

Dirección de Área de Conocimiento Industria y Producción

“Propuesta de implementación de un sistema de climatización en el centro de convenciones Tabernáculo Evangélico para el periodo 2023-2024 en la ciudad de Managua Nicaragua”.

Elaborado por:

Br. José Luis
Calero Hernández
Carnet: 2014-1228U

Br. Luis Enrique
Zeledón Rostrán
Carnet: 2018-0491U

Tutor:

MSc. Ing. Alejandro Antonio
Blandino Rayo

27 de agosto de 2025
Managua Nicaragua

RESUMEN

El acondicionamiento de aire en el Centro de Convenciones (Iglesia) Tabernáculo evangélico es el principal problema, porque no posee un sistema que brinde confort para los visitantes o las personas que se congregan en la iglesia, es por eso que se procedió a calcular detalladamente las diferentes cargas térmicas generadas.

Con los cálculos de cargas térmicas se presentó presupuestación de gastos económicos y energéticos estipulados para determinar el gasto total de instalación, mantenimientos, energía consumida por los equipos en un plazo mensual y anual.

Finalmente se realizó plan de propuesta de mantenimientos, proformas de cotizaciones de distintos equipos, modelos y marcas con el propósito de encontrar la mejor opción entre precio, eficiencia, y costo económico, para presentar equipos apropiados para contrarrestar las diversas cargas térmicas siendo estas unidades tipo Cassette o piso-techo de 60,000 BTU/hr.

Contenido

I.	Introducción	1
II.	Antecedentes	2
III.	Justificación	3
IV.	Objetivos.	4
	Objetivo general.	4
	Objetivos específicos.	4
V.	Marco teórico	5
5.1	Conceptos esenciales	5
5.1.1	Proceso de climatización	5
5.1.1.1	Condensación	5
5.1.1.2	Evaporación.....	5
5.1.1.3	Compresión	5
5.1.2	Calor	6
5.1.3	El acondicionamiento de aire.....	6
5.1.4	Calor Sensible.....	6
5.1.5	Transferencia de calor	6
5.1.5.1	Conducción	6
5.1.5.2	Convección.....	6
5.1.5.3	Radiación	6
5.1.6	Parámetros esenciales en la climatización.....	7
5.1.6.1	Humedad	7
5.1.6.2	Temperatura	7
5.1.6.3	Calidad del aire	7
5.1.6.4	Climatización.....	7
5.2	Carta psicométrica.....	8
5.3	Componentes de los sistemas de acondicionamiento de aire	8
5.3.1	Condensador.....	9
5.3.2	Evaporador	9
5.3.3	Compresor	9
5.3.4	Válvulas de flujo	9
5.4	Parámetros de diseño	10
5.4.1	Temperatura bulbo húmedo	10

5.4.2	Temperatura del punto de rocío (PR).....	10
5.4.3	Temperatura de bulbo seco (BS).....	10
5.4.4	Relación de humedad (W).....	10
5.4.5	Humedad relativa (HR).....	10
5.4.6	Volumen específico (v).....	10
5.4.7	Entalpía específica (h).....	10
5.5	Cargas de enfriamiento	10
5.5.1	Ganancia de calor a través de las estructuras.....	12
5.5.2	Ganancia de calor entre pisos y cielos.....	13
5.5.3	Ganancia por Radiación solar en vidrios.....	14
5.5.4	Ganancia por Alumbrado.....	14
5.5.5	Ganancia por Personas y equipos.....	15
5.5.6	Infiltraciones y ventilación.....	16
5.5.7	Transferencia de calor a los alrededores.....	16
5.5.8	Carga de enfriamiento sensible, latente y total.	16
5.6	Parámetros de diseño	17
5.6.1	Carta Psicométrica	17
5.7	Refrigerante.....	18
5.8	Equipos.....	18
5.8.1	Evaporador Cassette.....	18
5.8.2	Evaporador Piso techo.....	18
5.9	Eficiencias en equipos climatizadores	18
5.9.1	Sistemas convencionales.....	18
5.9.2	Sistemas Inverter	19
5.9.3	SEER (Seasonal Energy Efficiency Ratio)	19
5.9.4	Comparación SEER	20
VI.	Marco metodológico.....	21
VII.	Análisis y presentación de los resultados.....	22
7.1	Parámetro y diseño.....	22
7.1.1	Ubicación Geográfica.....	22
7.1.2	Temperatura de bulbo seco.....	22
7.1.3	Humedad Relativa	22
7.1.4	Temperatura de Bulbo húmedo	23

7.1.5	Punto de Rocío	23
7.1.6	Rango Diario.....	24
7.1.7	Parámetros de condiciones interiores.....	26
7.2	Características a condicionar	28
7.2.1	Área	28
7.2.2	Ventanas.....	28
7.2.3	Puertas.....	29
7.2.4	Piso.....	29
7.2.5	Personas	29
7.2.6	Paredes.....	29
7.2.7	Iluminación	29
7.2.8	Equipos.....	30
7.3	Memoria de carga térmica.....	30
7.3.1	Ganancia de calor a través de paredes	30
7.3.1.1	Cálculo DTCEe	31
7.3.1.2	Cálculo de Diferencial de temperatura de carga de enfriamiento corregido DTCE _c	
	33	
7.3.2	Cálculo de ganancia neta del calor Q por cada una de las paredes.....	36
7.3.3	Cálculo de carga térