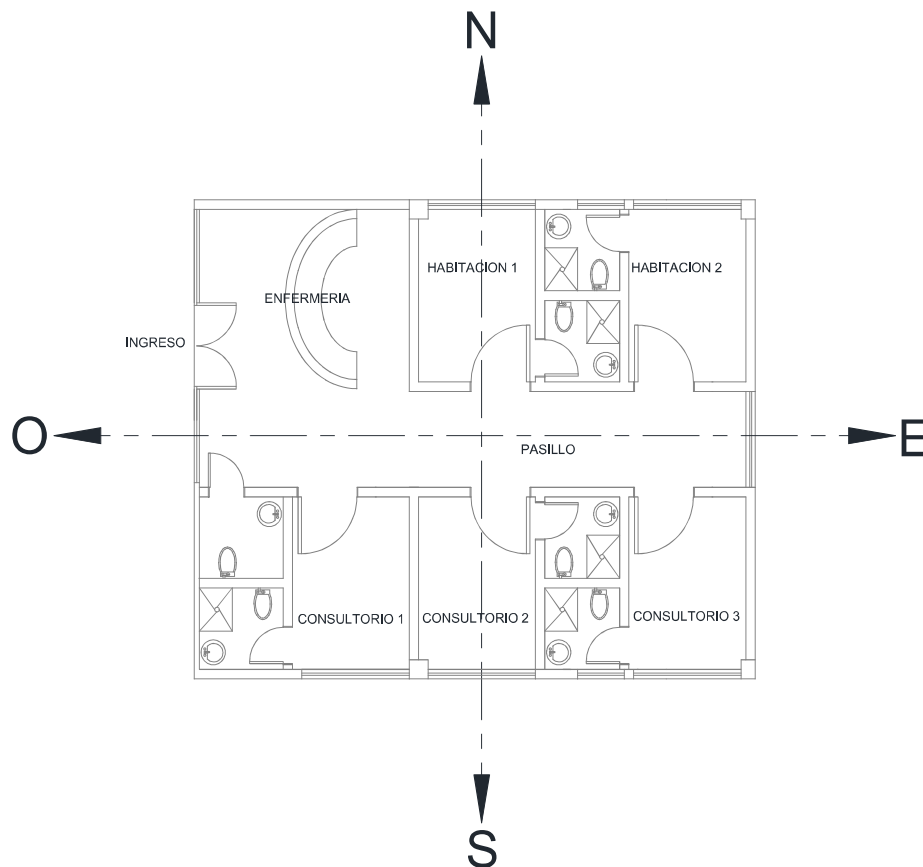
	Coeficiente de transferencia		Referencia
	BTU/h pie <sup>2</sup> °F	W/m <sup>2</sup> °C	
<b>Techo</b>	0.213	1.2	(ver Tabla 37. Diferencias de temperatura para cargas de enfriamiento (DTCE) para calcular cargas debidas a techos planos, 1°F ANEXOS)
<b>Piso</b>	0.19	1	(ver Tabla 37. Diferencias de temperatura para cargas de enfriamiento (DTCE) para calcular cargas debidas a techos planos, 1°F
<b>Paredes</b>	0.29	1.64	(ver Tabla 39 ANEXOS)
<b>Puertas</b>	0.42	2.4	(ver Tabla 40 ANEXOS)
<b>Vidrio</b>	1.04	5.7	(ver Tabla 40 ANEXOS)

Elaborado por: Marco Rúaes & Darwin Portero

**Tabla 4.**  
Áreas de trabajo

Ambiente	Área interna m <sup>2</sup>	Ubicación Geográfica
Consultorio 1	9	Sur
Consultorio 2	8.96	Sur
Consultorio 3	8.96	Sur-Este
Habitación 1	8.96	Norte
Habitación 2	8.98	Norte-Este
Pasillo	14.4	Este
Enfermería	26	Norte-Oeste

Elaborado por: Marco Rúaes & Darwin Portero



**Figura 12.**Plano arquitectónico y localización geográfica del proyecto. Elaborado por: Marco Rúaes & Darwin Portero

### 3.1.1 Condiciones interiores de diseño

Se han considerado las siguientes condiciones interiores:

**Tabla 5.**  
Parámetros de diseño según las Tabla 27 y Tabla 28 de anexos.

Función del espacio	Relación de presión a áreas adyacentes (n)	Mínimo al aire libre ACH, ach	Mínimo total ACH, ach	Todo el aire de la habitación sale directamente al exterior (j)	Aire recirculado mediante unidades de habitación (a)	RH(k) (%)	Temperaturas de diseño (°F/°C)
Sala de examinación	N/R	2	6	N/R	N/R	Max60	70-75/21-24
ENFERMERÍA AMBULATORIA							
Habitación el paciente (s)	N/R	2	6	N/R	N/R	Max60	70-75/21-24

Elaborado por: Marco Rúaes & Darwin Portero

### 3.1.2 Condiciones exteriores de diseño

Las condiciones de diseño para la ciudad de Quito se establecieron con base a los registros del INAMHI:

**Tabla 6.**  
Parámetros de diseño según la Tabla 49 de anexos.

Temperatura de bulbo seco	27 °C
Temperatura de bulbo húmedo	26.6 °C
Humedad relativa	97 %
Altura de diseño	2880 msnm

Elaborado por: Marco Rúaes & Darwin Portero

### 3.2 Conducción a través de la estructura exterior

El incremento de calor por conducción a través de la estructura exterior se transfiere mediante paredes techo y vidrios.

Pita [4, p. 136], menciona que se determina la ganancia de calor de calor mediante la ecuación (1).

$$q = U A (DTCE) \quad (1)$$

Donde:

**q** = Ganancia neta del recinto por conducción a través del techo, paredes o vidrio, BTU/h

**U** = Coeficiente general de transferencia de calor para el techo paredes o vidrios BTU/h-pie<sup>2</sup>-°F

**A** = Área aplicada de techo, paredes o vidrio en las unidades (pie<sup>2</sup>)

**DTCE** = Diferencia de temperatura para carga de enfriamiento, °F

Pita [4, p. 137] determina la diferencia de temperatura mediante la ecuación (2).

$$DTCE_e = ((DTCE+LM) \times K + (78 - t_r) + (t_o-85)) \times f \quad (2)$$

Donde:

**DTCE<sub>e</sub>** = Valor corregido de DTCE, °F

**DTCE** = temperatura de las Tabla 37 en anexos

**LM** = corrección para latitud al color y mes, según la Tabla 38 en anexos

**K** = corrección debido al color de la superficie.

**K** = 1.0 para superficies oscuras o áreas industriales

**K** = 0.5 para techos de color, claro en zonas rurales.

**K** = 0.65 para paredes de color claro en zonas rurales

**t<sub>r</sub>** = temperatura del recinto, 70°F



$t_o$  = temperatura de diseño exterior promedio, 81°F

$f=1$  [4, p. 141]

**Nota:**

Si no conoce la temperatura de espacio a acondicionar, se emplea con frecuencia una aproximación que consiste en suponer que está a 5°F menos que la temperatura exterior. Los espacios con fuentes de calor, como los cuartos de calderas, puede estar a temperaturas mucho mayores. [4]

**3.3 Cálculos**

**3.3.1 Según el libro acondicionamiento de aire principios y sistemas, E. Pita**

**a. Consultorio 1**

$$DTCE_e = ((DTCE+LM) \times K + (78 - tr) + (t_o-85)) \times f \quad (2)$$

$$DTCE_e = ((64 \text{ °F} - 8 \text{ °F}) \times 0.5 + (78 - 70) + (81-85)) \times 1$$

$$DTCE_e = 32 \text{ °F}$$

$$q = U A (DTCE) \quad (1)$$

$$q = 0.213 \text{ BTU/h pie}^2 \text{ °F} \times 96.9 \text{ pie}^2 \times 32 \text{ °F}$$

$$q = 660.5 \text{ BTU/h}$$

**- Pared al sol**

En la pared sur se obtiene el siguiente resultado:

$$A_{\text{pared}} = 0.2\text{m} \times 3\text{m} = 0.6\text{m}^2$$

$$A_{\text{pared}} = 6.46 \text{ pie}^2$$

$$DTCE_e = ((DTCE+LM) \times K + (78 - tr) + (t_o-85)) \times f \quad (2)$$

$$DTCE_e = ((24 \text{ }^\circ\text{F} - 8 \text{ }^\circ\text{F}) \times 0.65 + (78 - 70) + (81-85)) \times 1$$

$$DTCE_e = 14.4 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$q = U A (DTCE) \quad (1)$$

$$q = 0.29 \text{ BTU/h pie}^2 \text{ }^\circ\text{F} \times 6.46 \text{ pie}^2 \times 14.4 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$\mathbf{q} = 26.96 \text{ BTU/h}$$

En la pared norte interna se obtiene el siguiente resultado:

$$A_{\text{pared}} = 1.24\text{m} \times 3\text{m} = 3.72\text{m}^2$$

$$A_{\text{pared}} = 40.04 \text{ pie}^2$$

$$DTCE_e = 5 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$q = U A (DTCE) \quad (1)$$

$$q = 0.29 \text{ BTU/h pie}^2 \text{ }^\circ\text{F} \times 40.4 \text{ pie}^2 \times 5 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$\mathbf{q} = 58.05 \text{ BTU/h}$$

En la pared oeste se obtiene el siguiente resultado:

$$A_{\text{pared}} = 2.84\text{m} \times 3\text{m} = 8.52\text{m}^2$$

$$A_{\text{pared}} = 91.7 \text{ pie}^2$$

$$q = U A (DTCE) \quad (1)$$

$$DTCE_e = 5 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$q = 0.29 \text{ BTU/h pie}^2 \text{ }^\circ\text{F} \times 91.7 \text{ pie}^2 \times 5 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$\mathbf{q} = 132.97 \text{ BTU/h}$$

En la puerta norte se obtiene el siguiente resultado:

$$A_{\text{puerta}} = 1.26\text{m} \times 2.1\text{m} = 2.65\text{m}^2$$

$$A_{\text{puerta}} = 28.5\text{pie}^2$$

$$q = U A (DTCE) \quad (1)$$

$$DTCE_e = 5 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$q = 0.42 \text{ BTU/h pie}^2 \text{ } ^\circ\text{F} \times 28.5 \text{ pie}^2 \times (5 \text{ } ^\circ\text{F})$$

$$q = 59.85 \text{ BTU/h}$$

En la puerta oeste se obtiene el siguiente resultado:

$$A_{\text{puerta}} = 0.76\text{m} \times 2.1 \text{ m} = 1.6 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{puerta}} = 17.2 \text{ pie}^2$$

$$q = U A (DTCE) \quad (1)$$

$$DTCE_e = 5 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$q = 0.42 \text{ BTU/h pie}^2 \text{ } ^\circ\text{F} \times 17.2\text{pie}^2 \times 5 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$q = 36.12 \text{ BTU/h}$$

En la conducción a través del vidrio sur se obtiene el siguiente resultado:

$$DTCE_e = ((DTCE+LM) \times K + (78 - t_r) + (t_o-85)) \times f \quad (2)$$

$$A_{\text{vidrio}} = 2.3\text{m} \times 3 \text{ m} = 3.45\text{m}^2 = 74.27 \text{ pie}^2$$

$$DTCE_e = ((13 \text{ } ^\circ\text{F}) + (78 - 70) + (81-85)) \times 1$$

$$DTCE_e = 17 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$q = U A (DTCE) \quad (1)$$

$$q = 1.04 \text{ BTU/h pie}^2 \text{ }^\circ\text{F} \times 74.27 \text{ pie}^2 \times 17 \text{ }^\circ\text{F}$$

$$q = 1313.1 \text{ BTU/h}$$

En la radiación a través del vidrio sur se obtiene el siguiente resultado:

$$q = \text{FGCS} \times A \times \text{CS} \times \text{FCE} \quad [4, \text{ p. } 142], \quad (3)$$

**q** = Ganancia neta por radiación solar a través del vidrio, BTU/h

**FGCS** = factor de ganancia máxima de calor solar BTU/h-pie<sup>2</sup> (ver **Tabla 41** anexos)

**A** = área vidrio, pie<sup>2</sup>

**CS** = coeficiente de sombreado (ver **Tabla 42** anexos)

**FCE** = factor de carga de enfriamiento para el vidrio (ver **Tabla 43** anexos)

$$A_{\text{vidrio}} = 2.3 \text{ m} \times 3 \text{ m} = 6.9 \text{ m}^2 = 74.27 \text{ pie}^2$$

$$q = \text{FGCS} \times A \times \text{CS} \times \text{FCE} \quad (3)$$

$$q = 38 \text{ BTU/h-pie}^2 \times 74.27 \text{ pie}^2 \times 1.0 \times 0.65$$

$$q = 1.834,5 \text{ BTU/h}$$

En el alumbrado se obtiene el siguiente resultado:

$$q = 3.4 \times W \times \text{FB} \times \text{FCE} \quad [4, \text{ p. } 142], \quad (4)$$

**W** = capacidad de alumbrado, watts

**FB** = factor de balastra

**FCE** = factor de carga de enfriamiento para el alumbrado

$$W = 58 \text{ W} = 198 \text{ BTU/h}$$

$$\text{FB} = 1.25 \quad [4, \text{ p. } 149]$$

**FCE** = 1 (capítulo 6 página 19) para los casos en que no se pueden aplicarse, es posible encontrarlos en el ASHRAE Volúmenes fundamentales. En los demás casos, use un valor de **FCE**=1. [4, p. 149]

$$q = 3.4 \times 198 \text{ BTU/h} \times 1.25 \times 1$$

$$q = 841.5 \text{ BTU/h}$$

En la ganancia de calor por personas se obtiene el siguiente resultado:

$$Q_s = q_s \times n \times \text{FCE} \quad [4, \text{p. 151}], \quad (5)$$

Donde:

**n** = número de personas

**FCE** = factor de carga de enfriamiento para las personas. [4, p. 151]

**q<sub>s</sub>**, = 420 BTU/h (ver **Tabla 44**)

**n** = 3

$$Q_s = 420 \text{ BTU/h} \times 3 \times 1$$

$$Q_{\text{total}} = 1.260 \text{ BTU/h}$$

En la ganancia de calor por equipos se obtiene el siguiente resultado:

$$Q = W \times n \quad [4, \text{p. 151}], \quad (6)$$

Donde:

**W** = capacidad en watts

**n** = número de equipos

**Q** = **W** x **n**

$W = 120 \text{ w} = 410 \text{ BTU/h}$  (ver **Tabla 29** anexos)

$n = 1$

$$Q = 410 \text{ BTU/h} \times 1$$

$$Q = 410 \text{ BTU/h}$$

La Ventilación es parte de la carga de refrigeración, pero no de la carga del recinto

$$Q_s = 1.1 \times \text{CFM} \times \text{CT} \quad [4, \text{p. 159}], \quad (7)$$

$$Q_l = 0.68 \times \text{CFM} \times (W_e - W_i) \quad (8)$$

Donde:

**CFM** = flujo de aire de ventilación, ft/min (ver **Tabla 33** anexo)

**CT** = cambio de temperatura entre el aire exterior e interior. F [4]

**W<sub>e</sub>, W<sub>i</sub>** = relación de humedad exterior e interior [4]

**Datos obtenidos según la carta Psicométrica**

**Tabla 7.**  
Parámetros de temperatura de bulbo seco y porcentaje de humedad relativa

<b>Punto interior</b>		<b>Punto exterior</b>	
DB	70	DB	81
RH	50	RH	97
Flujo de aire	1000	Flujo de aire	1000
DB	70.000	DB	81.000
WB	58.432	WB	80.290
RH	50.00	RH	97.00
W	54.7	W	156.7
V	13.516	V	14.115
H	25.335	H	43.999
DP	50.530	DP	80.060
d	0.0746	D	0.0724
vp	0.3698	Vp	1.0350
AW	4.048	AW	11.103

Elaborado por: Marco Rúaless & Darwin Portero

$$Q_s = 1.1 \times 15\text{CFM} \times (81-70)$$

$$Q_s = 181.5 \text{ BTU/h}$$

$$Q_1 = 0.68 \times 15\text{CFM} \times (157-55)$$

$$Q_1 = 1040.4 \text{ BTU/h}$$

$$Q_{\text{total}} = 1222 \text{ BTU/h}$$

**Tabla 8.**  
Consultorio 1, resultados según E. Pita

CONSULTORIO 1			DB, °F	WB, °F	RH, %			
Condiciones de diseño		Exterior	81,00		97			
		Interior	70,00		50			
Conducción	Orientación	U	Área pie <sup>2</sup>	DTCEe		RSGH BTU/h		
				Tabla	Corrección			
Vidrio	N	1,04	0,00	13	17,00	1,00	0,00	
	N.E.		0,00				0,00	
	E		0,00				0,00	
	S.E.		0,00				0,00	
	<b>S</b>		<b>74,23</b>				<b>13,12</b>	<b>1,312.44</b>
	S.O.		0,00				0,00	
	O		0,00				0,00	
Paredes Exteriores	N	0,29	0,00	13	7.25	1,00	0,00	
	N.E.		0,00	26	15.7		0,00	
	E		0,00	37	22.85		0,00	
	S.E.		0,00	37	22.85		0,00	
	<b>S</b>		<b>6,46</b>	<b>24</b>	<b>14.4</b>		<b>26.96</b>	
	S.O.		0,00	18	10.5		0,00	
	O		0,00	14	7.9		0,00	
Paredes Interiores	N	0,29	40,02	75	5,00	1,00	58,03	
	N.E.		0,00	75	5,00		0,00	
	E		0,00	75	5,00		0,00	
	S.E.		0,00	75	5,00		0,00	
	S		0,00	75	5,00		0,00	
	<b>O</b>		<b>91,66</b>	<b>75</b>	<b>5,00</b>		<b>132,91</b>	
	N.O.		0,00	75	5,10		0,00	
Piso		0,18	96,83	24	4		69,71	
Techo		0,213	96,83	64	32		659,96	
Puerta	N	0,42	28,47	75	5,00	1,00	59,78	
	O	0,42	17,17	75	5,00		36,06	
Solar	Orientación	FGCS	Área pie <sup>2</sup>	CS	FCE	Fc	RSGH BTU/h	
Vidrio	N	75	0,00	1,00	0,82	1,00	0,00	
	N.E.	187	0,00		0,31		0,00	
	E	212	0,00		0,32		0,00	
	S.E.	112	0,00		0,42		0,00	
	<b>S</b>	<b>38</b>	<b>74,23</b>		<b>0,65</b>		<b>1,833.55</b>	
	S.O.	112	0,00		0,49		0,00	
	O	212	0,00		0,32		0,00	
N.O.	187	0,00	0,23	0,00				
Luces	Capacidad, BTU/h	FB	FCE	Fc				
	198,00	3,4	1,25	1	1,00		841,50	
Personas	Cant.	Calor	FCE	Fc				
	3,00	420	1	1,00			1.260,00	
Equipos	Capacidad, BTU/h	Cant.						
	410,00	1	1	1	1,00		410,00	
Ventilación		CFM						
	1,10	15	11,00		1,00		181,50	
	0,68	15	102		1,00		1.040,40	
<b>Subtotal</b>					<b>BTU/h</b>		<b>7.922,80</b>	

Elaborado por: Marco Rúaes & Darwin Portero



**Tabla 9.**  
Consultorio 2, resultados según E. Pita

CONSULTORIO 2			DB, °F	WB, °F	RH, %		
Condiciones de diseño		Exterior	81,00		97		
		Interior	70,00		50		
Conducción	Orientación	U	Área pie <sup>2</sup>	DTCEe Tabla	Corrección	Fc	RSGH BTU/h
Vidrio	N	1,04	0,00	13	17,00	1,00	0,00
	N.E.		0,00				0,00
	E		0,00				0,00
	S.E.		0,00				0,00
	S		74,23				1,312,44
	S.O.		0,00				0,00
	O		0,00				0,00
	N.O.		0,00				0,00
Paredes Exteriores	N	0,29	0,00	13	7,25	1,00	0,00
	N.E.		0,00	26	15,7		0,00
	E		0,00	37	22,85		0,00
	S.E.		0,00	37	22,85		0,00
	S		0,00	24	14,4		0,00
	S.O.		0,00	18	10,5		0,00
	O		0,00	14	7,9		0,00
	N.O.		0,00	13	7,25		0,00
Paredes Interiores	N	0,29	46,48	75	5,00	1,00	67,39
	N.E.		0,00	75	5,00		0,00
	E		91,66	75	5,00		132,91
	S.E.		0,00	75	5,00		0,00
	S		0,00	75	5,00		0,00
	S.O.		0,00	75	5,00		0,00
	O		0,00	75	5,00		0,00
	N.O.		0,00	75,1	5,10		0,00
Piso		0,18	96,83	24	4	1,00	69,71
Techo		0,213	96,83	64	38,5		794,02
Puerta	N	0,42	28,47	75	5,00	1,00	59,78
	O	0,42	17,17	75	5,00		36,06
Solar	Orientación	FGCS	Área pie <sup>2</sup>	CS	FCE	Fc	RSGH BTU/h
Vidrio	N	75	0,00	1,00	0,82	1,00	0,00
	N.E.	187	0,00		0,31		0,00
	E	212	0,00		0,32		0,00
	SE	112	0,00		0,42		0,00
	S	38	74,23		0,65		1,833,55
	S.O.	112	0,00		0,49		0,00
	O	212	0,00		0,32		0,00
	N.O.	187	0,00		0,23		0,00
Luces	Capacidad, BTU/h	3,4	FB	FCE		Fc	
	198,00		1,25	1		1,00	841,50
Personas	Cant.	Calor		FCE		Fc	
	3,00	420		1		1,00	1.260,00
Equipos	Capacidad, BTU/h	Cant.					
	410,00	1	1	1		1,00	410,00
Ventilación		CFM					
	1,10	15	11,00			1,00	181,50
	0,68	15	102			1,00	1.040,40
<b>Subtotal</b>					<b>BTU/h</b>		<b>8.039,26</b>

Elaborado por: Marco Ruales & Darwin Portero

**Tabla 10.**  
Consultorio 3, resultados según E. Pita

<b>CONSULTORIO 3</b>			DB, °F	WB, °F	RH, %		
<b>Condiciones de diseño</b>			Exterior 81,00		97		
			Interior 70,00		50		
<b>Conducción</b>	<b>Orientación</b>	<b>U</b>	<b>Área pie²</b>	<b>DTCEe</b>		<b>Fc</b>	<b>RSGH BTU/h</b>
				<b>Tabla</b>	<b>Corrección</b>		
Vidrio	N	1,04	0,00	13	17,00	1,00	0,00
	N.E.		0,00				0,00
	E		0,00				0,00
	S.E.		0,00				0,00
	S		74,23				13,12
	S.O.		0,00				0,00
	O		0,00				0,00
	N.O.		0,00				0,00
Paredes Exteriores	N	0,29	0,00	13	7,25	1,00	0,00
	N.E.		0,00	26	15,7		0,00
	E		129,10	37	22,85		855,49
	S.E.		0,00	37	22,85		0,00
	S		0,00	24	14,4		0,00
	S.O.		0,00	18	10,5		0,00
	O		0,00	14	7,9		0,00
Paredes Interiores	N.O.	0,00	13	7,25	0,00		
	N	0,29	46,48	75	5,00	1,00	67,39
	N.E.		0,00	75	5,00		0,00
	E		0,00	75	5,00		0,00
	S.E.		0,00	75	5,00		0,00
	S		0,00	75	5,00		0,00
	S.O.		0,00	75	5,00		0,00
O	91,66		75	5,00	132,91		
Piso	N.O.	0,00	75,1	5,10	0,00		
		0,18	96,83	24	4	69,71	
Techo		0,213	96,83	64	38,5	1,00	794,02
Puerta	N	0,42	28,47	75	5,00	1,00	59,78
	O	0,42	17,17	75	5,00		36,06
<b>Solar</b>	<b>Orientación</b>	<b>FGCS</b>	<b>Área pie²</b>	<b>CS</b>	<b>FCE</b>	<b>Fc</b>	<b>RSGH BTU/h</b>
Vidrio	N	75	0,00	1,00	0,82	1,00	0,00
	N.E.	187	0,00		0,31		0,00
	E	212	0,00		0,32		0,00
	SE	112	0,00		0,42		0,00
	S	38	74,23		0,65		1,833,55
	S.O.	112	0,00		0,49		0,00
	O	212	0,00		0,32		0,00
	N.O.	187	0,00		0,23		0,00
Luces	Capacidad, BTU/h 198,00	3,4	1,25	FCE 1	Fc 1,00	841,50	
Personas	Cant. 3,00	Calor 420		FCE 1	Fc 1,00	1.260,00	
Equipos	Capacidad, BTU/h 410,00	Cant. 1	1	1	1,00	410,00	
Ventilación		CFM					
	1,10	15	11,00		1,00	181,50	
	0,68	15	102		1,00	1.040,40	
<b>Subtotal</b>					<b>BTU/h</b>		<b>8.894,75</b>

Elaborado por: Marco Rúaes & Darwin Portero

**Tabla 11.**  
Habitación 1, resultados según E. Pita

HABITACIÓN 1			DB, °F	WB, °F	RH, %		
Condiciones de diseño		Exterior	81,00		97		
		Interior	70,00		50		
Conducción	Orientación	U	Área pie <sup>2</sup>	DTCEe		Fc	RSGH BTU/h
				Tabla	Corrección		
Vidrio	N		74,23				1.312,44
	N.E.		0,00				0,00
	E		0,00				0,00
	S.E.	1,04	0,00	13	17,00	1,00	0,00
	S		0,00				0,00
	S.O.		0,00				0,00
	O		0,00				0,00
	N.O.		0,00				0,00
Paredes Exteriores	N		0,00	13	7.25		0,00
	N.E.		0,00	26	15.7		0,00
	E		0,00	37	22.85		0,00
	S.E.	0,29	0,00	37	22.85	1,00	0,00
	S		0,00	24	14.4		0,00
	S.O.		0,00	18	10.5		0,00
	O		0,00	14	7.9		0,00
	N.O.		0,00	13	7.25		0,00
Paredes Interiores	N		0,00	75	5,00		0,00
	N.E.		0,00	75	5,00		0,00
	E		91,66	75	5,00		132,91
	S.E.	0,29	0,00	75	5,00	1,00	0,00
	S		46,48	75	5,00		67,40
	S.O.		0,00	75	5,00		0,00
	O		116,19	75	5,00		168,48
	N.O.		0,00	75,1	5,10		0,00
Piso		0,18	96,83	24	4		69,71
Techo		0,213	96,83	64	38,5		794,02
Puerta	N	0,42	28,47	75	5,00	1,00	59,78
	O	0,42	17,17	75	5,00		36,06
Solar	Orientación	FGCS	Área pie <sup>2</sup>	CS	FCE	Fc	RSGH BTU/h
Vidrio	N	75	74,23		0,82		4.565,33
	N.E.	187	0,00		0,31		0,00
	E	212	0,00		0,32		0,00
	S.E.	112	0,00	1,00	0,42	1,00	0,00
	S	38	0,00		0,65		0,00
	S.O.	112	0,00		0,49		0,00
	O	212	0,00		0,32		0,00
	N.O.	187	0,00		0,23		0,00
Luces	Capacidad, BTU/h	FB	FCE		Fc		
	198,00	3,4	1,25	1	1,00		841,50
Personas	Cant.	Calor		FCE	Fc		
	3,00	420		1	1,00		1.260,00
Equipos	Capacidad, BTU/h	Cant.					
	410,00	1	1	1	1,00		410,00
Ventilación		CFM					
	1,10	15	11,00		1,00		181,50
	0,68	15	102		1,00		1.040,40
<b>Subtotal</b>				<b>BTU/h</b>			<b>10.939,51</b>

Elaborado por: Marco Rúaes & Darwin Portero

**Tabla 12.**  
Habitación 2, resultados según E. Pita

<b>HABITACIÓN 2</b>			DB, °F	WB, °F	RH, %		
<b>Condiciones de diseño</b>		Exterior	81,00		97		
		Interior	70,00		50		
<b>Conducción</b>	<b>Orientación</b>	<b>U</b>	<b>Área pie²</b>	<b>DTCEe</b>		<b>Fc</b>	<b>RSGH BTU/h</b>
				<b>Tabla</b>	<b>Corrección</b>		
	N		74,23				1.312,44
Vidrio	N.E.		0,00				0,00
	E		0,00				0,00
	S.E.	1	0,00	13	17,00	1,00	0,00
	S		0,00				0,00
	S.O.		0,00				0,00
	O		0,00				0,00
	N.O.		0,00				0,00
Paredes Exteriores	N		0,00	13	7,25		0,00
	N.E.		0,00	26	15,7		0,00
	E		129,10	37	22,85		855,49
	S.E.	0,29	0,00	37	22,85	1,00	0,00
	S		0,00	24	14,4		0,00
	S.O.		0,00	18	10,5		0,00
	O		0,00	14	7,9		0,00
Paredes Interiores	N.O.		0,00	13	7,25		0,00
	N		0,00	75	5,00		0,00
	N.E.		0,00	75	5,00		0,00
	E		0,00	75	5,00		0,00
	S.E.	0,29	0,00	75	5,00	1,00	0,00
	S		46,48	75	5,00		67,40
	S.O.		0,00	75	5,00		0,00
Piso	O		116,19	75	5,00		168,48
	N.O.		0,00	75,1	5,10		0,00
		0,18	96,83	24	4		69,71
		0,213	96,83	64	38,5		794,02
Puerta	N	0,42	28,47	75	5,00	1,00	59,78
	O	0,42	17,17	75	5,00		36,06
<b>Solar</b>	<b>Orientación</b>	<b>FGCS</b>	<b>Área pie²</b>	<b>CS</b>	<b>FCE</b>	<b>Fc</b>	<b>RSGH BTU/h</b>
	N	75	74,23		0,82		4.565,33
Vidrio	N.E.	187	0,00		0,31		0,00
	E	212	0,00		0,32		0,00
	S.E.	112	0,00	1,00	0,42	1,00	0,00
	S	38	0,00		0,65		0,00
	S.O.	112	0,00		0,49		0,00
	O	212	0,00		0,32		0,00
	N.O.	187	0,00		0,23		0,00
Luces	Capacidad, BTU/h		FB	FCE		Fc	
	198,00	3,4	1,25	1		1,00	841,50
Personas	Cant.	Calor		FCE		Fc	
	3,00	420		1		1,00	1.260,00
Equipos	Capacidad, BTU/h	Cant.					
	410,00	1	1	1		1,00	410,00
Ventilación		CFM					
	1,10	15	11,00			1,00	181,50
	0,68	15	102			1,00	1.040,40
<b>Subtotal</b>					<b>BTU/h</b>		<b>11.662,09</b>

Elaborado por: Marco Rúaes & Darwin Portero

**Tabla 13.**  
Enfermería, resultados según E. Pita

ENFERMERÍA			DB, °F	WB, °F	RH, %		
Condiciones de diseño		Exterior	81,00		97		
		Interior	70,00		50		
Conducción	Orientación	U	Área pie²	DTCEe Tabla	Corrección	Fc	RSGH BTU/h
Vidrio	N		0,00				0,00
	N.E.		0,00				0,00
	E		0,00				0,00
	S.E.	1,04	0,00	13	17,00	1,00	0,00
	S		0,00				0,00
	S.O.		0,00				0,00
	O		129,10				2.282,50
	N.O.		0,00				0,00
Paredes Exteriores	N		148,47	13	7,25		312,15
	N.E.		0,00	26	15,7		0,00
	E		0,00	37	22,85		0,00
	S.E.	0,29	0,00	37	22,85	1,00	0,00
	S		0,00	24	14,4		0,00
	S.O.		0,00	18	10,5		0,00
	O		0,00	14	7,9		0,00
	N.O.		0,00	13	7,25		0,00
Paredes Interiores	N		151,05				-219,02
	N.E.		0,00				0,00
	E		122,65				-177,84
	S.E.	0,29	0,00	70	-5,00	1,00	0,00
	S		151,05				-219,02
	S.O.		0,00				0,00
	O		0,00				0,00
	N.O.		0,00				0,00
Piso		0,18	290,48	24	4		209,15
Techo		0,213	290,48	64	38,5		2.382,08
Puerta	O	1	58,10	81	11,00	1,00	639,10
	N	0,42	17,17	70	0,00		0,00
Solar	Orientación	FGCS	Área pie²	CS	FCE	Fc	RSGH BTU/h
Vidrio	N	75	0,00		0,82		0,00
	N.E.	187	0,00		0,31		0,00
	E	212	0,00		0,32		0,00
	S.E.	112	0,00	1,00	0,42	1,00	0,00
	S	38	0,00		0,65		0,00
	S.O.	112	0,00		0,49		0,00
	O	212	129,10		0,32		8.758,20
	N.O.	187	0,00		0,23		0,00
Luces	Capacidad, BTU/h	FB	FCE		Fc		
	1.000,00	3,4	1,25	1	1,00		4.250,00
Personas	Cant.	Calor		FCE	Fc		
	5,00	420		1	1,00		2.100,00
Equipos	Capacidad, BTU/h	Cant.					
	1.600,00	1	1	1	1,00		1.600,00
Ventilación		CFM					
	1,10	15	11,00		1,00		181,50
	0,68	15	102		1,00		1.040,40
<b>Subtotal</b>					<b>BTU/h</b>		<b>23.139,12</b>

Elaborado por: Marco Rúaes & Darwin Portero

**Tabla 14.**  
Pasillo, resultados según E. Pita

PASILLO			DB, °F	WB, °F	RH, %		
Condiciones de diseño		Exterior	81,00		97		
		Interior	70,00		50		
Conducción	Orientación	U	Área pie <sup>2</sup>	DTCEe Tabla	Corrección	Fc	RSGH BTU/h
Vidrio	N		0,00				0,00
	N.E.		0,00				0,00
	E		64,55				1.141,25
	S.E.	1,04	0,00	13	17,00	1,00	0,00
	S		0,00				0,00
	S.O.		0,00				0,00
	O		0,00				0,00
Paredes Exteriores	N.O.		0,00				0,00
	N		0,00	13	7,25		0,00
	N.E.		0,00	26	15,7		0,00
	E		0,00	37	22,85		0,00
	S.E.	0,29	0,00	37	22,85	1,00	0,00
	S		0,00	24	14,4		0,00
	S.O.		0,00	18	10,5		0,00
Paredes Interiores	O		0,00	14	7,9		0,00
	N.O.		0,00	13	7,25		0,00
	N		151,05				-219,02
	N.E.		0,00				0,00
	E		0,00				0,00
	S.E.	0,29	0,00	70	-5,00	1,00	0,00
	S		151,05				-219,02
Piso	S.O.		0,00				0,00
	O		0,00				0,00
Techo	N.O.		0,00				0,00
		0,18	154,92	24	4		111,54
Puerta		0,213	154,92	64	38,5	1,00	1.270,43
	O	1	58,10	81	11,00		639,05
Puerta	N	0,42	17,17	70	-5,00		-72,12
	S	0,42	28,47	70	-5,00		-119,57
Solar	Orientación	FGCS	Área pie <sup>2</sup>	CS	FCE	Fc	RSGH BTU/h
Vidrio	N	75	0,00	0,88	0,82		0,00
	N.E.	187	0,00	0,88	0,31		0,00
	E	212	64,55	0,88	0,32		4.379,10
	S.E.	112	0,00	0,88	0,42	1,00	0,00
	S	38	0,00	0,88	0,65		0,00
	S.O.	112	0,00	0,88	0,49		0,00
	O	212	0,00	0,88	0,32		0,00
Luces	N.O.	187	0,00	1,00	0,23		0,00
	Capacidad, BTU/h		FB	FCE		Fc	
Personas	198,00	3,4	1,25	1		1,00	841,50
	Cant.	Calor		FCE		Fc	
Equipos	2,00	420		1		1,00	840,00
	Capacidad, BTU/h	Cant.					
	410,00	1	1	1		1,00	410,00
	1,10	CFM	15	11,00		1,00	181,50
	0,68		15	102		1,00	1.040,40
<b>Subtotal</b>							<b>10.225,06</b>

Elaborado por: Marco Rúaes & Darwin Portero

### 3.3.2 Según ASHRAE

#### a. Consultorio 1

A continuación, según ASHRAE [7, p. 612], se ilustra mediante la **Tabla 29** en anexos

##### - **Techo:**

$$q = U_r A \text{ (CLTD)} \quad (9)$$

CLTD = diferencia de temperatura de carga de refrigeración. [7, p. 609]

$$A = 9 \text{ m}^2$$

$$q = U_r A \text{ (CLTD)} \quad (10)$$

$$q = 1.2 \text{ W/ m}^2 \text{ }^\circ\text{C} (9 \text{ m}^2) (23 \text{ }^\circ\text{C})$$

$$q = 248.40 \text{ W}$$

##### - **Piso**

$$q = U_f A \text{ (CLTD)} \quad (11)$$

$$q = 1 \text{ W/ m}^2 \text{ }^\circ\text{C} (9 \text{ m}^2) (5 \text{ }^\circ\text{C})$$

$$q = 45 \text{ W}$$

##### - **Pared al sol**

En la pared sur se obtiene el siguiente resultado:

$$A = 0.6 \text{ m}^2$$

$$q = U_w A \text{ (CLTD)} \quad (12)$$

$$q = 1.64 \text{ W/ m}^2 \text{ }^\circ\text{C} (0.6 \text{ m}^2) (6 \text{ }^\circ\text{C})$$

$$q = 5.9 \text{ W}$$

En la pared norte interna se obtiene el siguiente resultado:

$$CLTD = 24\text{ }^{\circ}\text{C} - 21\text{ }^{\circ}\text{C} = 3\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$q = U_w A (CLTD)$$

$$q = 1.64\text{ W/m}^2\text{ }^{\circ}\text{C} (4.32\text{ m}^2) (3\text{ }^{\circ}\text{C})$$

$$q = 21.25\text{ W}$$

En la pared oeste interna se obtiene el siguiente resultado:

$$CLTD = 24\text{ }^{\circ}\text{C} - 21\text{ }^{\circ}\text{C} = 3\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$q = U_w A (CLTD)$$

$$q = 1.64\text{ W/m}^2\text{ }^{\circ}\text{C} (8.52\text{ m}^2) (3\text{ }^{\circ}\text{C})$$

$$q = 41.92\text{ W}$$

En la puerta norte se obtiene el siguiente resultado:

$$A_{\text{puerta}} = 1.26\text{ m} \times 2.1\text{ m} = 2.65\text{ m}^2$$

$$q = U_d A (CLTD) \tag{13}$$

$$q = 2.39\text{ W/m}^2\text{ }^{\circ}\text{C} (2.65\text{ m}^2) (3\text{ }^{\circ}\text{C})$$

$$q = 18.97\text{ W}$$

En la puerta oeste se obtiene el siguiente resultado:

$$A_{\text{puerta}} = 0.76\text{ m} \times 2.1\text{ m} = 1.6\text{ m}^2$$

$$q = U_d A (CLTD)$$

$$q = 2.39\text{ W/m}^2\text{ }^{\circ}\text{C} (1.6\text{ m}^2) (3\text{ }^{\circ}\text{C})$$

$$q = 11.44\text{ W}$$



En el vidrio de conducción se obtiene el siguiente resultado:

$$q = U A \text{ (CLTD)} \quad (14)$$

$$q = 5.7 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C} (6.9 \text{ m}^2) (6 \text{ }^\circ\text{C})$$

$$q = 235.07 \text{ W}$$

En el vidrio la radiación se obtiene el siguiente resultado:

$$q = (\text{GLF})A \text{ (Tabla 28)}$$

(15)

$$q = (167 \text{ W/m}^2) 6.9 \text{ m}^2$$

$$q = 1152.30 \text{ W}$$

En el alumbrado se obtiene el siguiente resultado: =58W

En la ganancia de calor por personas se obtiene el siguiente resultado:

$$67 \text{ por persona. [7, p. 612]}$$

En la ganancia de calor por equipo se obtiene el siguiente resultado:

$$120 \text{ W}$$

En la infiltración se obtiene el siguiente resultado:

ACH **Tabla 31** anexos

$$Q = \text{ACH} \times (\text{volumen de la sala}) \times 1000/3600 \quad (16)$$

$$q = 1.2Q\Delta t \quad (17)$$

$$Q = 0.5 \times 27 \times 1000 / 3600 = 3.75 \text{ L/s}$$

$$q = 1.2 \times 3.75 \times (27-21) = 27 \text{ W}$$

**Tabla 15.**  
Consultorio 1, resultados según ASHRAE

<b>CONSULTORIO 1</b>			DB, °C	WB, °C	RH, %	
<b>Condiciones de diseño</b>			Exterior 27,00		97	
			Interior 21,00		50	
<b>Radiación</b>	<b>Orientación</b>	<b>GLF</b>	<b>U</b>	<b>Área m<sup>2</sup></b>	<b>CLTD</b>	<b>RSGH W</b>
Vidrio	N	107		0,00		0,00
	E	278		0,00		0,00
	S	167		6,90		1.152,30
	O	278		0,00		0,00
<b>Conducción</b>	<b>Orientación</b>			<b>Área m<sup>2</sup></b>	<b>CLTD</b>	<b>RSGH W</b>
Vidrio	N			0,00		0,00
	E		5,7	0,00	6	0,00
	S			6,90		235,07
	O			0,00		0,00
Paredes exteriores	N			0,00	4	0,00
	N.E.			0,00	8	0,00
	E			0,00	10	0,00
	S.E.		1,64	0,00	9	0,00
	S			0,60	6	5,90
	S.O.			0,00	9	0,00
	O			0,00	10	0,00
	N.O.			0,00	8	0,00
Paredes Interiores	N			4,32		21,25
	N.E.			0,00		0,00
	E			0,00		0,00
	S.E.		1,64	0,00	3,00	0,00
	S			0,00		0,00
	S.O.			0,00		0,00
	O			8,52		41,92
	N.O.			0,00		0,00
Piso			1	9,00	5	45,00
Techo			1,2	9,00	23	248,40
Puerto	N		2,39	2,65	3,00	18,97
	O		2,39	1,60	3,00	11,44
Luces	Capacidad, W					58,00
	58,00					
Personas	Cant.	W				
	3,00	67				201,00
Equipos	Capacidad, W	Cant.				
	120,00	1	1	1		120,00
Ventilación / Infiltración	ACH	Volumen				
	0.5	27	0,28	1,2	6,00	324,00 0,00
Subtotal					W	2.186,26
<b>Total</b>	<b>Calculado</b>				<b>W BTU/h</b>	<b>2.186,26 7.477,01</b>

Elaborado por: Marco Rúaes & Darwin Portero

**Tabla 16.**  
Consultorio 2, resultados según ASHRAE

<b>CONSULTORIO 2</b>			DB, °C	WB, °C	RH, %	
<b>Condiciones de diseño</b>			Exterior 27,00		97	
			Interior 21,00		50	
<b>Radiación</b>	<b>Orientación</b>	<b>GLF</b>	<b>U</b>	<b>Área m<sup>2</sup></b>	<b>CLTD</b>	<b>RSGH W</b>
Vidrio	N	107		0,00		0,00
	E	278		0,00		0,00
	S	167		6,90		1.152,30
	O	278		0,00		0,00
<b>Conducción</b>	<b>Orientación</b>			<b>Área m<sup>2</sup></b>	<b>CLTD</b>	<b>RSGH W</b>
Vidrio	N			0,00		0,00
	E		5,7	0,00	6	0,00
	S			6,90		235,07
	O			0,00		0,00
Paredes exteriores	N			0,00	4	0,00
	N.E.			0,00	8	0,00
	E		1,64	0,00	10	0,00
	S.E.			0,00	9	0,00
	S			0,60	6	5,90
	S.O.			0,00	9	0,00
	O			0,00	10	0,00
	N.O.			0,00	8	0,00
Paredes Interiores	N			4,32		21,25
	N.E.			0,00		0,00
	E			8,52		41,92
	S.E.		1,64	0,00	3,00	0,00
	S			0,00		0,00
	S.O.			0,00		0,00
	O			0,00		0,00
	N.O.			0,00		0,00
Piso			1	9,00	5	45,00
Techo			1,2	9,00	23	248,40
Puerto	N		2,39	2,65	3,00	18,97
	O		2,39	1,60	3,00	11,44
Luces	Capacidad, W					58,00
	58,00					
Personas	Cant.	W				
	3,00	67				201,00
Equipos	Capacidad, W	Cant.				
	120,00	1	1	1		120,00
Ventilación / Infiltración	ACH	Volumen				
	0.5	27	0,28	1,2	6,00	27,00
Subtotal					W	2.180,36
<b>Total</b>	<b>Calculado</b>				<b>W</b>	<b>2.248,19</b>
					<b>BTU/h</b>	<b>7.456,82</b>

Elaborado por: Marco Rúaes & Darwin Portero

**Tabla 17.**  
Consultorio 3, resultados según ASHRAE

CONSULTORIO 3			DB, °C	WB, °C	RH, %	
Condiciones de diseño			Exterior	27,00	97	
			Interior	21,00	50	
Radiación	Orientación	GLF	U	Área m <sup>2</sup>	CLTD	RSGH W
Vidrio	N	107		0,00		0,00
	E	278		0,00		0,00
	S	167		6,90		1.152,30
	O	278		0,00		0,00
Conducción	Orientación			Área m <sup>2</sup>	CLTD	RSGH W
Vidrio	N			0,00		0,00
	E		5,7	0,00	6	0,00
	S			6,90		235,07
	O			0,00		0,00
Paredes exteriores	N			0,00	4	0,00
	N.E.			0,00	8	0,00
	E			12,00	10	196,80
	S.E.		1,64	0,00	9	0,00
	S			0,00	6	0,00
	S.O.			0,00	9	0,00
	O			0,00	10	0,00
	N.O.			0,00	8	0,00
Paredes Interiores	N			4,32		21,25
	N.E.			0,00		0,00
	E			0,00		0,00
	S.E.		1,64	0,00	3,00	0,00
	S			0,00		0,00
	S.O.			0,00		0,00
	O			8,52		41,92
	N.O.			0,00		0,00
Piso			1	9,00	5	45,00
Techo			1,2	9,00	23	248,40
Puerto	N		2,39	2,65	3,00	18,97
	O		2,39	1,60	3,00	11,44
Luces	Capacidad, W					58,00
	58,00					
Personas	Cant.	W				201,00
	3,00	67				
Equipos	Capacidad, W	Cant.				120,00
	120,00	1	1	1		
Ventilación / Infiltración	ACH	Volumen				27,00
	0.5	27	0,28	1,2	6,00	0,00
Subtotal					W	2.377,16
<b>Total</b>	<b>Calculado</b>				<b>W</b>	<b>2.248,19</b>
					<b>BTU/h</b>	<b>8.129,82</b>

Elaborado por: Marco Rúaes & Darwin Portero

**Tabla 18.**  
Habitación 1, resultados según ASHRAE

Habitación 1			DB, °C	WB, °C	RH, %	
Condiciones de diseño			Exterior	27,00	97	
			Interior	21,00	50	
Radiación	Orientación	GLF	U	Área m <sup>2</sup>	CLTD	RSGH W
Vidrio	N	107		6,90		738,30
	E	278		0,00		0,00
	S	167		0,00		0,00
	O	278		0,00		0,00
Conducción	Orientación			Área m <sup>2</sup>	CLTD	RSGH W
Vidrio	N			6,90		235,07
	E		5,7	0,00		0,00
	S			0,00		0,00
	O			0,00		0,00
Paredes exteriores	N			0,00	4	0,00
	N.E.			0,00	8	0,00
	E			12,00	10	196,80
	S.E.		1,64	0,00	9	0,00
	S			0,00	6	0,00
	S.O.			0,00	9	0,00
	O			0,00	10	0,00
	N.O.			0,00	8	0,00
Paredes Interiores	N			0,00		0,00
	N.E.			0,00		0,00
	E			8,52		41,92
	S.E.		1,64	0,00	3,00	0,00
	S			4,32		21,25
	S.O.			0,00		0,00
	O			0,00		0,00
N.O.			0,00		0,00	
Piso			1	9,00	5	45,00
Techo			1,2	9,00	23	248,40
Puerto	N		2,39	2,65	3,00	18,97
	O		2,39	1,60	3,00	11,44
Luces	Capacidad, W					58,00
	58,00					
Personas	Cant.	W				201,00
	3,00	67				
Equipos	Capacidad, W	Cant.				120,00
	120,00	1	1	1		
Ventilación / Infiltración	ACH	Volumen				27,00
	0.5	27	0,28	1,2	6,00	0,00
Subtotal					W	2.016,29
<b>Total</b>	<b>Calculado</b>				<b>W</b>	<b>2.016,29</b>
					<b>BTU/h</b>	<b>6.895,72</b>

Elaborado por: Marco Rúaes & Darwin Portero

**Tabla 19.**  
Habitación 2, resultados según ASHRAE

<b>Habitación 2</b>			DB, °C	WB, °C	RH, %	
<b>Condiciones de diseño</b>			Exterior 27,00		97	
			Interior 21,00		50	
<b>Radiación</b>	<b>Orientación</b>	<b>GLF</b>	<b>U</b>	<b>Área m<sup>2</sup></b>	<b>CLTD</b>	<b>RSGH W</b>
Vidrio	N	107		6,90		738,30
	E	278		0,00		0,00
	S	167		0,00		0,00
	O	278		0,00		0,00
<b>Conducción</b>	<b>Orientación</b>			<b>Área m<sup>2</sup></b>	<b>CLTD</b>	<b>RSGH W</b>
Vidrio	N			6,90		235,07
	E		5,7	0,00		0,00
	S			0,00		0,00
	O			0,00		0,00
Paredes exteriores	N			0,00	4	0,00
	N.E.			0,00	8	0,00
	E			12,00	10	196,80
	S.E.		1,64	0,00	9	0,00
	S			0,00	6	0,00
	S.O.			0,00	9	0,00
	O			0,00	10	0,00
	N.O.			0,00	8	0,00
Paredes Interiores	N			0,00		0,00
	N.E.			0,00		0,00
	E			0,00		0,00
	S.E.		1,64	0,00	3,00	0,00
	S			4,32		21,25
	S.O.			0,00		0,00
	O			10,80		53,14
	N.O.			0,00		0,00
Piso			1	9,00	5	45,00
Techo			1,2	9,00	23	248,40
Puerto	N		2,39	2,65	3,00	18,97
	O		2,39	1,60	3,00	11,44
Luces	Capacidad, W					
	58,00					58,00
Personas	Cant.	W				
	3,00	67				201,00
Equipos	Capacidad, W	Cant.				
	120,00	1	1	1		120,00
Ventilación / Infiltración	ACH	Volumen				
	0.5	27	0,28	1,2	6,00	27,00
						0,00
Subtotal					W	1.974,37
<b>Total</b>	<b>Calculado</b>				<b>W BTU/h</b>	<b>1.974,37 6.752,36</b>

Elaborado por: Marco Rúaes & Darwin Portero

**Tabla 20.**  
Enfermería, resultados según ASHRAE

ENFERMERÍA			DB, °C	WB, °C	RH, %	
Condiciones de diseño			Exterior 27,00		97	
			Interior 21,00		50	
Radiación	Orientación	GLF	U	Área m <sup>2</sup>	CLTD	RSGH W
Vidrio	N	107		0,00		0,00
	E	278		0,00		0,00
	S	167		0,00		0,00
	O	278		12,00		3.336,00
Conducción	Orientación			Área m <sup>2</sup>	CLTD	RSGH W
Vidrio	N			0,00		0,00
	E		5,7	0,00		0,00
	S			0,00		0,00
	O			12,00		408,82
Paredes exteriores	N			13,80	4	90,53
	N.E.			0,00	8	0,00
	E			0,00	10	0,00
	S.E.		1,64	0,00	9	0,00
	S			0,00	6	0,00
	S.O.			0,00	9	0,00
	O			0,00	10	0,00
	N.O.			0,00	8	0,00
		N			13,50	
Paredes Interiores	N.E.			0,00		0,00
	E			11,30		55,60
	S.E.		1,64	0,00	3,00	0,00
	S			11,40		56,09
	S.O.			0,00		0,00
	O			0,00		0,00
	N.O.			0,00		0,00
Piso			1	27	5	135,00
Techo			1,2	27	23	745,20
Puerto	N		2,39	0,00	3,00	0,00
	O		2,39	0,00	3,00	0,00
Luces	Capacidad, W					293,00
	293,00					
Personas	Cant.	W				335,00
	5,00	67				
Equipos	Capacidad, W	Cant.				469,00
	469,00	1	1	1		
Ventilación / Infiltración	ACH	Volumen				27,00
	0.5	27	0,28	1,2	6,00	0,00
Subtotal					W	6.017,65
<b>Total</b>	<b>Calculado</b>				<b>W BTU/h</b>	<b>6.017,65 20.580,36</b>

Elaborado por: Marco Rúaes & Darwin Portero

**Tabla 21.**  
Pasillo, resultados según ASHRAE

PASILLO			DB, °C	WB, °C	RH, %	
Condiciones de diseño			Exterior 27,00		97	
			Interior 21,00		50	
Radiación	Orientación	GLF	U	Área m <sup>2</sup>	CLTD	RSGH W
Vidrio	N	107		0,00		0,00
	E	278		6,00		1.668,00
	S	167		0,00		0,00
	O	278		0,00		0,00
Conducción	Orientación			Área m <sup>2</sup>	CLTD	RSGH W
Vidrio	N			0,00		0,00
	E		5,7	6,00		204,41
	S			0,00		0,00
	O			0,00		0,00
Paredes exteriores	N			0,00	4	0,00
	N.E.			0,00	8	0,00
	E			0,00	10	0,00
	S.E.		1,64	0,00	9	0,00
	S			0,00	6	0,00
	S.O.			0,00	9	0,00
	O			0,00	10	0,00
	N.O.			0,00	8	0,00
Paredes Interiores	N			4,60		22,63
	N.E.			0,00		0,00
	E			0,00		0,00
	S.E.		1,64	0,00	3,00	0,00
	S			4,60		22,63
	S.O.			0,00		0,00
	O			0,00		0,00
	N.O.			0,00		0,00
Piso			1	14,4	5	72,00
Techo			1,2	14,4	23	397,44
Puerto	N		2,39	0,00	3,00	0,00
	O		2,39	0,00	3,00	0,00
Luces	Capacidad, W					58,00
	58,00					
Personas	Cant.	W				134,00
	2,00	67				
Equipos	Capacidad, W	Cant.				120,00
	120,00	1	1	1		
Ventilación / Infiltración	ACH	Volumen				27,00
	0.5	27	0,28	1,2	6,00	0,00
Subtotal					W	2.726,11
<b>Total</b>	<b>Calculado</b>				<b>W</b> <b>BTU/h</b>	<b>2.726,11</b> <b>9.323,30</b>

Elaborado por: Marco Rúaes & Darwin Portero



### 3.3.3 Según programa Revit.

#### Resumen del proyecto

<b>Ubicación y clima</b>	
Proyecto	Nombre de proyecto
Dirección	
Tiempo de cálculo	Jueves, May 07, 2019 2:55 PM
Tipo de informe	Detallado
Latitud	-0.21°
Longitud	-78.39°
Temp. seca verano	27 °C
Temp. humedad verano	17 °C
Temp. seca invierno	10 °C
Oscilación media diaria	9 °C

#### Resumen de construcción

<b>Entradas</b>	
Tipo de edificio	Hospital o Centro médico
Área (m <sup>2</sup> )	85.51
Volumen (m <sup>3</sup> )	256.53

<b>Resultados calculados</b>	
Valor máximo de carga total de refrigeración (Btu/h)	78,988
Valor máximo de refrigeración (mes y hora)	Enero 3:00 PM
Valor máximo de carga sensible de refrigeración (Btu/h)	77,027
Valor máximo de carga latente de refrigeración (Btu/h)	1,960
Capacidad máxima de refrigeración (Btu/h)	78,988
Valor máximo de flujo de aire de refrigeración (CFM)	3,419.5
Valor máximo de carga de calefacción (Btu/h)	-8,801
Valor máximo de flujo de aire de calefacción (CFM)	0.0

<b>Sumas de comprobación</b>	
Densidad de la carga de refrigeración (W/m <sup>2</sup> )	270.72
Densidad del flujo de refrigeración (L/(s·m <sup>2</sup> ))	18.87
Flujo/carga de refrigeración (L/(s·kW))	69.71
Área/carga de refrigeración (m <sup>2</sup> /kW)	3.69
Densidad de la carga de calefacción (W/m <sup>2</sup> )	-30.17
Densidad del flujo de calefacción (L/(s·m <sup>2</sup> ))	0.00

#### Resumen de nivel - PB

<b>Entradas</b>	
Área (m <sup>2</sup> )	85.51
Volumen (m <sup>3</sup> )	256.53

<b>Resultados calculados</b>	
Valor máximo de carga total de refrigeración (Btu/h)	77,385
Valor máximo de refrigeración (mes y hora)	Enero 3:00 PM
Valor máximo de carga sensible de refrigeración (Btu/h)	75,425

Valor máximo de carga latente de refrigeración (Btu/h)	1,960
Valor máximo de flujo de aire de refrigeración (CFM)	3,419.5
Valor máximo de carga de calefacción (Btu/h)	-8,801
Valor máximo de flujo de aire de calefacción (CFM)	0.0
<b>Sumas de comprobación</b>	
Densidad de la carga de refrigeración (W/m <sup>2</sup> )	265.23
Densidad del flujo de refrigeración (L/(s·m <sup>2</sup> ))	18.87
Flujo/carga de refrigeración (L/(s·kW))	71.16
Área/carga de refrigeración (m <sup>2</sup> /kW)	3.77
Densidad de la carga de calefacción (W/m <sup>2</sup> )	-30.17
Densidad del flujo de calefacción (L/(s·m <sup>2</sup> ))	0.00

### Resumen de zona - 1

<b>Entradas</b>	
Área (m <sup>2</sup> )	85.51
Volumen (m <sup>3</sup> )	256.53
Posición de ajuste de refrigeración	23 °C
Posición de ajuste de calefacción	21 °C
Temperatura de suministro de aire	12 °C
Número de personas	20
Infiltración (CFM)	83.3
Tipo de cálculo de volumen de aire	Flujo refrigerante variable
Humedad relativa	44.00% (Calculado)
<b>Psicometría</b>	
Mensaje psicométrico	Ninguno
Serpentín de refrigeración ingresando en el intervalo de temperatura seca	28 °C
Serpentín de refrigeración ingresando en el intervalo de temperatura húmeda	18 °C
Serpentín de refrigeración abandonando el intervalo de temperatura seca	12 °C
Serpentín de refrigeración abandonando el intervalo de temperatura húmeda	14 °C
Temperatura seca de mezcla de aire	28 °C
<b>Resultados calculados</b>	
Valor máximo de carga total de refrigeración (Btu/h)	78,988
Valor máximo de refrigeración (mes y hora)	Enero 3:00 PM
Valor máximo de carga sensible de refrigeración (Btu/h)	77,027
Valor máximo de carga latente de refrigeración (Btu/h)	1,960
Valor máximo de flujo de aire de refrigeración (CFM)	3,419.5
Valor máximo de carga de calefacción (Btu/h)	-8,801
Valor máximo de flujo de aire de calefacción (CFM)	0.0
Valor máximo de flujo de aire de ventilación (CFM)	24.3
<b>Sumas de comprobación</b>	
Densidad de la carga de refrigeración (W/m <sup>2</sup> )	270.72
Densidad del flujo de refrigeración (L/(s·m <sup>2</sup> ))	18.87
Flujo/carga de refrigeración (L/(s·kW))	69.71
Área/carga de refrigeración (m <sup>2</sup> /kW)	3.69
Densidad de la carga de calefacción (W/m <sup>2</sup> )	-30.17
Densidad del flujo de calefacción (L/(s·m <sup>2</sup> ))	0.00

Densidad de ventilación (L/(s·m <sup>2</sup> ))	0.13
Ventilación/persona (CFM)	1.2

Componentes de enfriamiento	Total Btu/h	%	Norte Btu/h	Sur Btu/h	Este Btu/h	Oeste Btu/h	Nord este Btu/h	Sudeste Btu/h	Noroeste Btu/h	Sudoeste Btu/h
Muro	5,274	6.68	2,137	16	3,103	18	0	0	0	0
Ventana	33,001	41.78	10,359	6,476	4,889	11,278	0	0	0	0
Puerta	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0
Cubierta	31,578	39.98	-	-	-	-	-	-	-	-
Claraboya	0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Partición	0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Filtración	-1,270	-1.61	-	-	-	-	-	-	-	-
Ventilación	-27	-0.03	-	-	-	-	-	-	-	-
Iluminación	1,018	1.29	-	-	-	-	-	-	-	-
Potencia	1,001	1.27	-	-	-	-	-	-	-	-
Personas	6,783	8.59	-	-	-	-	-	-	-	-
Plénium	0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Calor del ventilador	1,630	2.06	-	-	-	-	-	-	-	-
Recalentamiento	0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>78,988</b>	<b>100</b>	<b>12,496</b>	<b>6,492</b>	<b>7,992</b>	<b>11,295</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Componentes de calefacción	Total Btu/h	%	Norte Btu/h	Sur Btu/h	Este Btu/h	Oeste Btu/h	Nord este Btu/h	Sudeste Btu/h	Noroeste Btu/h	Sudoeste Btu/h
Muro	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0
Ventana	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0
Puerta	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0
Cubierta	0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Claraboya	0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Partición	0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Filtración	0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Ventilación	0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Iluminación	-1,018	-11.57	-	-	-	-	-	-	-	-
Potencia	-1,001	-11.37	-	-	-	-	-	-	-	-
Personas	-6,783	-77.07	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>-8,801</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

## 1 Espacios

Nombre de espacio	Área (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Valor máximo de carga de refrigeración (Btu/h)	Flujo de aire de refrigeración (CFM)	Valor máximo de carga de calefacción (Btu/h)	Flujo de aire de calefacción (CFM)
consultorio 4	9.00	27.00	11,189	494.4	-1,333	0.0
consultorio 5	9.00	27.00	9,891	437.0	-1,334	0.0
consultorio 2	9.00	27.00	6,706	296.3	-1,334	0.0
consultorio 1	9.00	27.00	6,706	296.3	-1,334	0.0
consultorio 3	9.00	27.00	8,039	355.2	-1,333	0.0
6 corredor	14.40	43.20	10,911	482.1	-857	0.0

7 corredor	26.10	78.31	23,944	1,058.0	-1,277	0.0
------------	-------	-------	--------	---------	--------	-----

## Resumen del espacio: 1 CONSULTORIO 4

Datos de entrada	
Área (m <sup>2</sup> )	9.00
Volumen (m <sup>3</sup> )	27.00
Área de muro (m <sup>2</sup> )	19.50
Área de cubierta (m <sup>2</sup> )	10.26
Área de puerta (m <sup>2</sup> )	4.72
Área de partición (m <sup>2</sup> )	0.00
Área de ventana (m <sup>2</sup> )	6.90
Área de claraboya (m <sup>2</sup> )	0.00
Carga de iluminación (W)	180
Carga de potencia (W)	180
Número de personas	3
Incremento de calor sensible/persona (Btu/h)	250
Incremento de calor latente/persona (Btu/h)	200
Flujo de aire de infiltración (CFM)	16.0
Tipo de espacio	Reconocimiento/Tratamiento - Centro médico

Resultados calculados	
Valor máximo de carga total de refrigeración (Btu/h)	11,189
Valor máximo de carga sensible de refrigeración (Btu/h)	10,935
Valor máximo de carga latente de refrigeración (Btu/h)	255
Valor máximo de flujo de aire de refrigeración (CFM)	494.4
Valor máximo de carga de calefacción (Btu/h)	-1,333
Valor máximo de flujo de aire de calefacción (CFM)	0.0

Componentes de enfriamiento	Total Btu/h	%	Norte Btu/h	Sur Btu/h	Este Btu/h	Oeste Btu/h	Nord este Btu/h	Sudeste Btu/h	Noroeste Btu/h	Sudoeste Btu/h
Muro	1,659	14.8	147	0	1,511	0	0	0	0	0
Ventana	5,152	46.04	5,152	0	0	0	0	0	0	0
Puerta	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0
Cubierta	3,290	29.40	-	-	-	-	-	-	-	-
Claraboya	0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Partición	0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Filtración	-243	-2.17	-	-	-	-	-	-	-	-
Iluminación	149	1.33	-	-	-	-	-	-	-	-
Potencia	149	1.33	-	-	-	-	-	-	-	-
Personas	1,035	9.25	-	-	-	-	-	-	-	-
Plénium	0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	11,2	100	5,299	0	1,511	0	0	0	0	0

Componentes de calefacción	Total Btu/h	%	Norte Btu/h	Sur Btu/h	Este Btu/h	Oeste Btu/h	Nord este Btu/h	Sudeste Btu/h	Noroeste Btu/h	Sudoeste Btu/h
Muro	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0
Ventana	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0

Puerta	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0
Cubierta	0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Partición	0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Claraboya	0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Filtración	0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Iluminación	-149	-11.2	-	-	-	-	-	-	-	-
Potencia	-149	-11.2	-	-	-	-	-	-	-	-
Personas	-1,04	-77.6	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	-1,33	100	0	0	0	0	0	0	0	0

## Resumen del espacio: 2 CONSULTORIO 5

Datos de entrada	
Área (m <sup>2</sup> )	9.00
Volumen (m <sup>3</sup> )	27.00
Área de muro (m <sup>2</sup> )	8.10
Área de cubierta (m <sup>2</sup> )	10.26
Área de puerta (m <sup>2</sup> )	4.72
Área de partición (m <sup>2</sup> )	0.00
Área de ventana (m <sup>2</sup> )	6.90
Área de claraboya (m <sup>2</sup> )	0.00
Carga de iluminación (W)	180
Carga de potencia (W)	180
Número de personas	3
Incremento de calor sensible/persona (Btu/h)	250
Incremento de calor latente/persona (Btu/h)	200
Flujo de aire de infiltración (CFM)	6.6
Tipo de espacio	Reconocimiento/Tratamiento - Centro médico
Resultados calculados	
Valor máximo de carga total de refrigeración (Btu/h)	9,891
Valor máximo de carga sensible de refrigeración (Btu/h)	9,504
Valor máximo de carga latente de refrigeración (Btu/h)	386
Valor máximo de flujo de aire de refrigeración (CFM)	437.0
Valor máximo de carga de calefacción (Btu/h)	-1,334
Valor máximo de flujo de aire de calefacción (CFM)	0.0

Componentes de enfriamiento	Total Btu/h	%	Norte Btu/h	Sur Btu/h	Este Btu/h	Oeste Btu/h	Nord este Btu/h	Sudeste Btu/h	Noroeste Btu/h	Sudoeste Btu/h
Muro	149	1.51	149	0	0	0	0	0	0	0
Ventana	5,208	52.65	5,21	0	0	0	0	0	0	0
Puerta	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0
Cubierta	3,301	33.38	-	-	-	-	-	-	-	-
Claraboya	0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Partición	0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Filtración	-101	-1.02	-	-	-	-	-	-	-	-
Iluminación	149	1.51	-	-	-	-	-	-	-	-

Potencia	149	1.51	-	-	-	-	-	-	-	-
Personas	1,036	10.47	-	-	-	-	-	-	-	-
Plénium	0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	9,891	100	5,357	0	0	0	0	0	0	0
Componentes de calefacción	Total Btu/h	%	Norte Btu/h	Sur Btu/h	Este Btu/h	Oeste Btu/h	Nord este Btu/h	Sudeste Btu/h	Noroeste Btu/h	Sudoeste Btu/h
Muro	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0
Ventana	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0
Puerta	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0
Cubierta	0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Partición	0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Claraboya	0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Filtración	0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Iluminación	-149	-11.2	-	-	-	-	-	-	-	-
Potencia	-149	-11.2	-	-	-	-	-	-	-	-
Personas	-1,04	-77.7	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	-1,33	100	0	0	0	0	0	0	0	0

## Resumen del espacio: 4 CONSULTORIO 2

Datos de entrada										
Área (m <sup>2</sup> )	9.00									
Volumen (m <sup>3</sup> )	27.00									
Área de muro (m <sup>2</sup> )	8.10									
Área de cubierta (m <sup>2</sup> )	10.26									
Área de puerta (m <sup>2</sup> )	4.72									
Área de partición (m <sup>2</sup> )	0.00									
Área de ventana (m <sup>2</sup> )	6.90									
Área de claraboya (m <sup>2</sup> )	0.00									
Carga de iluminación (W)	180									
Carga de potencia (W)	180									
Número de personas	3									
Incremento de calor sensible/persona (Btu/h)	250									
Incremento de calor latente/persona (Btu/h)	200									
Flujo de aire de infiltración (CFM)	6.6									
Tipo de espacio	Reconocimiento/Tratamiento - Centro médico									
Resultados calculados										
Valor máximo de carga total de refrigeración (Btu/h)	6,706									
Valor máximo de carga sensible de refrigeración (Btu/h)	6,319									
Valor máximo de carga latente de refrigeración (Btu/h)	386									
Valor máximo de flujo de aire de refrigeración (CFM)	296.3									
Valor máximo de carga de calefacción (Btu/h)	-1,334									
Valor máximo de flujo de aire de calefacción (CFM)	0.0									
Componentes de enfriamiento	Total Btu/h	%	Norte Btu/h	Sur Btu/h	Este Btu/h	Oeste Btu/h	Nord este Btu/h	Sudeste Btu/h	Noroeste Btu/h	Sudoeste Btu/h

Muro	5	0.08	0	5	0	0	0	0	0	0
Ventana	2,17	32.30	0	2,17	0	0	0	0	0	0
Puerta	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0
Cubierta	3,30	49.23	-	-	-	-	-	-	-	-
Claraboya	0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Partición	0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Filtración	-101	-1.51	-	-	-	-	-	-	-	-
Iluminación	149	2.22	-	-	-	-	-	-	-	-
Potencia	149	2.22	-	-	-	-	-	-	-	-
Personas	1,04	15.45	-	-	-	-	-	-	-	-
Plénium	0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	6,71	100	0	2,17	0	0	0	0	0	0
<b>Componentes de calefacción</b>	<b>Total Btu/h</b>	<b>%</b>	<b>Norte Btu/h</b>	<b>Sur Btu/h</b>	<b>Este Btu/h</b>	<b>Oeste Btu/h</b>	<b>Nord este Btu/h</b>	<b>Sudeste Btu/h</b>	<b>Noroeste Btu/h</b>	<b>Sudoeste Btu/h</b>
Muro	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0
Ventana	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0
Puerta	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0
Cubierta	0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Partición	0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Claraboya	0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Filtración	0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Iluminación	-149	-11.17	-	-	-	-	-	-	-	-
Potencia	-149	-11.17	-	-	-	-	-	-	-	-
Personas	-1,04	-77.66	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	-1,33	100	0	0	0	0	0	0	0	0

## Resumen del espacio: 5 CONSULTORIO 1

Datos de entrada	
Área (m <sup>2</sup> )	9.00
Volumen (m <sup>3</sup> )	27.00
Área de muro (m <sup>2</sup> )	8.10
Área de cubierta (m <sup>2</sup> )	10.26
Área de puerta (m <sup>2</sup> )	4.72
Área de partición (m <sup>2</sup> )	0.00
Área de ventana (m <sup>2</sup> )	6.90
Área de claraboya (m <sup>2</sup> )	0.00
Carga de iluminación (W)	180
Carga de potencia (W)	180
Número de personas	3
Incremento de calor sensible/persona (Btu/h)	250
Incremento de calor latente/persona (Btu/h)	200
Flujo de aire de infiltración (CFM)	6.6
Tipo de espacio	Reconocimiento/Tratamiento - Centro médico
Resultados calculados	
Valor máximo de carga total de refrigeración (Btu/h)	6,706
Valor máximo de carga sensible de refrigeración (Btu/h)	6,319

Valor máximo de carga latente de refrigeración (Btu/h)	386
Valor máximo de flujo de aire de refrigeración (CFM)	296.3
Valor máximo de carga de calefacción (Btu/h)	-1,334
Valor máximo de flujo de aire de calefacción (CFM)	0.0

Componentes de enfriamiento	Total Btu/h	%	Norte Btu/h	Sur Btu/h	Este Btu/h	Oeste Btu/h	Nord este Btu/h	Sudeste Btu/h	Noroeste Btu/h	Sudoeste Btu/h
Muro	5	0.08	0	5	0	0	0	0	0	0
Ventana	2,166	32.30	0	2,17	0	0	0	0	0	0
Puerta	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0
Cubierta	3,301	49.23	-	-	-	-	-	-	-	-
Claraboya	0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Partición	0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Filtración	-101	-1.51	-	-	-	-	-	-	-	-
Iluminación	149	2.22	-	-	-	-	-	-	-	-
Potencia	149	2.22	-	-	-	-	-	-	-	-
Personas	1,036	15.45	-	-	-	-	-	-	-	-
Plénium	0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	6,706	100	0	2,17	0	0	0	0	0	0

Componentes de calefacción	Total Btu/h	%	Norte Btu/h	Sur Btu/h	Este Btu/h	Oeste Btu/h	Nord este Btu/h	Sudeste Btu/h	Noroeste Btu/h	Sudoeste Btu/h
Muro	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0
Ventana	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0
Puerta	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0
Cubierta	0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Partición	0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Claraboya	0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Filtración	0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Iluminación	-149	-11.17	-	-	-	-	-	-	-	-
Potencia	-149	-11.17	-	-	-	-	-	-	-	-
Personas	-1,036	-77.66	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	-1,334	100	0	0	0	0	0	0	0	0

### Resumen del espacio: 3 CONSULTORIO 3

Datos de entrada	
Área (m <sup>2</sup> )	9.00
Volumen (m <sup>3</sup> )	27.00
Área de muro (m <sup>2</sup> )	19.50
Área de cubierta (m <sup>2</sup> )	10.26
Área de puerta (m <sup>2</sup> )	4.72
Área de partición (m <sup>2</sup> )	0.00
Área de ventana (m <sup>2</sup> )	6.90
Área de claraboya (m <sup>2</sup> )	0.00
Carga de iluminación (W)	180
Carga de potencia (W)	180



Número de personas	3
Incremento de calor sensible/persona (Btu/h)	250
Incremento de calor latente/persona (Btu/h)	200
Flujo de aire de infiltración (CFM)	16.0
Tipo de espacio	Reconocimiento/Tratamiento - Centro médico

#### Resultados calculados

Valor máximo de carga total de refrigeración (Btu/h)	8,039
Valor máximo de carga sensible de refrigeración (Btu/h)	7,785
Valor máximo de carga latente de refrigeración (Btu/h)	255
Valor máximo de flujo de aire de refrigeración (CFM)	355.2
Valor máximo de carga de calefacción (Btu/h)	-1,333
Valor máximo de flujo de aire de calefacción (CFM)	0.0

Componentes de enfriamiento	Total Btu/h	%	Norte Btu/h	Sur Btu/h	Este Btu/h	Oeste Btu/h	Nord este Btu/h	Sudeste Btu/h	Noroeste Btu/h	Sudoeste Btu/h
Muro	1,516	18.86	0	5	1,511	0	0	0	0	0
Ventana	2,144	26.66	0	2,144	0	0	0	0	0	0
Puerta	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0
Cubierta	3,290	40.92	-	-	-	-	-	-	-	-
Claraboya	0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Partición	0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Filtración	-243	-3.02	-	-	-	-	-	-	-	-
Iluminación	149	1.85	-	-	-	-	-	-	-	-
Potencia	149	1.85	-	-	-	-	-	-	-	-
Personas	1,035	12.87	-	-	-	-	-	-	-	-
Plénium	0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	8,039	100	0	2,149	1,511	0	0	0	0	0

Componentes de calefacción	Total Btu/h	%	Norte Btu/h	Sur Btu/h	Este Btu/h	Oeste Btu/h	Nord este Btu/h	Sudeste Btu/h	Noroeste Btu/h	Sudoeste Btu/h
Muro	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0
Ventana	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0
Puerta	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0
Cubierta	0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Partición	0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Claraboya	0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Filtración	0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Iluminación	-149	-11.2	-	-	-	-	-	-	-	-
Potencia	-149	-11.2	-	-	-	-	-	-	-	-
Personas	-1,04	-77.6	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	-1,33	100	0	0	0	0	0	0	0	0

### Resumen del espacio: 6 CORREDOR

Datos de entrada	
Área (m <sup>2</sup> )	14.40
Volumen (m <sup>3</sup> )	43.20
Área de muro (m <sup>2</sup> )	6.60

Área de cubierta (m²)	16.06
Área de puerta (m²)	9.75
Área de partición (m²)	0.00
Área de ventana (m²)	6.00
Área de claraboya (m²)	0.00
Carga de iluminación (W)	155
Carga de potencia (W)	47
Número de personas	2
Incremento de calor sensible/persona (Btu/h)	250
Incremento de calor latente/persona (Btu/h)	200
Flujo de aire de infiltración (CFM)	5.4
Tipo de espacio	Corredores con zonas de espera para reconocimiento - Centro médico

**Resultados calculados**

Valor máximo de carga total de refrigeración (Btu/h)	10,911
Valor máximo de carga sensible de refrigeración (Btu/h)	10,667
Valor máximo de carga latente de refrigeración (Btu/h)	244
Valor máximo de flujo de aire de refrigeración (CFM)	482.1
Valor máximo de carga de calefacción (Btu/h)	-857
Valor máximo de flujo de aire de calefacción (CFM)	0.0

Componentes de enfriamiento	Total Btu/h	%	Norte Btu/h	Sur Btu/h	Este Btu/h	Oeste Btu/h	Nord este Btu/h	Sudeste Btu/h	Noroeste Btu/h	Sudoeste Btu/h
Muro	81	0.74	0	0	81	0	0	0	0	0
Ventana	4,889	44.81	0	0	4,889	0	0	0	0	0
Puerta	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0
Cubierta	5,167	47.35	-	-	-	-	-	-	-	-
Claraboya	0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Partición	0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Filtración	-82	-0.75	-	-	-	-	-	-	-	-
Iluminación	128	1.18	-	-	-	-	-	-	-	-
Potencia	38	0.35	-	-	-	-	-	-	-	-
Personas	690	6.33	-	-	-	-	-	-	-	-
Plénium	0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	10,911	100	0	0	4,97	0	0	0	0	0

Componentes de calefacción	Total Btu/h	%	Norte Btu/h	Sur Btu/h	Este Btu/h	Oeste Btu/h	Nord este Btu/h	Sudeste Btu/h	Noroeste Btu/h	Sudoeste Btu/h
Muro	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0
Ventana	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0
Puerta	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0
Cubierta	0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Partición	0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Claraboya	0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Filtración	0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Iluminación	-128	-14.97	-	-	-	-	-	-	-	-
Potencia	-38	-4.49	-	-	-	-	-	-	-	-

Personas	-690	-80.5	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	-857	100	0	0	0	0	0	0	0	0

## Resumen del espacio: 7 CORREDOR

Datos de entrada	
Área (m <sup>2</sup> )	26.10
Volumen (m <sup>3</sup> )	78.31
Área de muro (m <sup>2</sup> )	31.95
Área de cubierta (m <sup>2</sup> )	27.68
Área de puerta (m <sup>2</sup> )	4.72
Área de partición (m <sup>2</sup> )	0.00
Área de ventana (m <sup>2</sup> )	17.57
Área de claraboya (m <sup>2</sup> )	0.00
Carga de iluminación (W)	200
Carga de potencia (W)	300
Número de personas	3
Incremento de calor sensible/persona (Btu/h)	250
Incremento de calor latente/persona (Btu/h)	200
Flujo de aire de infiltración (CFM)	26.1
Tipo de espacio	Puesto de personal de enfermería - Centro médico

Resultados calculados	
Valor máximo de carga total de refrigeración (Btu/h)	23,944
Valor máximo de carga sensible de refrigeración (Btu/h)	23,896
Valor máximo de carga latente de refrigeración (Btu/h)	48
Valor máximo de flujo de aire de refrigeración (CFM)	1,058.0
Valor máximo de carga de calefacción (Btu/h)	-1,277
Valor máximo de flujo de aire de calefacción (CFM)	0.0

Componentes de enfriamiento	Total Btu/h	%	Norte Btu/h	Sur Btu/h	Este Btu/h	Oeste Btu/h	Nord este Btu/h	Sudeste Btu/h	Noroeste Btu/h	Sudoeste Btu/h
Muro	1,858	7.76	1,84	0	0	18	0	0	0	0
Ventana	11,3	47.10	0	0	0	11,3	0	0	0	0
Puerta	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0
Cubierta	9,929	41.47	-	-	-	-	-	-	-	-
Claraboya	0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Partición	0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Filtración	-398	-1.66	-	-	-	-	-	-	-	-
Iluminación	145	0.60	-	-	-	-	-	-	-	-
Potencia	217	0.91	-	-	-	-	-	-	-	-
Personas	916	3.82	-	-	-	-	-	-	-	-
Plénium	0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	23,94	100	1,84	0	0	11,3	0	0	0	0

Componentes de calefacción	Total Btu/h	%	Norte Btu/h	Sur Btu/h	Este Btu/h	Oeste Btu/h	Nord este Btu/h	Sudeste Btu/h	Noroeste Btu/h	Sudoeste Btu/h
Muro	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0

Ventana	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0
Puerta	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0
Cubierta	0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Partición	0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Claraboya	0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Filtración	0	0.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Iluminación	-145	-11.33	-	-	-	-	-	-	-	-
Potencia	-217	-16.99	-	-	-	-	-	-	-	-
Personas	-916	-71.68	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	-1,277	100	0	0	0	0	0	0	0	0

### 3.4 Resultados

**Tabla 22.**  
Resumen de resultados

<b>CARGAS TÉRMICAS</b>				
	<b>PITA</b>	<b>ASHRAE</b>	<b>REVIT</b>	<b>SELECCIÓN DE EQUIPOS</b>
CONSULTORIO 1	7.922,8	7.477,0	6706,00	8000
CONSULTORIO 2	8.039,3	7.456,8	6706,00	8000
CONSULTORIO 3	8.894,7	8.129,9	8039,00	12000
CONSULTORIO 4	10.939,5	6.895,7	9891,00	12000
CONSULTORIO 5	11.662,1	6.752,4	11189,00	12000
ENFERMERÍA	23.139,1	20.580,4	23944,00	24000
PASILLO	10.225,1	9.323,3	10911,00	12000
<b>BTU/h</b>	<b>80,822.6</b>	<b>66,615.5</b>	<b>77,386.0</b>	<b>88,000.0</b>

**Elaborado por:** Marco Rúaes & Darwin Portero

## **APLICACIONES Y EQUIPOS**

Según ASHRAE [7], la eficiencia de los equipos cambia de acuerdo a sus aplicaciones, lugares geográficos entre otras.

$$q = (P/E_M) F_{UM} F_{LM} \quad (18)$$

Donde:

$$F_{LM} = 0.89 \text{ [8]}$$

$$F_{UM} = 100\% = 1 \text{ [8]}$$

$$E_M = 0.86 \text{ [9, p. 627]}$$

$$q = 83.641,99 \text{ BTH/H}$$

## CAPÍTULO IV COSTOS

### 4.1 Opción 1

El presupuesto esta cotizado con equipos Mitsubishi, en esta marca nos dan una garantía de 10 años en todos sus accesorios.  
Un año de garantía en todo lo que comprende la instalación

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	MATERIAL		MANO DE OBRA	
				Unitario Material	Total Material	Unitario Mano de Obra	Total Mano de Obra
<b>CONDENSADORES VRF</b>							
1,1	Unidad exterior de aire acondicionado mc. Mitsubishi, mod. puhy-p96thm-a, cap. 96,000 BTU, 220/3/60.	u	1	5.325,12	5.325,12	556,75	556,75
<b>EVAPORADORES VRF</b>							
1,2	Unidad interior de aire acondicionado tipo cassette de 4 vía mc. Mitsubishi, mod. plfy-p24ncmu-e, cap. 24,000 BTU, 220/1/60.	u	1	1.003,95	1.003,95	136,56	136,56
1,3	Unidad interior de aire acondicionado tipo cassette de 4 vía mc. Mitsubishi, mod. plfy-p12ncmu-e, cap. 12,000 BTU, 220/1/60.	u	1	937,02	937,02	136,56	136,56
1,4	Unidad interior de aire acondicionado tipo cassette de 1 vías mc. Mitsubishi, mod. pmfy-p12nbmu-e, cap. 12,000 BTU, 220/1/60.	u	3	906,35	2.719,05	136,56	409,68
1,5	Unidad interior de aire acondicionado tipo cassette de 1 vías mc. Mitsubishi, mod. pmfy-p08nbmu-e, cap. 8,000 BTU, 220/1/60.	u	2	836,63	1.673,26	136,56	273,12
<b>MATERIALES</b>							

1,6	Tubería cobre diam: 1/4" flexible +rubatex	m	16,5	6,20	102,30	2,79	46,04
1,7	Tubería cobre diam: 3/8" flexible +rubatex	m	12,7	6,94	88,14	2,79	35,43
1,8	Tubería cobre diam: 1/2" flexible +rubatex	m	31,5	7,55	237,83	2,79	87,89
1,9	Tubería cobre diam: 5/8" flexible +rubatex	m	7,7	9,55	73,54	2,79	21,48
1,1	Tubería cobre diam: 3/4" flexible +rubatex	m	4	10,57	42,28	2,79	11,16
1,1	Tubería cobre diam: 7/8" flexible +rubatex	m	16	10,57	169,12	2,79	44,64
1,11	Soportes metálicos para tubería de cobre	u	45	15,94	717,30	5,57	250,65
1,12	Refrigerante	lb	13,2	5,57	73,52	2,23	29,44
1,13	Conexión de desagüe de equipos	u	7	61,25	428,75	5,57	38,99
1,14	Cable belden 1030a para comunicaciones eq. Mitsubishi	m	90	2,14	192,60	2,23	200,70
1,15	Control de equipos mc. Mitsubishi mod. pac-yt53crau-	u	7	115,46	808,22	27,84	194,88
<b>SUBTOTAL</b>					<b>14.592,00</b>		<b>2.473,97</b>
<b>TOTAL (NO INCLUYE IVA)</b>							<b>17.065,97</b>

Elaborado por: Marco Rúaes & Darwin Portero

## 4.2 Opción 2

El presupuesto esta cotizado con equipos York, en esta marca nos dan una garantía de 3 años en todos sus accesorios. Un año de garantía en todo lo que comprende la instalación.

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	MATERIAL		MANO DE OBRA	
				Unitario Material	Total Material	Unitario Mano de Obra	Total, Mano de Obra
<b>CONDENSADORES VRF</b>							
1,1	Unidad Exterior VRF de Descarga Horizontal tipo Bomba de Calor, de 8TR=96000 BTU Térmicos de Capacidad Nominal, que opera a 220V / 3Ph / 60Hz.	u	1	4.462,00	4.462,00	556,75	556,75
<b>EVAPORADORES VRF</b>							
1,2	Unidad Interior tipo Cassete de 4 Vías para Sistemas VRF York, con Capacidad Nominal de 24,200 BTU. Incluye panel.	u	1	580,06	580,06	136,56	136,56
1,3	Unidad Interior tipo Cassete de 4 Vías para Sistemas VRF York, con Capacidad Nominal de 12,000 BTU. Incluye panel.	u	1	446,20	446,20	136,56	136,56
1,4	Unidad Interior tipo Cassete de 1 Vías para Sistemas VRF York, con Capacidad Nominal de 12,000 BTU. Incluye panel.	u	3	390,43	1.171,29	136,56	409,68
1,5	Unidad Interior tipo Cassete de 1 Vías para Sistemas VRF York, con Capacidad Nominal de 8,000 BTU. Incluye panel.	u	2	390,43	780,86	136,56	273,12
<b>MATERIALES</b>							
1,6	Tubería cobre diam: 1/4" flexible +rubatex	m	16,5	6,20	102,30	2,79	46,04
1,7	Tubería cobre diam: 3/8" flexible +rubatex	m	12,7	6,94	88,14	2,79	35,43
1,8	Tubería cobre diam: 1/2" flexible +rubatex	m	31,5	7,55	237,83	2,79	87,89
1,9	Tubería cobre diam: 5/8" flexible +rubatex	m	7,7	9,55	73,54	2,79	21,48
1,1	Tubería cobre diam: 3/4" flexible +rubatex	m	4	10,57	42,28	2,79	11,16
1,1	Tubería cobre diam: 7/8" flexible +rubatex	m	16	10,57	169,12	2,79	44,64
1,11	Soportes metálicos para tubería de cobre	u	45	15,94	717,30	5,57	250,65



1,12	Refrigerante	lb	13,2	5,57	73,52	2,23	29,44
1,13	Conexión de desague de equipos	u	7	61,25	428,75	5,57	38,99
1,14	Cable belden 1030a para comunicación	m	90	2,14	192,60	2,23	200,70
1,15	Control de equipos	u	7	69,72	488,04	27,84	194,88
<b>SUBTOTAL</b>					<b>10.053,83</b>		<b>2.473,97</b>
<b>TOTAL (NO INCLUYE IVA)</b>							<b>12.527,80</b>

Elaborado por: Marco Ruales & Darwin Portero

**DETALLE DE COSTOS DIRECTOS E INDIRECTOS**

Ítem	Descripción	Cantidad	Duración [días]	Costo Mensual	Costo Diario	Subtotal
<b>1</b>	<b>SUELDOS Y PRESTACIONES</b>					
1,1	Supervisor de obra	1	30,00	1.200,00	40,00	1.200,00
1,2	Dibujante	1	5,00	600,00	20,00	100,00
1,3	Contador	1	1,00	600,00	20,00	20,00
1,4	Auxiliar contable	1	2,00	600,00	20,00	40,00
1,5	Mensajero	1	2,00	600,00	20,00	40,00
<b>2</b>	<b>DEPRECIACIÓN MAQUINARIA Y EQUIPOS</b>					
2,1	Taladro de percusión	2	90,00	350,00	0,06	10,50
2,2	Taladro manual	2	90,00	150,00	0,03	4,50
2,3	Amoladora	2	90,00	150,00	0,03	4,50
2,4	Herramienta menor	3	90,00	500,00	0,08	22,50
2,5	Computador	1	90,00	1.500,00	0,25	22,50
<b>3</b>	<b>SERVICIOS</b>					
3,1	Agua	1	10,00	20,00	0,67	6,67
3,2	Luz	1	10,00	20,00	0,67	6,67
3,3	Teléfono	1	10,00	40,00	1,33	13,34
3,4	Impresión de planos	1	10,00	30,00	1,00	10,00
3,5	Papelaría	1	10,00	30,00	1,00	10,00
3,6	Copias	1	10,00	30,00	1,00	10,00
3,7	Accesorios de oficina	1	10,00	100,00	3,33	33,34
3,8	Artículos de limpieza	1	10,00	100,00	3,33	33,34

3,9	Botiquín	1	10,00	100,00	3,33	33,34
3,10	Otros gastos	1	10,00	100,00	3,33	33,34
<b>4</b>	<b>TRANSPORTE</b>					
4,1	Transporte de equipos	1	2,00	600,00	20,00	40,00
4,2	Transporte de materiales	1	5,00	600,00	20,00	100,00
4,3	Transporte Supervisor de obra	1	60,00	200,00	6,67	400,00
4,4	Transporte Personal de obra	4	90,00	5,00	0,17	60,00
<b>5</b>	<b>ALIMENTACIÓN</b>					
5,1	Alimentación Supervisor de obra	1	90,00	90,00	3,00	270,00
5,2	Alimentación Personal de obra	4	90,00	90,00	3,00	1.080,00
<b>6</b>	<b>EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL</b>					
6,1	EPP Supervisor de obra	1	1,00	90,00	30,00	30,00
6,2	EPP Personal de obra	4	1,00	90,00	30,00	120,00

**SUBTOTAL (NO INCLUYE IVA)**

**3.754,55**

Elaborado por: Marco Rúaless & Darwin Portero

Ítem	Descripción	COSTO DIRECTO MATERIAL	TOTAL DIRECTO INDIRECTO	TOTAL, UTILIDAD	TOTAL
	<b>CONDENSADORES VRF</b>				
1,1	UNIDAD EXTERIOR DE AIRE ACONDICIONADO Mc. MITSUBISHI, Mod. PUHY-P96THM-A, Cap. 96,000 Btu, 220/3/60.	3.819,03	1.003,76	828,86	5.651,63
	<b>EVAPORADORES VRF</b>				
1,2	UNIDAD INTERIOR DE AIRE ACONDICIONADO TIPO CASSETTE DE 4 VÍAS Mc. MITSUBISHI, Mod. PLFY-P24NCMU-E, Cap. 24,000 Btu, 220/1/60.	720,01	221,06	160,53	1.101,58
1,3	UNIDAD INTERIOR DE AIRE ACONDICIONADO TIPO CASSETTE DE 4 VÍAS Mc. MITSUBISHI, Mod. PLFY-P12NCMU-E, Cap. 12,000 Btu, 220/1/60.	672,01	215,49	151,05	1.038,53
1,4	UNIDAD INTERIOR DE AIRE ACONDICIONADO TIPO CASSETTE DE 1 VÍAS Mc. MITSUBISHI, Mod. PMFY-P12NBMU-E, Cap. 12,000 Btu, 220/1/60.	1.950,01	638,79	440,12	3.028,89
1,5	UNIDAD INTERIOR DE AIRE ACONDICIONADO TIPO CASSETTE DE 1 VÍAS Mc. MITSUBISHI, Mod. PMFY-P08NBMU-E, Cap. 8,000 Btu, 220/1/60.	1.200,01	414,26	273,67	1.887,92
	<b>MATERIALES</b>				
1,6	TUBERÍA COBRE Diam: 1/4" FLEXIBLE +RUBATEX	91,79	57,18	23,64	172,76
1,7	TUBERÍA COBRE Diam: 3/8" FLEXIBLE +RUBATEX	79,06	45,01	19,80	143,90
1,8	TUBERÍA COBRE Diam: 1/2" FLEXIBLE +RUBATEX	213,42	113,68	52,39	379,58
1,9	TUBERÍA COBRE Diam: 5/8" FLEXIBLE +RUBATEX	66,03	29,45	15,44	110,96
1,1	TUBERÍA COBRE Diam: 3/4" FLEXIBLE +RUBATEX	37,95	15,74	8,72	62,40

1,1	TUBERÍA COBRE Diam: 7/8" FLEXIBLE +RUBATEX	151,80	62,91	34,86	249,60
1,11	SOPORTES METÁLICOS PARA TUBERIA DE COBRE	644,07	328,88	156,19	1.129,50
1,12	REFRIGERANTE	66,00	37,46	16,51	120,12
1,13	CONEXIÓN DE DESAGÜE DE EQUIPOS	385,00	85,05	78,44	548,52
1,14	CABLE BELDEN 1030A PARA COMUNICACIÓN Eq. MITSUBISHI	172,80	222,37	59,85	456,30
1,15	CONTROL DE EQUIPOS Mc. MITSUBISHI Mod. PAC-YT53CRAU-	579,61	263,46	140,67	983,78
			-		
<b>SUBTOTAL</b>		10.848,60	3.754,55	2.460,74	17.065,97
		<b>63,57%</b>	<b>22,00%</b>	<b>14,42%</b>	<b>100,00%</b>

Elaborado por: Marco Rúaes & Darwin Portero

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

Para obtener las condiciones exteriores de diseño se consideró la temperatura y humedad por anuarios meteorológico el valor más alto del año en la ciudad de Quito, las condiciones interiores de consultorios y habitaciones se obtuvo por normativa de hospitales y clínicas.

Se ejecutó la simulación para garantizar la instalación con el adecuado diámetro de tubería y distancia, en la cual se confirmó el rendimiento de cada equipo de aire acondicionado según los cálculos de cargas térmicas. La simulación ayuda a una planificación de compras de los diferentes accesorios del sistema, obteniendo técnicas de mejora continua en las áreas de administrativas (compras) y de ingeniería, el tiempo administrativo se redujo de cuatro días de planificación a 3 horas.

El sistema VRV se ha comercializado en el Ecuador, es muy fácil conseguir en cualquier marca depende de la economía del cliente, la garantía de 1 año a 10 años de eso depende su precio, se garantiza la inversión con equipos más costosos y con mayor garantía.

Para instalaciones en rascacielos la altura de la tubería de refrigeración debe ser considerada ya que en sistemas de VRV su longitud máxima de evaporadora a condensadora es de 150-250 metros y en sistema de Agua mayores de 200 metros dependiendo en sistema de bombeo

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda verificar las cargas térmicas por lo menos con un software y cálculos manuales según libros y normas internacionales para garantizar los resultados obtenidos, con la experiencia obtenida con el libro Pita los factores de seguridad predominan para una mejor precaución en procesos de climatización.

La tubería de refrigeración debe estar con su respectivo aislamiento para evitar ganancia de calor por tuberías.

Los accesorios del sistema de aire acondicionado deben ser comprados en almacenes que vendan productos garantizados ya que en el mercado por falta de conocimiento de puede vender tubería de cobre para agua, y no tubería que se usa para refrigeración.

El mantenimiento de los equipos debe ser con un estricto cronograma en la cual garantice el funcionamiento de todos los equipos, tomando en cuenta:

### **Mantenimiento Preventivo:**

- Limpieza y ajuste de componentes eléctricos
- Inspección y ajuste de transmisión potencia
- Limpieza y ajuste de bandeja y tubo drenaje
- Lubricación de Rodamientos
- Limpieza y ajuste de rejillas y difusores
- Lavado de filtros

### **Mantenimiento correctivo:**

- Cambio de tarjetas electrónicas
- Cambio de motores
- Corrección de fuga
- Bombas de condensado

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] City multi, «Mitsubishi Electric,» 2015. [En línea]. Available: <http://nonul.mylinkdrive.com/item/PUHY-P72TLMU-A%28-BS%29.html>.
- [2] Mitsubishi Electric, «Link Drive Mitsubishi Electric,» 07 2009. [En línea]. Available: <http://nonul.mylinkdrive.com/files/PKFY-P06NBMU-E.pdf>.
- [3] Mitsubishi Electric, «mylinkdrive Mitsubishi Electric,» [En línea]. Available: <http://nonul.mylinkdrive.com/Y-Series/>.
- [4] E. G. Pita, Acondicionamiento de Aire, Mexico: Compañía Editorial Continental S.A, 1994.
- [5] TOSHIBA, «Calefacción & Aire Acondicionado, catálogo VRF,» Tokio, 2016.
- [6] M. Ruales, Diagrama, 2019.
- [7] ASHRAE, HVAC Fundamentals Handbook, Atlanta, 2001.
- [8] S. K. Wang, HANDBOOK OF AIR CONDITIONING AND REFRIGERATION, United States of America: McGraw-Hill, 2001.
- [9] A. COKER, LUDWIG'S APPLIED PROCESS DESIGN FOR CHEMICAL AND PETROCHEMICAL PLANTS, USA: ELSEVIER, 2015.
- [10] ASHRAE, HVAC Manual de diseño de hospitales y clinicas, Segunda Edición ed., Atlanta, 2013.
- [11] SILVANIA, Luminarias fluorescentes, 2014-2015.
- [12] I. G. Yañez, «El standard 34 de ASHRAE, nomenclatura de los gases refrigerantes,» Mundo HVAC&R, p. 2, 2008.
- [13] I. N. d. M. e. Hidrologia, «INAMHI,» 2017. [En línea]. Available: [www.serviciometeorologico.gob.ec](http://www.serviciometeorologico.gob.ec).
- [14] P. N. S. d. C.V., Manual tècnico de cobre.
- [15] V. Gnielinski, «New equations for heat and mass transfer in turbulent pipe and channel flow,» International Chemical Engineering, vol. 16, pp. 359-368, 1976.



- [16] G. López, J. Mantilla y B. Poveda, «Evaluación de un calentador solar de agua fabricado con tubería PVC en serie,» *Tecnura*, vol. 16, pp. 120-128, 2012.
- [17] D. Libreros, *Análisis dinámico del comportamiento del flujo anular mediante el procesamiento de señales*, México: Instituto politécnico nacional escuela superior de ingeniería mecánica y eléctrica sección de estudios de posgrado e investigación, 2008.

## ANEXOS

### ANEXO DE ASHRAE

**Tabla 23.**  
Eficiencias de filtros mínimas

Designación de espacio (Función de acuerdo)	Banco de filtros #1, <i>MERV</i> <sup>2</sup>	Banco de filtros #2, <i>MERV</i> <sup>2</sup>
Clase B y C en cirugía; diagnóstico hospitalario y ambulatorio y radiología terapéutica; espacios de entrega y recuperación para pacientes hospitalizados	7	14
atención hospitalaria, tratamiento y diagnóstico, y aquellos espacios que brindan servicio directo o suministros limpios y procesamiento limpio (excepto como se indica a continuación); Todas (las habitaciones)	7	14
Protector sala de ambientes (PE)	7	17( <i>HEPA</i> ) <sup>c</sup>
Laboratorios; Clase A cirugía y espacios semirestrictos y asociados	13 <sup>b</sup>	N/R <sup>d</sup>
Administrativo; almacenamiento a granel, espacio de almacenamiento sucio; espacio de preparación de alimentos; y lavanderías	7	N/R
Todos los demás espacios ambulatorios	7	N/R
Instalaciones de enfermería especializada	7	N/R

Notas:

a. Valor de informe de eficiencia mínima con sus siglas en inglés (*MERV*) se basa en el método de prueba descrito en ANSI/ASHRAE Estándar 52.2-2007

b. Se pueden usar pre filtros adicionales para reducir el mantenimiento de los filtros con eficiencias a *MERV* 7

c. Banco de filtros #2 tal vez *MERV* 14 si *MERV* 17 se proporciona filtro terminal terciario para estos espacios

d. N/R= No requerido

Fuente: ANSI/ASHRAE/ASHE estándar 170-2008.pag 30

**Tabla 24.**  
Valores de eficiencia (MERVs) y eficiencia de filtros por tamaño de partícula

MERV	03-1.0 $\mu\text{m}$	1.0-3.0 $\mu\text{m}$	3.0-10 $\mu\text{m}$
Categoría E-3			
6	---	---	35 a 50%
7	---	---	50 a 70%
8	---	---	70 a 85%
9	---	---	85% +
Categoría E-2			
10	---	60 a 65%	85% +
11	---	65 a 80%	85% +
12	---	80% +	85% +
Categoría E-1			
13	< 75%	90%+	99% +
14	75 a 85%	90%+	99% +
15	85 a 95%	90%+	99% +
17	99%	99%	99%

[10, p. 29]

**Tabla 25.**  
Parámetros de Diseño de Ventilación-Continuación

Función del espacio	Relación de presión de áreas adyacentes (n)	Mínimo al aire libre ACH, ach	Mínimo total ACH, ach	Todo el aire del cuarto Agotado directamente al aire libre (j)	Aire recirculado mediante unidades de habitación. (a)	RH (k) (%)	Temperatura de diseño (°F/°C)
Cirugía y cuidados intensivos							
Clase B y C Cuarto de operaciones, (m), (n), (o)	Positivo	4	20	N/R	No	20-60	68-75/20-24
Operaciones/salas de cistoscopia quirúrgica, (m), (n), (o)	Positivo	4	20	N/R	No	20-60	68-75/20-24
Sala de partos A(cesarias)(m), (n), (o)	Positivo	4	20	N/R	No	20-60	68-75/20-24
Área de servicio substeril	N/R	2	6	N/R	No	N/R	N/R
Cuarto de recuperación	N/R	2	6	N/R	No	30-60	70-75/21-24
Cuidados intensivos y críticos	N/R	2	6	N/R	No	30-60	70-75/21-24
Caso intermedio (s)	N/R	2	6	N/R	N/R	máx. 60	70-75/21-24
Heridas de caso intensivo (Unidad de quemados)	N/R	2	6	N/R	No	40-60	70-75/21-24
Cuidados intensivos de recién nacidos	Positivo	2	6	N/R	No	30-60	72-78/22-26
Sala de tratamientos (p)	N/R	2	6	N/R	N/R	20-60	70-75/21-24
Sala de traumas (crisis o shock) (c)	Positivo	3	15	N/R	No	20-60	70-75/21-24
Médico/anestesia de almacenamiento de gas (r)	Negativo	N/R	8	Si	N/R	N/R	N/R
Sala de laser de ojos	Positivo	3	15	N/R	No	20-60	70-75/21-24
Salas de espera de urgencias (q)	Negativo	2	12	Si	N/R	máx. 65	70-75/21-24
Triaje (q)	Negativo	2	12	Si	N/R	máx. 60	70-75/21-24
Descontaminación de urgencias	Negativo	2	12	Si	No	N/R	N/R
Salas de espera de radiología (q), (w)	Negativo	2	12	Si	N/R	máx. 60	70-75/21-24
Clase A Operaciones/ sala de procedimientos (o), (d)	Positivo	3	15	N/R	No	20-60	70-75/21-24
Enfermería ambulatoria							
Habitación de paciente (s)	N/R	2	6	N/R	N/R	máx. 60	70-75/21-24
Cuarto de baño	Negativo	N/R	10	Si	No	N/R	N/R
Cuarto de recién nacidos suite	N/R	2	6	N/R	No	30-60	72-78/22-26
Sala de ambiente protector (t)	Positivo	2	12	N/R	No	máx. 60	70-75/21-24
Toda la habitación (t)	Negativo	2	12	Si	No	máx. 60	70-75/21-24
Combinación de todos/ Antesala de PE	Positivo	2	12	Si	No	máx. 60	70-75/21-24
Toda la antesala (t)	(e)	N/R	10	Si	No	N/R	N/R
Antesala de PE (t)	(e)	N/R	10	N/R	No	N/R	N/R
Combinado en todo / antesala de PE	(e)	N/R	10	Si	No	N/R	N/R
Labor/ entrega/ recuperación/ posparto (LDRP) (s)	N/R	2	6	N/R	N/R	máx. 60	70-75/21-24
Labor/ entrega/ recuperación (LDR) (s)	N/R	2	6	N/R	N/R	máx. 60	70-75/21-24
Corredor de pacientes	N/R	N/R	2	N/R	N/R	N/R	N/R
Cuarto de alimentos	N/R	N/R	2	N/R	N/R	N/R	N/R

**Tabla 26.**

**Parámetros de diseño de ventilación-continuación**

Función del espacio	Relación de presión Áreas adyacentes (n)	Mínimo al aire libre ACH, ach	Mínimo total ACH, ach	Todo el aire del cuarto Agotado directamente al aire libre (j)	Aire recirculado mediante unidades de habitación. (a)	RH (k) (%)	Temperatura de diseño (°F/°C)
<b>CENTRO DE ENFERMERÍA</b>							
Habitación de residente	N/R	2	2	N/R	N/R	N/R	70-75/21-24
Reunión de residentes/ actividad/ comida	N/R	4	4	N/R	N/R	N/R	70-75/21-24
Terapia Física	Negativo	2	6	N/R	N/R	N/R	70-75/21-24
Terapia ocupacional	N/R	2	6	N/R	N/R	N/R	70-75/21-24
Cuarto de baño	Negativo	N/R	10	Si	N/R	N/R	70-75/21-24
<b>RADIOLOGÍA</b>							
Radiografía (diagnóstico y tratamiento)	N/R	2	6	N/R	N/R	máx.60	72-78/22-26
Radiografía (cirugía/ Cuidados críticos y cateterización)	Positivo	3	15	N/R	No	máx.60	70-75/21-24
Cuarto oscuro	Negativo	2	10	Si	No	N/R	N/R
<b>DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO</b>							
Área de tratamiento de diálisis	N/R	2	6	N/R	N/R	N/R	72-78/22-26
Sala de reprocesamiento de dializador	Negativo	N/R	10	Si	No	N/R	N/R
Laboratorio nuclear de medicina	Negativo	N/R	6	Si	No	N/R	70-75/21-24
Nuclear sala de tratamientos de medicina	Negativo	2	6	Si	N/R	N/R	70-75/21-24
Broncoscopia, recogida de esputo, y administración de pentamidina	Negativo	2	12	Si	No	N/R	68-73/20-23
<b>Laboratorio general (v)</b>							
Laboratorio bacteriología (v)	Negativo	2	6	N/R	N/R	N/R	70-75/21-24
Laboratorio bioquímico (v)	Negativo	2	6	Si	N/R	N/R	70-75/21-24
Laboratorio de citología (v)	Negativo	2	6	Si	N/R	N/R	70-75/21-24
Laboratorio, lavado de vidrios	Negativo	2	10	Si	N/R	N/R	N/R
Laboratorio histología (v)	Negativo	2	6	Si	N/R	N/R	70-75/21-24
Laboratorio de microbiología (v)	Negativo	2	6	Si	N/R	N/R	70-75/21-24
Laboratorio de medicina nuclear (v)	Negativo	2	6	Si	N/R	N/R	70-75/21-24
Laboratorio de patología (v)	Negativo	2	6	Si	N/R	N/R	70-75/21-24
Laboratorio serología (v)	Negativo	2	6	Si	N/R	N/R	70-75/21-24
Laboratorio esterilizante (v)	Negativo	2	10	Si	N/R	N/R	70-75/21-24
Laboratorio de transferencia de medios (v)	Positivo	2	4	N/R	N/R	N/R	70-75/21-24
Sala de autopsias (n)	Negativo	2	12	Si	No	N/R	70-75/21-24
Sala de mantenimiento de cuerpo no refrigerado (h)	Negativo	N/R	10	Si	No	N/R	68-75/20-24
Farmacia (n)	Positivo	2	4	N/R	N/R	N/R	70-75/21-24

[10, p. 78]

**Tabla 27.**  
Parámetros de diseño de ventilación-continuación

Función del espacio	Relación de presión Áreas adyacentes (n)	Mínimo al aire libre ACH, ach	Mínimo total ACH, ach	Todo el aire del cuarto Agotado directamente al aire libre (j)	Aire recirculado mediante unidades de habitación. (a)	RH (k) (%)	Temperatura de diseño (°F/°C)
Sala de examinación	N/R	2	6	N/R	N/R	máx. 60	70-75/21-24
Sala de medicamentos	Positivo	2	4	N/R	N/R	máx. 60	70-75/21-24
Endoscopia gastrointestinal	Positivo	2	6	N/R	No	20-60	68-73/20-23
Sala de procedimientos	Negativo	2	10	Si	No	N/R	N/R
Limpieza de endoscopia	N/R	2	6	N/R	N/R	máx. 60	70-75/21-24
Sala de tratamientos	Negativo	2	6	N/R	N/R	N/R	72-80/22-27
Hidroterapia	Negativo	2	6	N/R	N/R	máx. 65	72-80/22-27
ESTERILIZANTE							
Sala de equipos esterilizadores	Negativo	N/R	10	Si	No	N/R	N/R
SUMINISTRO MÉDICO- QUIRÚRGICO CENTRAL							
Sala sucia o descontaminación	Negativo	2	6	Si	No	N/R	72-78/22-26
Cuarto de trabajo limpio	Positivo	2	4	N/R	No	máx. 60	72-78/22-26
Almacenamiento estéril	Positivo	2	4	N/R	N/R	máx. 60	72-78/22-26
SERVICIO							
Centro de preparación de alimentos	N/R	2	10	N/R	No	N/R	72-78/22-26
Lavado de vajilla	Negativo	N/R	10	Si	No	N/R	N/R
Almacenamiento dietético	N/R	N/R	2	N/R	No	N/R	72-78/22-26
Lavandería general	Negativo	2	10	Si	No	N/R	N/R
Clasificación y almacenamiento de ropa sucia	Negativo	N/R	10	Si	No	N/R	N/R
Ropa limpia	Positivo	N/R	2	N/R	N/R	N/R	N/R
Cuarto de ropa y tova de basura	Negativo	N/R	10	Si	No	N/R	72-78/22-26
Habitación	Negativo	N/R	10	Si	No	N/R	N/R
Baño	Negativo	N/R	10	Si	No	N/R	72-78/22-26
Armario del conserje	Negativo	N/R	10	Si	No	N/R	N/R
ESPACIO DE APOYO							
Sala de trabajo sucia o tendencia manchada	Negativo	2	10	Si	No	N/R	N/R
Sala de trabajo limpia o tendencia limpia	Positivo	2	4	N/R	N/R	N/R	N/R
Almacenamiento de materiales peligrosos	Negativo	2	10	Si	No	N/R	N/R

[10, p. 79]

Nota

- a. Excepto donde se indique con un "No" en esta columna, las unidades de recirculación de HVAC de la sala (con serpentines de calefacción o enfriamiento) son aceptables para proporcionar la parte del mínimo total de cambios de aire por hora que permite la Sección 7.1 (subpárrafo 1-e). Debido a la dificultad de la limpieza y la posibilidad de acumulación de contaminación, las unidades de recirculación de la habitación no se deben usar en áreas marcadas como "No". Los dispositivos de recirculación con filtros HEPA deben permitirse en las instalaciones existentes como controles ambientales provisionales y suplementarios para cumplir con los requisitos para el control de agentes infecciosos en el aire. El diseño de sistemas portátiles o fijos debe evitar el estancamiento y el cortocircuito del flujo de aire. El diseño de dichos sistemas también permitirá un fácil acceso para el mantenimiento preventivo y la limpieza programados.
- b. Las áreas de composición de la farmacia pueden tener requisitos adicionales de cambio de aire, presión diferencial y filtrado más allá del mínimo de esta tabla, según el tipo de farmacia, los requisitos reglamentarios (que pueden incluir la adopción de USP 797), el nivel asociado de riesgo del trabajo (Ver USP 797), y el equipamiento utilizado en los espacios
- c. El término sala de traumatología, como se usa en este documento, es una sala de primeros auxilios y / o sala de emergencias utilizada para el tratamiento inicial general de las víctimas de accidentes. Esta sala de operaciones dentro del centro de trauma que se usa habitualmente para cirugía de emergencia se considera una sala de operaciones según esta Norma.
- d. Las relaciones de presión no necesitan mantenerse cuando la habitación está desocupada
- e. Vea la Sección 7.2 y sus subsecciones para los requisitos de relación de presión
- f. Esta carta no se usa en esta tabla.
- g. Excepción: no es necesario agotar todo el aire si el equipo del cuarto oscuro tiene un conducto de escape de limpieza adjunto y cumple con los estándares de ventilación con respecto a los límites de exposición de los empleados locales, NIOSH y OSHA.2, 3
- h. Una sala de retención de cuerpos no refrigerados se aplica solo a las instalaciones que no realizan autopsias en el sitio y utilizan el espacio por períodos cortos mientras esperan que se transfiera el cuerpo.
- i. Los cambios mínimos totales de aire por hora (ach) serán los requeridos para proporcionar aire de reposición adecuado a los sistemas de escape de la cocina como se especifica en la Norma ANSI / ASHRAE 154.4 En algunos casos, el exceso de filtración o la infiltración hacia o desde los pasillos de salida compromete las restricciones del corredor de salida de NFPA 90A, 5 los requisitos de presión de NFPA 96,6 o el máximo definido en la tabla. Durante la operación, se debe permitir una reducción de la cantidad de cambios de aire en cualquier medida requerida para el control del olor cuando el espacio no esté en uso. (Ver AIA [2006] en el Anexo Informativo B: Bibliografía.)
- j. En algunas áreas con contaminación potencial y / o problemas de olor, el aire de salida debe descargarse directamente al exterior y no recircularse a otras áreas. Las circunstancias individuales pueden requerir una consideración especial para el aire expulsado al exterior. Para satisfacer las necesidades de escape, es necesario reemplazar constantemente el aire del exterior cuando el sistema está en funcionamiento.
- k. Los rangos de HR indicados son el mínimo y / o máximo permitido en cualquier punto dentro del rango de temperatura de diseño requerido para ese espacio
- l. Los sistemas deben ser capaces de mantener las habitaciones dentro del rango durante el funcionamiento normal. Se permitirá una temperatura más baja o más alta cuando la comodidad del paciente y / o las condiciones médicas lo requieran.
- m. Los documentos de los criterios del Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH) relativos a la exposición ocupacional a los gases y vapores anestésicos de desecho, y el control de la exposición ocupacional al óxido nítrico<sup>7</sup> indican la necesidad de sistemas de extracción local (eliminación) y ventilación general de las áreas en las que Se utilizan los respectivos gases. Consulte NFPA 99.8 para otros requisitos.
- n. Si las alarmas del dispositivo de monitoreo de presión están instaladas, se deben hacer provisiones para evitar las alarmas molestas. Se permitirán excursiones de corta duración de las relaciones de presión requeridas mientras las puertas se mueven o se abren temporalmente. Se permitirá métodos visuales simples tales como rastro de humo, bola dentro de tubo, o aleta para la verificación de la dirección de flujo de aire.

- o. Los cirujanos o procedimientos quirúrgicos pueden requerir temperaturas ambientes, tasas de ventilación, rangos de humedad y / o métodos de distribución de aire que excedan los rangos mínimos indicados.
- p. Las salas de tratamiento utilizadas para la broncoscopia se tratarán como salas de broncoscopia. Las salas de tratamiento utilizadas para procedimientos con óxido nítrico contendrán disposiciones para la extracción de gases residuales con anestesia.
- q. En un sistema de ventilación de recirculación, se deben permitir los filtros HEPA en lugar de expulsar el aire de estos espacios hacia el exterior, siempre que el aire de retorno pase a través de los filtros HEPA antes de que se introduzca en cualquier otro espacio. La totalidad de los Cambios Mínimos de Aire Total por Hora de recirculación del flujo de aire pasará a través de los filtros HEPA. Cuando estas áreas están abiertas a espacios más grandes, sin espera, el volumen de aire de escape se calculará en función del área de asientos del área de espera. (Nota informativa: la intención aquí es no exigir que el cálculo del volumen incluya un espacio muy grande (por ejemplo, un atrio) solo porque se abre un área de espera).
- r. Vea NFPA 99 para requisitos adicionales.
- s. Para las habitaciones de pacientes, las salas de cuidados intermedios, de parto / parto / recuperación y las salas de parto / parto / recuperación / posparto, se permitirán cuatro aumentos totales cuando los sistemas de calefacción y / o refrigeración suplementarios (calefacción y refrigeración radiante, calefacción de zócalo, etc.) son usados. Para habitaciones de pacientes con camas individuales que usan difusores del Grupo D, se debe proporcionar un mínimo de seis cambios de aire por hora, que se calcularán en función del volumen desde el piso terminado hasta 6 pies (1,83 m) sobre el piso.
- t. Las especificaciones de diseño del flujo de aire del entorno de protección protegen al paciente de los microbios infecciosos transmitidos por el aire en el medio ambiente común (es decir, esporas de Aspergillus). Se debe permitir que los filtros HEPA de recirculación aumenten los intercambios de aire de habitación equivalentes; sin embargo, los cambios de aire exterior todavía son necesarios. Se requiere un flujo de aire de volumen constante para una ventilación uniforme en el entorno protegido. La relación de presión con las áreas adyacentes no se modificará si la sala de PE se utiliza como una sala de pacientes normal. No se permitirán habitaciones con disposiciones de flujo de aire reversibles para cambiar entre el entorno de protección y las funciones AII.
- u. La sala AII descrita en esta norma se utilizará para aislar la propagación de enfermedades infecciosas en el aire, como el sarampión, la varicela o la tuberculosis. Los dispositivos de recirculación suplementarios que usan filtros HEPA deben permitirse en la sala AII para aumentar los intercambios de aire en las habitaciones equivalentes; sin embargo, todavía se requieren los cambios mínimos de aire exterior de la Tabla 7-1. Las habitaciones AII que se remodelan de las habitaciones estándar para pacientes de las cuales no es práctico extraerlas directamente afuera pueden recircularse con aire desde la habitación AII, siempre que el aire pase primero a través de un filtro HEPA. Cuando la sala AII no se utiliza para el aislamiento de infecciones en el aire, la relación de presión con las áreas adyacentes, cuando se mide con la puerta cerrada, se mantendrá sin cambios y la tasa de cambio de aire total mínima deberá ser de 6 ach. No se permitirán controles de conmutación para disposiciones de flujo de aire reversibles.
- v. Cuando sea necesario, se deben proporcionar cubiertas y dispositivos de escape adecuados para la eliminación de gases nocivos o vapores químicos de acuerdo con NFPA 99.8
- w. Este requisito se aplica solo a las salas de espera de radiología programadas para pacientes que esperan radiografías de tórax para el diagnóstico de enfermedad respiratoria.



**Tabla 28.**  
Factores de carga de vidrio de ventanas (GLFs) para viviendas unifamiliares independientes

Diseño de temperatura, °C	Vidrio sencillo regular					Vidrio doble regular					Absorción de calor					Vidrio triple claro							
	29	32	35	38	41	43	43	29	32	35	38	41	43	29	32	35	38	41	43	29	32	35	
Sin sombra interior																							
Norte	107	114	129	148	151	158	95	95	107	117	120	129	63	63	73	79	82	88	88	85	85	95	95
Noreste y noroeste	199	205	221	237	243	262	173	177	186	196	199	208	114	117	132	132	139	139	139	158	158	167	167
Este y oeste	278	284	300	315	322	337	243	246	255	265	268	278	161	161	170	177	186	186	186	221	221	230	230
Sureste y suroeste <sup>b</sup>	249	255	271	287	290	309	218	221	230	240	243	252	142	145	155	161	170	170	170	196	199	205	205
<b>Sur<sup>a</sup></b>	167	173	189	205	211	227	145	148	158	167	170	180	98	98	107	114	123	123	123	132	132	142	142
Tragaluz horizontal	492	492	508	524	527	539	432	435	442	451	454	464	284	287	293	300	303	309	309	391	394	401	401

[7, p. 28.3]

**Tabla 29.**  
Resumen de procedimientos para cálculos de cargas de refrigeración residencial

Fuente de carga	Ecuación	Tablas y Notas
Áreas de ventanas y vidrios	$q = (GLF)A$	El factor de carga de vidrio se puede encontrar en las Tablas 3 y 4 según la orientación de la ventana, el tipo y el vidrio, el tipo de sombreado interior y la temperatura de diseño exterior. El GLF incluye efectos tanto de transmisión como de radiación solar. El vidrio sombreado por salientes se trata como vidrio norte, la Tabla 6 muestra los detalles de la línea de sombra.
Puertas	$q = U_dA(CLTD)$	Los valores de la puerta CLTD se encuentran en las Tablas 1 y 2 según la orientación, la temperatura de diseño exterior y el rango de temperatura diaria de diseño.
Paredes exteriores sobre rasante	$q = U_nA(CLTD)$	Los valores de CLTD de pared se encuentran en las Tablas 1 y 2 según la temperatura de diseño exterior, el rango diario y la orientación.
Particiones al espacio incondicionado	$q = U_pA\Delta t$	Donde $\Delta t$ es la diferencia de temperatura a través de la partición
Techos y paredes	$q = U_rA(CLTD)$	Tablas 1 y 2 para CLTD, basadas en la temperatura de diseño exterior y rango diario.
Pisos expuestos	$q = U_fA(CLTD)$	Tablas 1 y 2 para CLTD, basadas en la temperatura de diseño exterior y rango diario.
Infiltración	$q = 1.2Q\Delta t$ $Q = ACH \times (Vol. cuarto) \times 1000 / 3600$	Los intercambiadores de aire se dan en la Tabla 7 y 8.
Cargas internas- gente, electrodomésticos, luces.	<b>Plan 67 W por persona</b>	Divide a los ocupantes de manera equitativa entre las habitaciones que no se usan como habitaciones. Si no se conoce el número de ocupantes, asuma dos personas por el primer dormitorio y una persona por cada dormitorio adicional.  El aparato y la carga liviana de 470 W se dividen entre la cocina y la habitación contigua y la sala de lavandería y la habitación contigua. Utilice 350 W para unidades multifamiliares.

**Tabla 30.**  
Valores de CLTD para viviendas unifamiliares separadas<sup>a</sup>

Rango de temperatura <sup>b</sup>	Temperatura de diseño °C												
	29		32			35			38		41		43
	L	M	L	M	H	L	M	H	M	H	M	H	
Todas las paredes y puertas													
Norte	4	2	7	4	2	10	7	4	10	7	10	13	
NE y NO	8	5	11	8	5	13	11	8	13	11	13	16	
Este y Oeste	10	7	13	10	7	16	13	10	16	13	16	18	
SE y SO	9	6	12	9	6	14	12	9	14	12	14	17	
Sur	6	3	9	6	3	12	9	6	12	9	12	14	
Tejados y techos													
Ático o piso construido	23	21	26	23	21	28	26	23	28	26	28	31	
Pisos y techos													
Bajo espacio acondicionado, sobre habitación no acondicionada o sobre espacio de rastreo	5	2	7	5	2	8	7	5	8	7	8	11	
particiones													
Adentro o sombreado	5	2	7	5	2	8	7	5	8	7	8	11	

<sup>a</sup>Diferencias de temperatura de carga de refrigeración para viviendas unifamiliares, dúplex o multifamiliares, con paredes expuestas al este y al oeste o solo paredes expuestas al norte y al sur.  
<sup>b</sup>L denota rango diario bajo, menos de 9K; M denota rango medio diario, 9 a 14K; y H denota rango diario alto, mayor que 14K.

[7, p. 28.2]

**Tabla 31.**  
Tipos de cambio de aire de verano (ACH) en función de la hermeticidad

Clase	Temperatura de diseño al aire libre					
	29	32	35	38	41	43
Ceñido	0.33	0.34	0.35	0.36	0.37	0.38
Medio	0.46	0.48	0.50	0.52	0.54	0.56
Holgado	0.68	0.70	0.72	0.74	0.76	0.78

Nota: Los valores son para 3.4m/s (12km/h) viento y temperatura interior de 24°C

[7, p. 28.4]

**Tabla 32.**

Resumen de cargas, ecuaciones y referencias para el cálculo de cargas de calefacción de diseño

<b>Carga de calentamiento</b>	<b>Ecuación</b>	<b>Referencia, tabla, descripción</b>
Tejas, techo, paredes, vidrio	$q = U A \Delta t$	Capítulo 2, tabla 1,2 y 4  Diferencia de temperatura entre el interior y exterior del diseño de las bombillas secas, para temperaturas en espacios sin calefacción, capítulo 26, consulte para las temperaturas del ático, ver la ecuación (3)  Área calculada a partir de los planos
Paredes a bajo grado	$q = U A \Delta t$	Ver tabla 14  Use la figura 6 para poder determinar
Pisos		
Por encima del grado	$q = U A \Delta t$	Para la temperatura del espacio de arrastre, ver ecuación 4
En el grado	$q = F_2 P \Delta t$	Ver tabla 16  Ver ecuación (6)  Perímetro de losa
Por debajo del grado	$q = U A \Delta t$	Use la figura 6 para poder determinar $\Delta t$  Ver tabla 15

[7, p. 28.7]

## ANEXO DEL LIBRO DE E. PITA

**Tabla 33.**  
Requisitos de ventilación para ocupantes

	Personas estimadas por 100 pies <sup>2</sup>	Aire de ventilación necesario por persona	
		FCM mínimos	FCM
		recomendados	
Residencial.			
Viviendas de una unidad			
Salas y recámaras	5	5	7-10
Cocinas, baños	-	20	30-50
Hospitales			
Recamaras sencillas y dobles	15	10	15-20
Guarderías	20	10	15-20
Sala de cirugía, salas de parto	-	20	-

[4, p. 160]

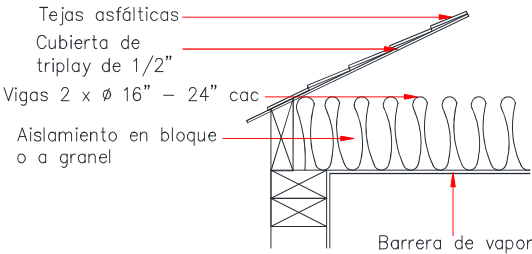
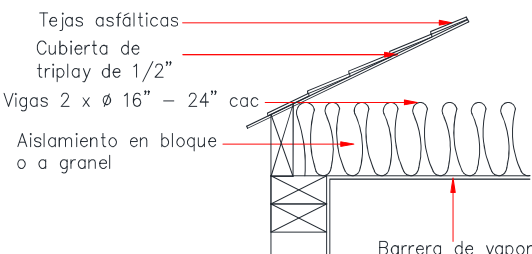
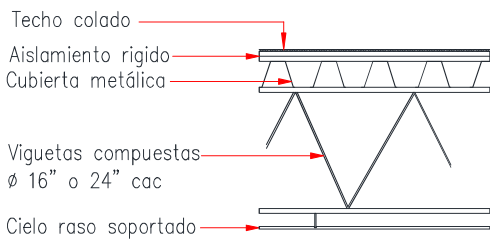
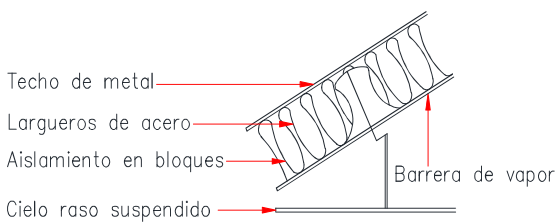
**Tabla 34.**  
Diferencias de conducción de carga de enfriamiento a través de un vidrio

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

Reproducido con permiso del 1985 Fundamentals, ASHRAE Handbook product directory.

[4, p. 142]

**Tabla 35.**  
Secciones transversales de construcciones típicas de techos y paredes

Secciones	Ri	Ur
 <p>Tejas asfálticas</p> <p>Cubierta de triplay de 1/2"</p> <p>Vigas 2 x <math>\phi</math> 16" - 24" cac</p> <p>Aislamiento en bloque o a granel</p> <p>Barrera de vapor</p>	11	0.06
	19	0.05
	22	0.04
	30	0.03
 <p>Tejas asfálticas</p> <p>Cubierta de triplay de 1/2"</p> <p>Vigas 2 x <math>\phi</math> 16" - 24" cac</p> <p>Aislamiento en bloque o a granel</p> <p>Barrera de vapor</p>	11	0.07
	19	0.05
	22	0.04
	30	0.03
 <p>Techo colado</p> <p>Aislamiento rígido</p> <p>Cubierta metálica</p> <p>Viguetas compuestas <math>\phi</math> 16" o 24" cac</p> <p>Cielo raso soportado</p>	<b>Sin cielo raso</b>	
	5.5	0.14
	8	0.11
	11	0.08
	15	0.06
	<b>Con cielo raso</b>	
	5.5	0.10
	8	0.08
	11	0.06
	15	0.05
 <p>Techo de metal</p> <p>Largueros de acero</p> <p>Aislamiento en bloques</p> <p>Cielo raso suspendido</p> <p>Barrera de vapor</p>	<b>Sin cielo raso</b>	
	3.5	0.23
	8	0.11
	11	0.08
	19	0.05
	<b>Con cielo raso</b>	
	3.5	0.13
	8	0.08
	11	0.07
	19	0.04

**Tabla 36.**  
Secciones transversales de construcciones típicas de techos y paredes (continuación)

Cortes de Pared	Ri	Uw
	3.5	0.23
	8	0.11
	11	0.06
	19	0.05
	3.5	0.17
	8	0.10
	11	0.07
	19	0.05
	8	0.09
	11	0.07
	19	0.05

[4, p. 525]

**Tabla 37.**  
Diferencias de temperatura para cargas de enfriamiento (DTCE) para calcular cargas debidas a techos planos, 1°F

Techo No.	Descripción de la construcción	Hora peso lb/ft <sup>2</sup>	Valor de U BTU/h ft <sup>2</sup> °F	Hora solar, h																								
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
<b>Sin cielo raso suspendido</b>																												
1	Lámina de metal con aislamiento de 1 o 2 plg	7	0.213	1	-2	-3	-3	-5	-3	-3	6	19	34	49	61	71	78	79	77	70	59	45	30	18	12	8	5	3
2	Madera de 1 plg con aislamiento de 1 plg	(8)	(0.124)	6	3	0	-1	-3	-3	-2	4	14	27	39	52	62	70	74	74	70	62	51	38	28	20	14	9	
3	Concreto ligero de 4 plg	18	0.213	9	5	2	0	-2	-3	-3	1	9	20	32	44	55	64	70	73	71	66	57	45	34	25	18	13	
4	Concreto pesado de 1 o 2 plg con aislamiento de 2 plg	29	0.206 (0.122)	12	8	5	3	0	-1	-1	3	11	20	30	41	51	59	65	66	66	62	54	45	36	29	22	17	
5	Madera de 1 plg con aislamiento de 2 plg	19	0.109	3	0	-3	-4	-5	-7	-6	-3	5	16	27	39	49	57	63	64	62	57	48	37	26	18	11	7	
6	Concreto ligero de 6 plg	24	0.158	22	17	13	9	6	3	1	1	3	7	15	23	33	43	51	58	62	64	62	57	50	42	35	28	
7	Madera 2.5 plg con aislamiento de 1 plg	13	0.130	29	24	20	16	13	10	7	6	6	9	13	20	27	34	42	48	53	55	56	54	49	44	39	34	
8	Concreto ligero de 8 plg	31	0.126	35	30	26	22	18	14	11	9	7	7	9	13	19	25	33	39	46	50	53	54	53	49	45	40	
9	Concreto pesado de 4 plg con aislamiento de 1 o 2 plg	52 (52)	0.200 (0.120)	25	22	18	15	12	9	8	8	10	14	20	26	33	40	46	50	53	53	52	48	43	38	34	30	
10	Madera de 2.5 plg con aislamiento de 2 plg	13	0.093	30	26	23	19	16	13	10	9	8	9	13	17	23	29	36	41	46	49	51	50	47	43	39	35	
11	Sistema de terrazas de techo	75	0.106	43	31	28	25	22	19	16	14	13	13	15	18	22	26	31	36	40	44	45	46	45	43	40	37	
12	Concreto pesado de 6 plg con aislamiento de 1 o 2 plg	75 (75)	0.192 (0.117)	31	28	25	22	20	17	15	14	14	16	18	22	26	31	36	40	43	45	45	44	42	40	37	34	
13	Madera de 4 plg con aislamiento de 1 o 2 plg	17 (18)	0.106 (0.078)	38	36	33	30	28	25	22	20	18	17	16	17	18	21	24	28	32	36	39	41	43	43	42	40	



**Tabla 38.**

Corrección de la DTCE por latitud y mes para aplicar a paredes y techos, latitudes norte, °F

Latitud	Mes	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	HORA
		NNW	NW	WNW	W	WSW	SW	SSW			
0	Dic	-3	-5	-5	-5	-2	0	3	6	9	-1
	Ene/Nov	-3	-5	-4	-4	-1	0	2	4	7	-1
	Feb/Oct	-3	-2	-2	-2	-1	-1	0	-1	0	0
	Mar/Sep.	-3	0	1	-1	-1	-3	-3	-5	-8	-1
	Abr/Ago.	5	4	3	0	-2	-5	-6	-8	-8	-2
	May/Jul	10	7	5	0	-3	-7	-8	-9	-8	-4
	Jun	12	9	5	0	-3	-7	-9	-10	-8	-5

[4, p. 140]

**Tabla 39.**

Descripción de grupos de construcción de paredes

Grupo No	Descripción de la construcción	Peso, lb/ft <sup>2</sup>	Valor de U BTU/(h x ft <sup>2</sup> x °F)	Capacidad calorífica BTU/ft <sup>2</sup> x °F
Ladrillo de vista de 4 plg + (ladrillo)				
C	Espacio de aire + ladrillo de vista de 3 plg	83	0.358	18.3
D	Ladrillo común de 4 plg	90	0.415	18.4
C	Aislamiento de 1 o espacio de aire + ladrillo común de 4plg	90	0.174-0.301	18.4
B	Aislamiento de 2 plg + ladrillo común de 4 plg	88	0.111	18.5
B	Ladrillo común de 8 plg	130	0.302	26.4
A	Aislamiento o espacio de aire + ladrillo común de 8 plg	130	0.154-0.243	26.4
Ladrillo de vista de 4plg + (concreto pesado)				
C	Espacio de aire + concreto de 2 plg	94	0.350	19.7
B	Aislamiento de 2 plg + concreto de 4 plg	97	0.116	19.8
A	Espacio de aire o aislamiento + concreto de 8 plg o más	143-190	0.110-0.112	29.1-38.4
Bloque de concreto ligero y pesado + (acabado)				
F	Bloque de 4 plg + espacio de aire o aislamiento	29-36	0.161-0.263	5.7-7.2
E	Aislamiento de 2 plg + bloque de 4 plg	29-37	0.105-0.114	5.8-7.3
<b>E</b>	<b>Bloque de 8 plg</b>	<b>41-57</b>	<b>0.294-0.402</b>	<b>6.3-11.3</b>
D	Concreto de 8 plg + espacio de aire o aislamiento	41-57	0.149-0.173	8.3-11.3

[4, p. 139]

**Tabla 40.**  
Coeficiente global U de transferencia de calor para el vidrio (BTU/h x pie<sup>2</sup> x °F)

Paneles verticales (ventanas exteriores, puertas corredizas de vidrio y particiones) Vidrio plano, tragaluz y lámina de plástico				Paneles horizontales – vidrio plano, tragaluz y domos de plásticos			
Descripción	Exterior		Interior	Descripción	Exterior		Interior
	Invierno	Verano			Invierno	Verano	
Vidrio plano	1.10	1.04	0.73	Vidrio plano	1.23	0.83	0.96
Vidrio sencillo				Vidrio sencillo			
Vidrio aislante – doble				Vidrio aislante – doble			
Espacio de aire de 1/4" <sup>a</sup>	0.58	0.61	0.49	Espacio de aire de 1/4" <sup>a</sup>	0.65	0.54	0.59
Espacio de aire de 1/2" <sup>b</sup>	0.49	0.56	0.46	Espacio de aire de 1/2" <sup>b</sup>	0.59	0.49	0.56
Espacio de aire de 1/2" "				Espacio de aire de 1/2" "			
Recubrimiento de baja <i>emisión</i> <sup>c</sup>				Recubrimiento de baja <i>emisión</i> <sup>c</sup>			
e=0.20	0.32	0.38	0.32	e=0.20	0.48	0.36	0.39
e=0.40	0.38	0.45	0.38	e=0.40	0.42	0.42	0.45
e=0.60	0.43	0.51	0.42	e=0.60	0.56	0.46	0.50
Vidrio aislante-triple <sup>d</sup>				Tragaluz			
Espacio de aire de 1/4" <sup>a</sup>	0.39	0.44	0.38	11x11x3 plg espesor	0.53	0.35	0.44
Espacio de aire de 1/2" <sup>b</sup>	0.31	0.39	0.30	Con división de cavidad			
				12x12x4 plg espesor	0.51	0.34	0.42
				Con división de cavidad			
Ventanas dobles				Domos de plástico <sup>r</sup>			
Ventanas dobles	0.50	0.50	0.44	De pared sencilla	1.15	0.80	--
Espacio de aire de				De pared doble	0.70	0.46	--
1" a 4" <sup>a</sup>							
Lamina de plástico sencilla				Factor de ajuste para paneles verticales y horizontales			
1/8" espesor	1.06	0.98	--	Descripción	Vidrio	Vidrio	Ventana
1/4" espesor	0.96	0.99	--		sencillo	doble o	s dobles
1/2" espesor	0.81	0.76	--			triple	
Unidad aislante doble				Ventanas todas de vidrio			
Espacio de aire de 1/4" <sup>a</sup>	0.55	0.56	--	Todas de vidrio	1.00	1.00	1.00
Espacio de aire de 1/2" <sup>b</sup>	0.43	0.45	--	Marco de madera- 80% de	0.90	0.95	0.90
Tragaluz				vidrio			
6x6x4 plg espesor	0.60	0.57	0.46	Marco de madera- 60% de	0.80	0.85	0.80
8x8x4 plg espesor	0.56	0.54	0.44	vidrio			
-con divisor hueco	0.48	0.46	0.38	Marco de metal- 80% de	1.00		
				vidrio			
12x12x4 plg espesor	0.52	0.50	0.41	Ventanas y puertas			--
-con divisor hueco	0.44	0.42	0.36	corredizas de vidrio			
12x12x2 plg espesor	0.60	0.57	0.46	Marco de madera	0.95	1.00	
				Marco de metal	1.00		--

[4, p. 531]

**Tabla 41.**

Radiación solar a través de vidrio factores de ganancia máxima de calor solar BTU/h x FT<sup>2</sup>, latitudes del norte

		16 Grados																						
		0 Grados																						
		NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SEE		NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SEE		NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SEE
		N	NNW	NW	WNW	W	WSW	SW	SSW	S	HOR	S	HOR		N	NNW	NW	WNW	W	WSW	SW	SSW	S	HOR
Ene.	34	34	88	177	234	254	235	182	118	296	Ene.	30	30	55	147	21	244	251	223	199	248			
Feb.	36	39	132	205	245	247	210	141	67	306	Feb.	33	33	96	180	231	247	233	188	154	275			
Mar.	38	87	170	223	242	223	170	87	38	303	Mar.	35	53	140	205	239	235	197	138	93	291			
Abr.	71	134	193	224	221	184	118	38	37	284	Abr.	39	99	172	216	227	204	150	77	45	289			
May.	113	164	203	218	201	154	80	37	37	265	May.	52	132	189	218	215	179	115	45	41	282			
Jun.	129	173	206	212	191	140	66	37	37	255	Jun.	66	142	194	217	207	167	99	41	41	277			
Jul.	115	164	201	213	195	149	77	38	38	260	Jul.	55	132	187	214	210	174	111	44	42	277			
Ago.	75	134	187	216	212	175	112	39	38	276	Ago.	41	100	169	209	219	196	143	74	46	282			
Sep.	40	84	163	213	231	213	163	84	40	293	Sep.	36	50	134	196	227	224	191	134	93	282			
Oct.	37	40	129	199	236	238	202	135	66	299	Oct.	33	33	95	174	223	237	225	183	150	270			
Nov.	35	35	88	175	230	250	230	179	117	293	Nov.	30	30	55	145	206	241	247	220	196	246			
Dic.	34	34	71	164	226	253	240	196	138	288	Dic.	29	29	41	132	198	241	254	233	212	234			

[4, p. 143]

**Tabla 42.**  
**Coefficientes de sombreado para vidrio con o sin sombreado interior por persianas venecianas enrollables**

Tipo de vidrio	Espesor nominal de cada vidrio claro <sup>a</sup>	Transmisión solar <sup>b</sup>	Sin sombreado interior h <sub>0</sub> = 4.0	Tipo de sombreado interior				
				Persianas venecianas		Persianas enrollables		
				Medio	Claro	Oscuro	Claro	Claro
<b>Sencillo</b>								
Claro	3/32 a 1/4	0.87 a 0.80	1.00	0.64	0.55	0.59	0.25	0.39
Claro	1/4 a 1/2	0.80 a 0.71	0.94					
Claro	3/8	0.72	0.90					
Claro	1/2	0.67	0.87					
Claro con figuras	1/8 a 9/32	0.87 a 0.79	0.83					
Absorbente de calor, con figuras	1/8		0.83					
Absorbente de calor, con figuras	3/16 a 1/4	0.46	0.69	0.57	0.53	0.45	0.30	0.36
Absorbente de calor, con figuras	3/16 a 1/4		0.69					
Coloreado	1/8 a 7/32	0.59 a 0.45	0.69	0.54	0.52	0.40	0.28	0.32
Absorbente de calor ó con figuras		0.44 a 0.30	0.60					
Absorbente de calor	3/8	0.34	0.60	0.42	0.40	0.36	0.28	0.31
Absorbente de calor ó con figuras		0.44 a 0.30	0.53					
<b>Vidrio recubierto reflector</b>								
	1/2	0.24	0.30	0.25	0.29			
			0.40	0.33	0.23			
			0.50	0.42	0.38			
			0.60	0.50	0.44			
<b>Doble<sup>d</sup></b>								
Claro afuera	3/32, 1/8	0.71 <sup>a</sup>	0.88	0.57	0.51	0.60	0.25	0.37
Claro adentro								
Claro afuera	1/4	0.61 <sup>a</sup>	0.81					
Claro adentro								
Absorbente de calor afuera	1/4	0.36 <sup>a</sup>	0.55	0.39	0.36	0.40	0.22	0.30
Claro adentro				0.19	0.18			
Vidrio recubierto reflector				0.27	0.26			
				0.34	0.33			
<b>Triple</b>								
Claro	1/4		0.71					
Claro	1/8		0.80					

**Tabla 43.**

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

Latitud norte, ventana viendo hacia el	Construcción del recinto	Hora solar, h																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
N	L	0.17	0.14	0.11	0.09	0.08	0.33	0.42	0.48	0.56	0.63	0.71	0.76	0.80	0.82	0.80	0.79	0.80	0.84	0.61	0.48	0.38	0.31	0.25	0.20
	M	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.34	0.41	0.46	0.52	0.59	0.65	0.70	0.73	0.75	0.73	0.74	0.75	0.79	0.61	0.50	0.42	0.36	0.31	0.27
	H	0.25	0.23	0.21	0.20	0.19	0.38	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.69	0.72	0.73	0.72	0.70	0.70	0.74	0.57	0.46	0.39	0.34	0.31	0.28
	L	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.23	0.41	0.51	0.51	0.45	0.39	0.36	0.33	0.31	0.28	0.26	0.23	0.19	0.15	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05
NE	M	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.21	0.36	0.44	0.45	0.40	0.36	0.33	0.31	0.30	0.28	0.26	0.23	0.21	0.17	0.15	0.13	0.11	0.09	0.08
	H	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	0.23	0.37	0.44	0.44	0.39	0.34	0.31	0.29	0.27	0.26	0.24	0.22	0.20	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10
	L	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.19	0.37	0.51	0.57	0.57	0.51	0.42	0.36	0.32	0.29	0.25	0.22	0.19	0.14	0.12	0.09	0.08	0.06	0.05
	M	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.18	0.33	0.44	0.50	0.51	0.45	0.39	0.35	0.32	0.29	0.26	0.23	0.21	0.17	0.15	0.13	0.11	0.10	0.08
E	H	0.09	0.08	0.08	0.08	0.07	0.21	0.34	0.45	0.50	0.49	0.43	0.36	0.32	0.29	0.26	0.24	0.22	0.19	0.17	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10
	L	0.05	0.04	0.04	0.03	0.02	0.13	0.28	0.43	0.55	0.62	0.63	0.57	0.48	0.42	0.37	0.33	0.28	0.24	0.19	0.15	0.12	0.10	0.08	0.07
	M	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.14	0.26	0.38	0.48	0.54	0.55	0.51	0.45	0.40	0.36	0.33	0.29	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	0.12	0.10
	H	0.11	0.10	0.10	0.09	0.08	0.17	0.28	0.40	0.49	0.53	0.53	0.48	0.41	0.36	0.33	0.30	0.27	0.24	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12
SE	L	0.08	0.07	0.05	0.04	0.04	0.06	0.09	0.14	0.22	0.34	0.48	0.59	0.65	0.65	0.59	0.50	0.43	0.36	0.28	0.22	0.18	0.15	0.12	0.10
	M	0.12	0.11	0.09	0.08	0.07	0.08	0.11	0.14	0.21	0.31	0.42	0.52	0.57	0.58	0.53	0.47	0.41	0.36	0.29	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14
	H	0.13	0.12	0.12	0.11	0.10	0.12	0.14	0.17	0.24	0.33	0.43	0.51	0.56	0.55	0.50	0.43	0.38	0.32	0.26	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15
	L	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.24	0.36	0.49	0.60	0.66	0.66	0.58	0.43	0.33	0.27	0.22	0.18	0.14
SW	M	0.15	0.13	0.12	0.10	0.09	0.09	0.10	0.12	0.13	0.15	0.17	0.23	0.33	0.44	0.53	0.58	0.59	0.53	0.41	0.33	0.28	0.24	0.21	0.18
	H	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.12	0.13	0.14	0.16	0.17	0.19	0.25	0.34	0.44	0.52	0.56	0.56	0.49	0.37	0.30	0.25	0.21	0.19	0.17
	L	0.12	0.10	0.08	0.07	0.05	0.06	0.07	0.08	0.10	0.11	0.13	0.14	0.20	0.32	0.45	0.57	0.64	0.61	0.44	0.34	0.27	0.22	0.18	0.14
	M	0.15	0.13	0.11	0.10	0.09	0.09	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.19	0.29	0.40	0.50	0.56	0.55	0.41	0.33	0.27	0.23	0.20	0.17
W	H	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.11	0.12	0.13	0.13	0.14	0.15	0.16	0.21	0.30	0.40	0.49	0.54	0.52	0.38	0.30	0.24	0.21	0.18	0.16
	L	0.11	0.09	0.08	0.06	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.17	0.19	0.23	0.33	0.47	0.59	0.60	0.43	0.33	0.26	0.21	0.17	0.14
	M	0.14	0.12	0.11	0.09	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.16	0.18	0.21	0.30	0.42	0.51	0.53	0.39	0.32	0.26	0.22	0.19	0.16
	H	0.14	0.12	0.11	0.10	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.16	0.18	0.19	0.22	0.30	0.41	0.50	0.51	0.51	0.36	0.29	0.23	0.20	0.17	0.15
NW	L	0.11	0.09	0.07	0.06	0.05	0.07	0.14	0.24	0.36	0.48	0.58	0.66	0.72	0.74	0.73	0.67	0.59	0.47	0.37	0.30	0.24	0.19	0.16	0.13
	M	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09	0.11	0.16	0.24	0.33	0.43	0.52	0.59	0.64	0.67	0.66	0.62	0.55	0.47	0.38	0.32	0.28	0.24	0.21	0.18
	H	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.15	0.20	0.27	0.36	0.45	0.52	0.59	0.62	0.64	0.62	0.58	0.51	0.42	0.35	0.29	0.26	0.23	0.21	0.19
	L	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.15	0.20	0.27	0.36	0.45	0.52	0.59	0.62	0.64	0.62	0.58	0.51	0.42	0.35	0.29	0.26	0.23	0.21	0.19

L=construcción ligera: Pared exterior de bastidores, losa de piso de concreto de 2 plg, con aprox. 30 lb de material/pie2 de piso.

M= Construcción media: Pared exterior de concreto de 4 plg, losa de piso de concreto de 4 plg con aprox. 70 lb de material de construcción por pie2 de piso

H=Construcción pesada: Pared exterior de concreto de 6 plg, losa de piso de concreto de 6 plg, con aprox. 130 lb de material de construcción por pie2 de piso.

**Tabla 44.**  
Tasas de ganancia de calor debida a los ocupantes del recinto acondicionado

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

[4, p. 152]

**Tabla 45.**  
Diferencias de temperatura para carga de enfriamiento (DTCE) para cálculo de carga de paredes al sol, 1°F

	Hora solar, h																								Hora de la DTCE máxima	DTCE mínima	DTCE máxima	Diferencia de DTCE
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24				
<b>Paredes grupo A</b>																												
<b>Latitud norte, orientación de pared</b>	N	14	14	14	13	13	12	12	11	11	10	10	10	10	10	10	11	11	12	12	13	13	14	14	2	10	14	4
	NE	19	19	18	17	17	16	15	15	15	15	16	16	17	18	18	18	18	19	19	20	20	20	20	22	15	20	5
	E	24	24	23	22	21	20	19	19	18	19	20	21	22	23	24	24	25	25	25	25	25	25	25	22	18	25	7
	SE	24	23	23	22	21	20	19	18	18	18	18	19	20	21	22	23	23	24	24	24	24	24	22	18	24	6	
	S	20	20	19	19	18	17	16	16	15	14	14	14	14	15	16	17	18	19	19	20	20	20	23	14	20	6	
	SO	25	25	24	24	23	22	21	20	19	19	18	17	17	17	18	19	20	22	23	24	25	25	24	17	25	8	
	O	27	27	26	26	25	24	24	23	22	21	20	19	18	18	18	19	20	22	23	25	26	26	1	18	27	9	
	NO	21	21	21	20	19	19	18	17	16	16	15	15	14	14	14	15	15	16	17	18	19	20	21	1	14	21	7
<b>Paredes grupo B</b>																												
	N	15	14	14	13	12	11	11	10	9	9	9	9	9	9	10	11	12	13	14	14	15	15	15	24	8	15	7
	NE	19	18	17	16	15	14	13	12	12	13	14	15	16	17	18	19	20	20	21	21	21	20	20	21	12	21	9
	E	23	22	21	20	18	17	16	15	15	15	17	19	21	22	24	25	26	27	27	26	26	25	24	20	15	27	12
	SE	23	22	21	20	18	17	16	15	14	14	15	16	18	20	21	23	24	25	26	26	26	25	24	21	14	26	12
	S	21	20	19	18	17	15	14	13	12	11	11	11	11	12	14	15	17	19	20	21	22	22	21	23	11	22	11
	SO	27	26	25	24	22	21	19	18	16	15	14	13	13	14	15	17	20	22	25	27	28	28	24	13	28	15	
	O	29	28	27	26	24	23	21	19	18	17	16	15	14	14	14	15	17	19	22	25	27	29	30	24	14	30	16
	NO	23	22	21	20	19	18	17	15	14	13	12	12	12	11	12	13	15	17	19	21	22	23	24	11	23	12	

## ANEXO ILUMINACIÓN

**Tabla 46.**  
Luminarias fluorescentes

ESPECIFICACIONES			OPCIONES DE SELECCIÓN ÚNICA				MAS INFORMACIÓN			
Modelo	Dimensión	Balastro	Long.	Cantidad	Voltaje	Reflector	Batería	Voltaje	Consumo	Flujo luminoso
			Tubo	de lámpara		RA	BE1T	BE2T		
		EO T8	48	2	32W	--	----	----	58W	5400 lm
	Individual			3	32W	--	----	----	89W	8100 lm
		EP T5	48	2	54W	--	----	----	116W	8800 lm
360		EO T8	48	2	32W	--	--	----	58W	5400 lm
	Modular			3	32W	--	--	--	89W	8100 lm
		EP T5	48	2	54W	--	--	--	116W	8800 lm
				3	54W	--	--	--	176W	13200 lm



## ANEXO CATÁLOGO MITSUBISHI

**Tabla 47.**  
Especificaciones

Recolección de polvo eficiente	Método colorimétrico 65% (JIS 11 clases)
Elemento Filtrante, material Vida	Poliolefina electrostática fib Aprox. 2,500 horas (Densidad del polvo 0.15 mg/m <sup>3</sup> ) Reproducción no posible
Composición de las partes	Estos elementos x 1

[3]

## ANEXO DEL LIBRO YANEZ

**Tabla 48.**  
Algunas características de clasificación de standard 34

<b>Serie</b>	<b>Nombre</b>	<b>Gas</b>
000	Metanos	R-12
100	Etanos	R-134a
200	Propanos	R-290
400	Zeotropos	R-4012A
500	Azeótropos	R-502
600	Orgánicos	R-600a
700	Inorgánicos	R-717

[12]

## ANEXO INAMHI

**Tabla 49.**  
Anuario meteorológico

M00024	QUITO INAMHI-ÑAQUITO														INAMHI		
	MES	HELIOFNIA (Horas)	TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA (°C)				HUMEDAD RELATIVA (%)				PUNTO DE ROCIO (°C)	TENSIÓN DE VAPOR (hPa)	PRECIPITACIÓN		Número de días con precipitación		
		ABSOLUTAS		MEDIAS		Mes	Máx	Mín	Mes	Máx	Mín	Med	DE	Suma	Día	Número de días con precipitación	
		Máx	Mín	Máx	Mín	Mes	Máx	Mín	Mes	Máx	Mín	Med	DE	Mes	Día	Número de días con precipitación	
ENERO	191.1	-	7.4	19	22.9	10.9	16.4	-	-	-	-	73	11.0	43.0	32.7	12	6
FEBRERO	91.6	23.7	1	9.2	20.1	10.8	14.8	87	4	45	21	78	10.7	196.4	49.6	10	16
MARZO	144.9	25.5	10	9.2	21.7	11.3	15.8	96	20	43	31	74	10.8	83.1	26.2	19	16
ABRIL	130.2	25.5	16	7.4	22.0	10.9	15.7	98	3	27	24	72	10.3	111.0	25.7	21	14
MAYO	120.1	23.5	2	9.9	20.8	11.1	14.9	98	16	46	19	78	10.9	115.4	25.1	30	21
JUNIO	194.8	25.0	22	9.0	22.8	10.5	16.1	94	12	43	16	65	9.0	0.3	0.2	30	2
JULIO	202.9	24.8	20	7.9	22.4	10.6	15.8	100	30	33	28	62	8.2	0.1	0.1	1	1
AGOSTO	196.6	-	8.9	25	22.7	10.7	15.8	-	-	-	-	66	9.0	18.2	9.7	8	11
SEPTIEMBRE	185.1	27.2	21	7.8	23.5	10.5	16.3	97	18	36	21	65	9.3	31.8	13.1	30	7
OCTUBRE	140.3	24.8	1	6.8	22.0	10.4	15.2	94	14	43	26	75	10.4	141.7	27.4	29	19
NOVIEMBRE	139.1	24.2	10	7.4	21.6	9.9	14.8	98	24	44	10	77	10.4	48.0	13.2	18	11
DICIEMBRE	175.9	23.6	30	-	21.6	10.5	15.3	96	6	48	31	76	10.7	46.6	14.8	7	9
VALOR ANUAL	1912.6				22.0	10.7	15.6					71	10.1	835.6	49.6		

**Tabla 50.**  
Coeficiente global U de transferencia de calor para componentes de edificación

Construcción	Valor de U en BTU/ft <sup>2</sup> x °F	
	Verano	Invierno
Puertas:		
Madera maciza		
De 1 plg de espesor	0.61	0.64
De 1 ½ plg de espesor	0.47	0.49
De 2 plg de espesor	0.42	0.43
Acero:		
De 1 ½ plg de espesor con relleno de lana mineral	0.58	0.59
De 1 ½ plg de espesor con relleno de poliestireno	0.46	0.47
De 1 ½ plg de espesor con relleno de espuma de uretano	0.39	0.40

[4, p. 139]

**Tabla 51.**  
Características de la tubería de cobre tipo K

Medida Nominal	Diámetro Exterior	Diámetro interior	Espesor de pared	Peso	Peso por tramo	Presión máxima	Presión Constante	Flujo
Pulgadas milímetros	Pulgadas milímetros	Pulgadas milímetros	Pulgadas milímetros	Lb/pie kg/m	Libras kilogramos	PSI kg/cm <sup>2</sup>	PSI kg/cm <sup>2</sup>	G. P. M. L. P. M.
3/8"	0.500"	0.402"	0.049"	0.269	5.385	8,820	1,760	1.754
9.50 mm	12.700	10.210	1.245	0.400	2.445	620.04	124.00	6.640
1/2"	0.625"	0.527"	0.049"	0.344	6.890	7,056	1,411	3.304
12.7 mm	15.875	13.385	1.245	0.512	3.128	496.03	99.19	12.507
3/4"	0.875"	0.745"	0.065"	0.640	12.813	6,685	1,337	8.611
19 mm	22.225	18.923	1.651	0.954	5.817	469.95	93.99	32.594
1"	1.125"	0.995"	0.065"	0.840	16.799	5,200	1,040	19.826
25 mm	28.575	25.273	1.651	1.250	7.627	209.00	73.11	75.042
1 1/4"	1.375"	1.245"	0.065"	1.041	20.824	4,260	852	34.940
32 mm	34.925	31.623	1.651	1.549	9.454	299.47	59.89	132.27
1 1/2"	1.625"	1.481"	0.072"	1.361	27.231	3,988	797	56.074
38 mm	41.275	37.617	1.829	2.026	12.363	280.35	56.02	212.24
2"	2.125"	1.959"	0.083"	2.062	41.249	3,515	703	120.15
51 mm	53.975	49.759	2.108	3.070	18.727	247.10	49.42	454.8

[14]

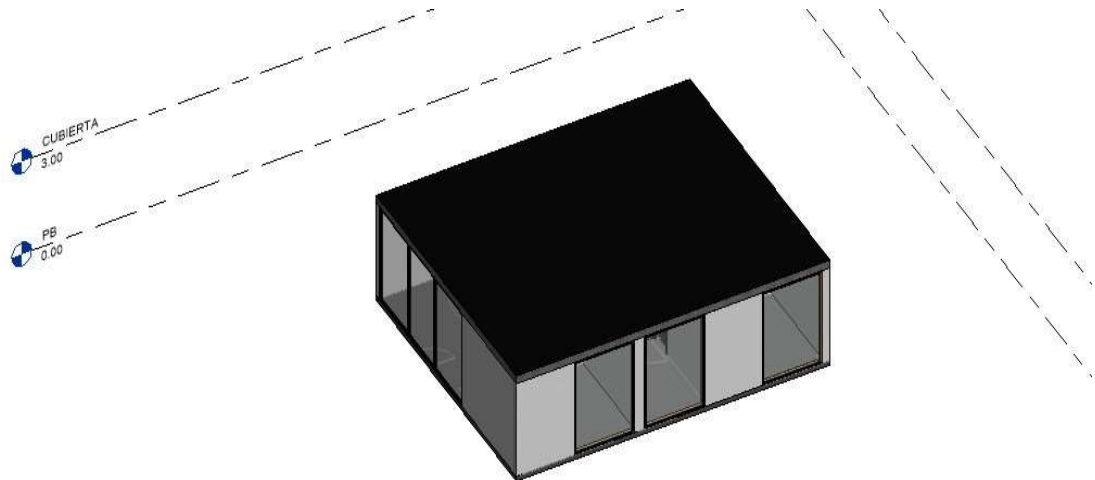
**Tabla 52.**  
Efecto de la altitud en operación industriales

Efecto de la altitud en operación	
ALTITUD	FACTOR
3300-5000	0,97
5000-6600	0,94
6600-8300	0,9
8300-9900	0,86
9900-11500	0,82

[9, p. 627]

## ANEXOS – PROGRAMA REVIT

### c. Diseño arquitectónico centro médico



### d. Las unidades del proyecto deben estar en normas internacionales

Unidades de proyecto

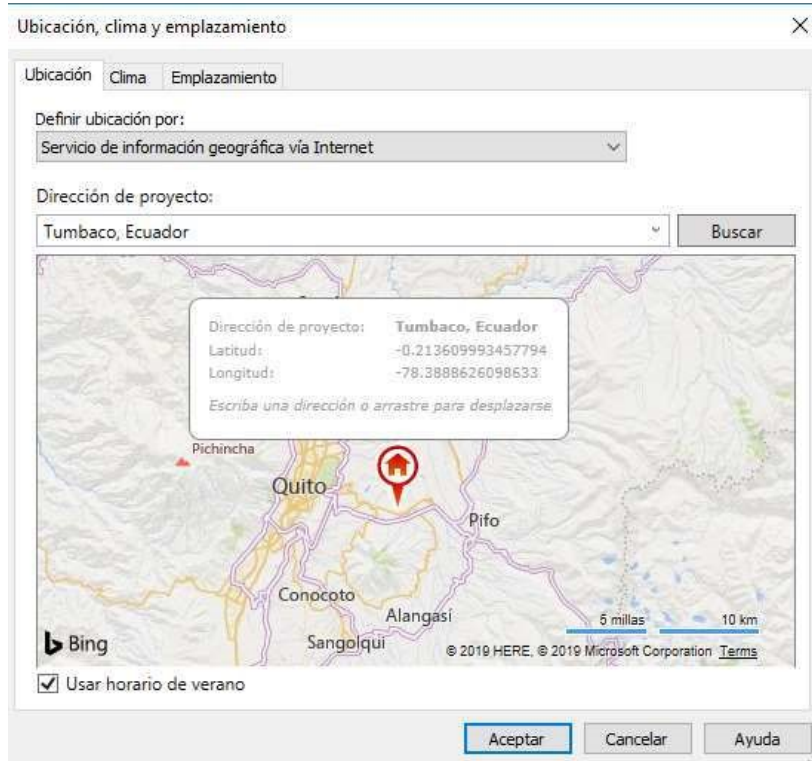
Disciplina: Común

Unidades	Formato
Longitud	1234.57 [m]
Área	1234.57 m <sup>2</sup>
Volumen	1234.57 m <sup>3</sup>
Ángulo	12.35°
Pendiente	12.35°
Divisa	1234.57
Densidad de masa	1234.57 kg/m <sup>3</sup>
Duración	1234.6 s
Velocidad	1234.6 km/h

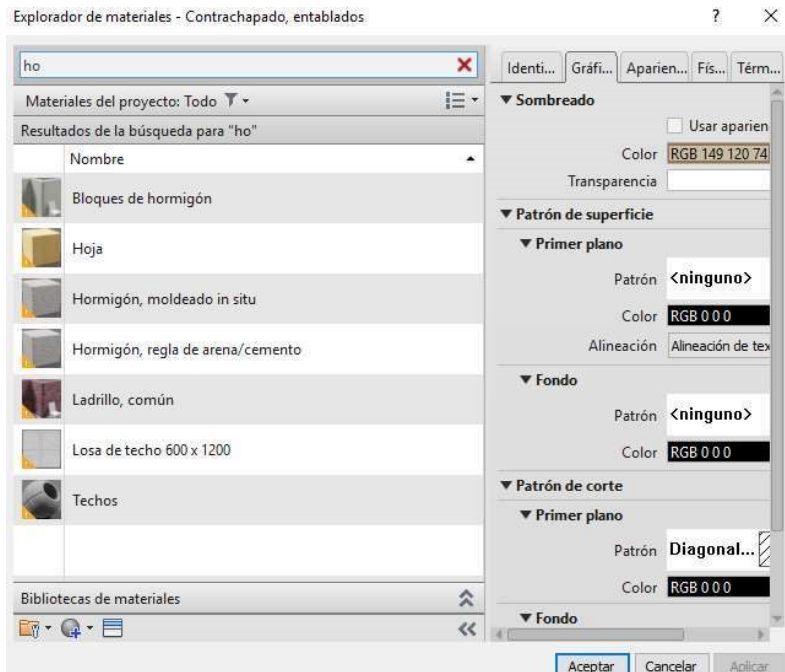
Símbolo decimal/agrupación de cifras:  
123,456,789.00

Aceptar Cancelar Ayuda

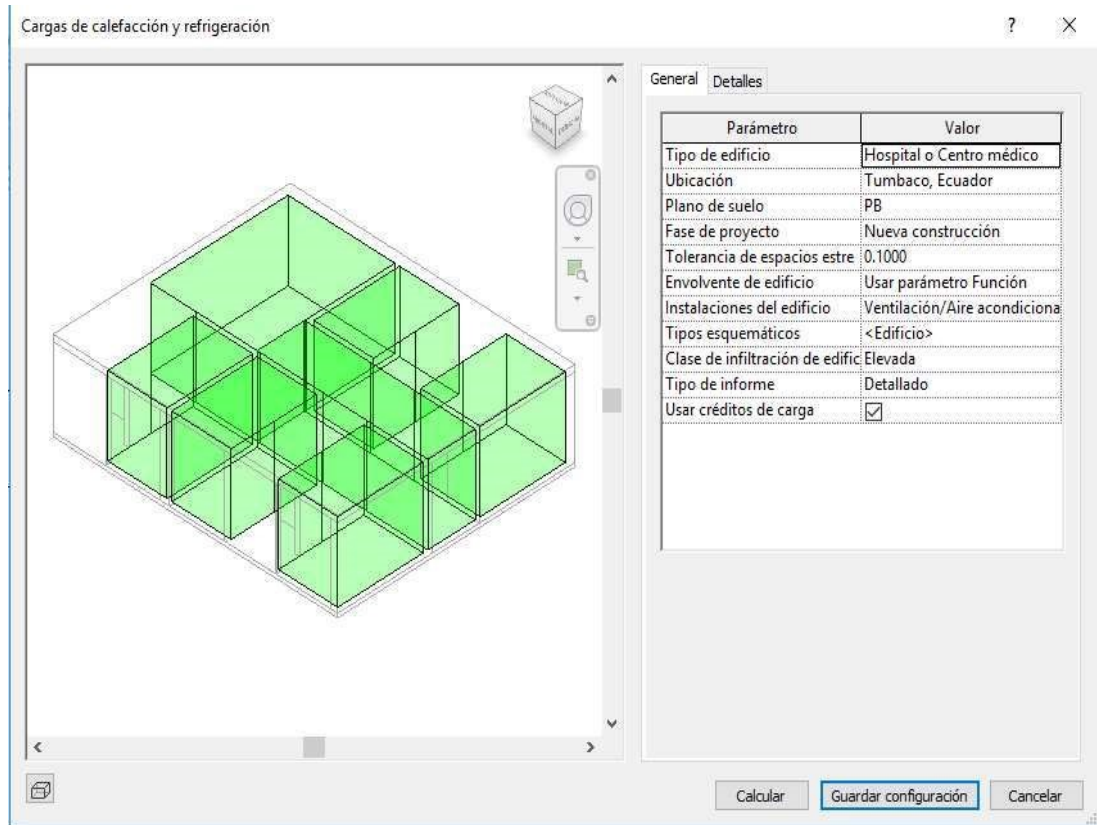
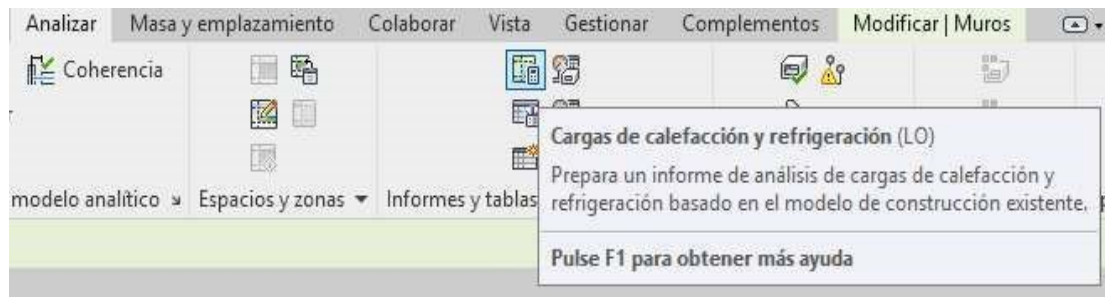
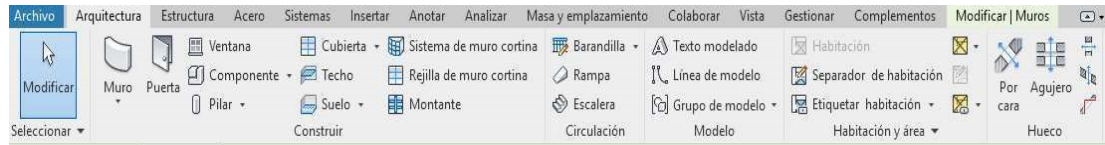
### e. Colocacion de la ubicacion del proyecto



### f. Cada material tiene su propio coeficiente de transferencia



## g. Calculos de Cargar termica



**General** Detalles

Espacios  Superficies analíticas

Modelo de construcción

- 1
  - 1 CONSULTORIO 4
  - 2 CONSULTORIO 5
  - 3 CONSULTORIO 3
  - 4 CONSULTORIO 2
  - 5 CONSULTORIO 1
  - 6 CORREDOR
  - 7 CORREDOR

Tipo de espacio:  
Reconocimiento/Tratamiento - Hospital/Centro médico

Tipo de construcción:  
<Edificio>

Personas:  
3.000419 Personas : 3.000 m<sup>2</sup> Área por persona

Cargas eléctricas:  
Iluminación: 180.03 W : Potencia: 180.03 W

Calcular **Guardar configuración** Cancelar

Configuración de tipo de espacio

Filtro:

- Hospital/Suministros médicos - Hospital/Centro médico
- Hotel/Centro de conferencias - Conferencias/Reunión
- Laboratorio - Oficina
- Laboratorio forense - Comisaría/Parque de bomberos
- Lavandería y plancha
- Lavandería y plancha - Hospital/Centro médico
- Material fino - Almacén
- Material voluminoso/medio - Almacén
- Mercancía selecta - Comercio
- Museo y galería - Almacén - Museo y galería - Almacén
- Oficina - Planta abierta
- Oficina - Recintos cerrados
- Oración - Púlpito - Coro - Religioso
- Otras zonas de retransmisión deportiva - Estadio
- Pacientes - Hospital/Centro médico
- Peluquería y salón de belleza
- Pistas deportivas - Estadio
- Plenum
- Preparación de alimentos
- Puesto de personal de enfermería - Hospital/Centro médico
- Quirófano - Hospital/Centro médico
- Recepción/Espera - Hotel
- Recepción/Espera - Motel
- Recepción/Espera - Transporte público
- Reconocimiento/Tratamiento - Hospital/Centro médico**
- Recuperación - Hospital/Centro médico
- Residencia de estudiantes

Parámetro	Valor
<b>Análisis energético</b>	
Área por persona	3.000 m <sup>2</sup>
Incremento de calor sensible por	250.00 Btu/h
Incremento de calor latente por	200.00 Btu/h
Densidad de carga de iluminación	20.00 W/m <sup>2</sup>
Densidad de carga de potencia	20.00 W/m <sup>2</sup>
Contribución de iluminación de	100.0000%
Tabla de planificación de ocupación	Ocupación de centro médico -
Tabla de planificación de iluminación	Iluminación de oficina - 6 AM
Tabla de planificación de potencia	Iluminación de oficina - 6 AM
Aire exterior por persona	5.00 CFM
Aire exterior por área	0.00 L/(s·m <sup>2</sup> )
Renovaciones de aire por hora	0.000000
Método de aire exterior	por ACH

Aceptar Cancelar



**h. Los configuración de las diferentes cargas de acuerdo al tipo de construcción**

Personas ✕

Ocupación

Valores: Por tipo de espacio ▾

Número de personas:

Área por persona:

Incremento de calor (por persona)

Valores: Por tipo de espacio ▾

Sensible:

Latente:

Cargas eléctricas ✕

Iluminación

Valores: Por tipo de espacio ▾

Carga:

Densidad de carga:

Contribución a plénum (si existe):

Potencia

Valores: Por tipo de espacio ▾

Carga:

Densidad de carga:

## i. Simulador

Seleccionamos los parámetros del proyecto

Project Properties x

Project Info | Unit Config | Design Conditions | Extended Warranty | Sharing

Project Date: Select a date  Cont. Number:

Customer Name:

Comment:

Originator:

Region:  Frequency:  50 Hz  60 Hz

Model Generation:  Refrigerant:  R410A  R22

Default Brand:

Select System x

Create a new system:

- Y (Heat Pump/Cooling Only)
- R2 (Heat Recovery)
- WY (Water Cooled Heat Pump)
- WR2 (Water Cooled Heat Recovery)
- DOAS (Dedicated Outside Air System)
- S (Heat Pump)
- M & S Series
- P Series
- MXZ

## j. Elegimos la condensadora

Outdoor Unit Detail

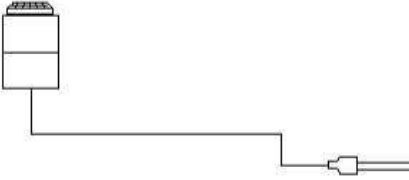
Unit Info | Advanced | Accessories

UL  Non-UL  208/230V  460V

Model: PUHY-P96THMU-A

Standard Mode  
 High Heating Performance Mode

Specification (Testing Condition)  
Capacity: 96,000 BTU/h [Cooling]  
108,000 BTU/h [Heating]  
Max Number of Indoor Units: 20



A  
0.0 feet  
0 Bends

Main Unit Height:  feet  
M-Net Address:   
Tag Reference:

Unit Data PDF OK Cancel

## k. Seleccionamos las unidades internacionales

Partial Demand  
Partial Cooling/Full Heating  
Full  
Dive

Add System  
Project Properties  
Units of Measurement  
Rename Groups  
Disable Check

Units of Measurement

Air Conditioner

Pipe Length  
 m  feet

Refrigerant Piping Diameter  
 mm  inch

Capacity  
 kW  kcal/h  BTU/h

Temperature  
 Celsius  Fahrenheit

Amount of Refrigerant Charge  
 kg  lb

Water Flow Rate  
 m<sup>3</sup>/h  L/min  cfm  
 G(US)/h  G(US)/min

Water Pressure Drop  
 kPa  psi

Air Flow Rate  
 m<sup>3</sup>/min  L/S  cfm

Store As Default Load Default

Project

PUHY-P96THMU-A  
96,000 BTU/h  
108,000 BTU/h

System 1 3/8 / 7/8  
0.0ft (0)

# 1. Colocamos los accesorios del sistema

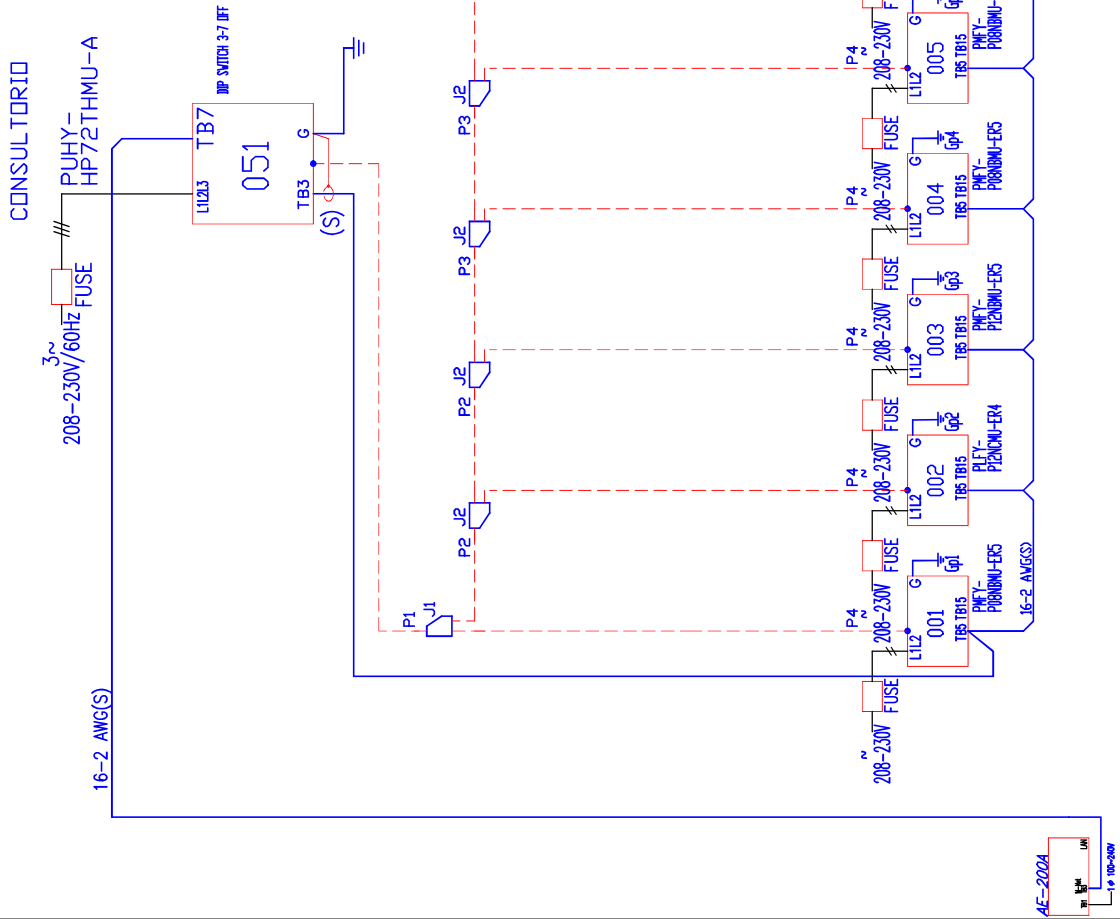
The screenshot shows a software interface for system design. On the left, a diagram labeled "System 1" shows a main unit (PUHY-P96THMU-A) connected to a junction box (CMY-Y102SS-G2) via a pipe with diameter 3/8" and length 7/8". The junction box is connected to two branches, each with a length of 0.0m. A table above the junction box lists "Pipe Dia. Liquid / Gas" and "Pipe Length (Elbows)". On the right, a list of accessories includes "Header for 4 branches", "Header for 8 branches", "Header for 10 branches", "Joint Pipe", "Ceiling cassette (4-way airflow) type", "Floor standing type (exposed)", "Floor standing type (concealed)", and "Wall mounted type". Below the list is a "Quick Results" section with metrics like "Indoor Units: 0 / 1 to 20" and "Capacity: 0 / 48 to 125 (0.0%)".

# m. Verificamos de su funcionalidad

The screenshot shows the software interface during a verification step. At the top, a toolbar contains icons for "Set Group by Location", "Clear All Groups", "Clear Groups in Current System", "Global Check", "Auto-Select Outdoor Unit", "Add End Caps", "Edit Rooms", "Set Break Points", "Update DB", "Refresh DB", "Clear Tag", and "Set Tag". Below the toolbar is a "Project" field. The main diagram shows "System 1" with a main unit (PUHY-P96THMU-A) connected to a junction box (CMY-Y102LS-G2) via a pipe with diameter 1/2" and length 7/8". The junction box is connected to three branches. A table above the junction box lists "Pipe Dia. Liquid / Gas", "Model Number", "Pipe Length (Elbows)", and "Clg. Total (Sens Htg. Total)". A dialog box titled "Diamond System Builder Message" is open, displaying the message "All checks successfully performed." with an "Aceptar" button. The background diagram shows three indoor units: PLFY-P48NEMU-F, PLFY-P48NEMU-E, and PLFY-P05NFMU-E, each with its own capacity and pipe length information.

**ANEXO PLANOS**

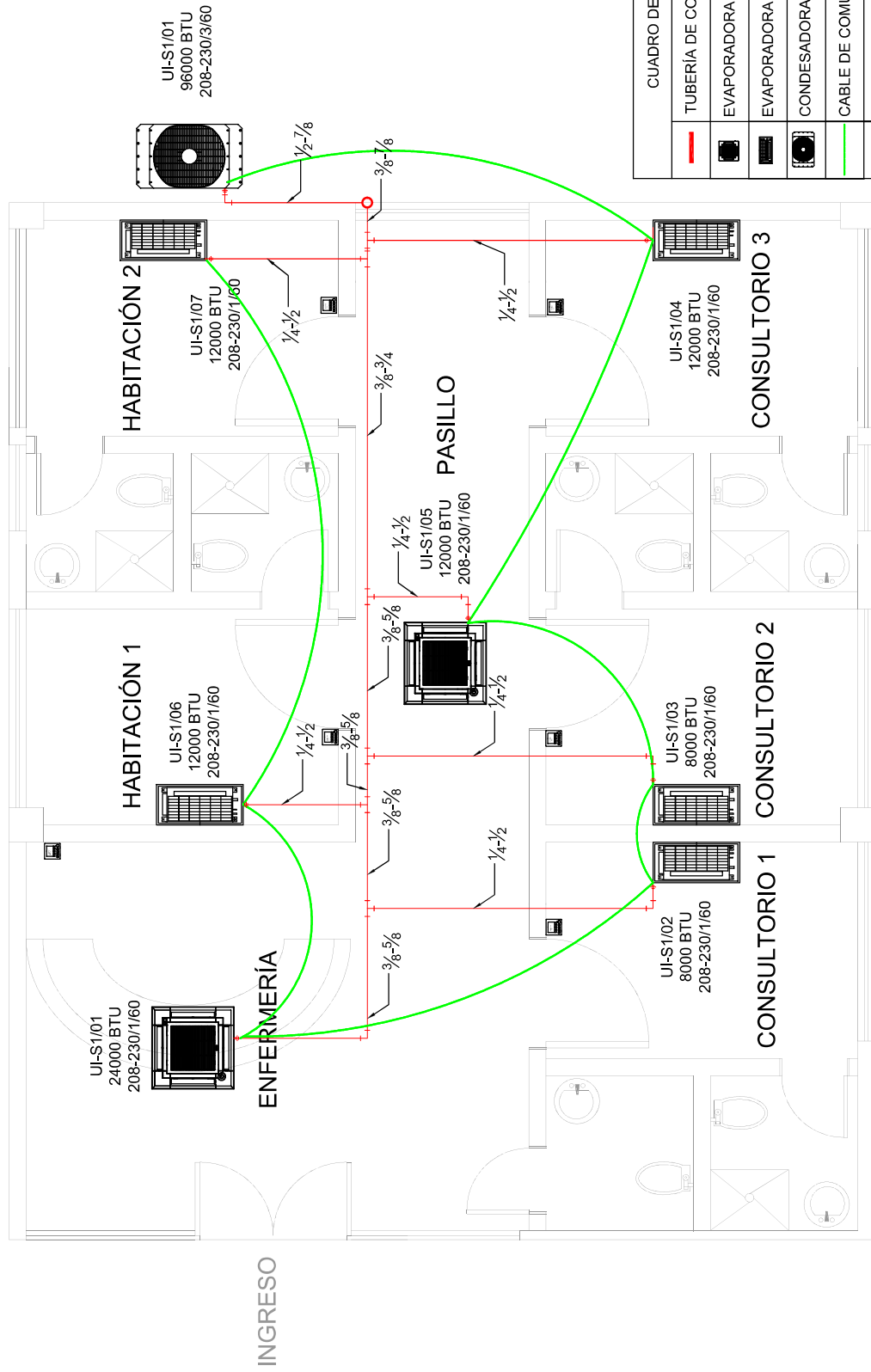
CITY MULTI  
ESQUEMA DEL SISTEMA DWG.



Se necesita una carga adicional de refrigerante según el tamaño y la longitud de la tubería extendida.  
 Consulte la cantidad de precarga y la fórmula de cálculo que se menciona en el libro de datos  
 1.25mm<sup>2</sup>(16 AWG) : 1.25mm<sup>2</sup>(16 AWG) o más. 0.75mm<sup>2</sup>(20 AWG) : between 0.5mm<sup>2</sup>(24 AWG) y 0.75mm<sup>2</sup>(20 AWG).

CUADRO DE SIMBOLÓGIA	
—#—	CABLE DE ENERGÍA
—	CABLE DE CONTROL
—	TUBERÍA DE REFRIGERACION
J	UNIONES DE TUBERÍA DE REFRIGERACION
P1	TUBERÍA DE LIQUIDO/TUBERÍA DE GAS 1/2 / 3/4
P2	TUBERÍA DE LIQUIDO/TUBERÍA DE GAS 3/8 / 3/4
P3	TUBERÍA DE LIQUIDO/TUBERÍA DE GAS 3/8 / 5/8
P4	TUBERÍA DE LIQUIDO/TUBERÍA DE GAS 1/4 / 1/2
□	CONDENSADORA/EVAPORADORAS

Tratamiento térmico:	NA	Material:	NA	Dim. brutas:	NA
Recubrimiento:	NA				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				Diseño:	PORTEROYRUALES 2019-05-25
UNIFILARDEAIREACONDICIONADO		Escala: SE		Dibujo:	PORTEROYRUALES 2019-05-25
				Revisó:	ING.MALDONADOCARLOS 2019-06-07
				Código:	01.1722401229.02
				Tol. Gral.:	NA



CUADRO DE SIMBOLOGÍA	
	TUBERÍA DE COBRE, TIPO M
	EVAPORADORA TIPO CASSETTE 4 VÍAS
	EVAPORADORA TIPO CASSETTE 1 VÍAS
	CONDENSADORA
	CABLE DE COMUNICACIÓN
	CONTROL

4	Unión	8	---	S/L	Tubería de cobre	1/2"	Con aislante
3	Tee	6	---	S/L	Tubería de cobre tipo K	3/8", 1/2"	Con aislante
2	Codo	5	---	S/L	Tubería de cobre tipo K	3/8", 1/2"	Con aislante
1	Tubería	5	---	S/L	Tubería de cobre tipo K	6m	Con aislante
Ref.	Denominación:	Cnt.	Norma	localiz.	Material	Dim.	Observaciones
	CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				PORTEROYRUALES	2019-05-25	2019-05-25
	DISEÑO DE AIRE ACONDICIONADO				ING. MALDONADO CARLOS	2019-06-07	2019-06-07
	Escala:	1:200			Código:	02.1722401229.02	Tol. Gral.: NA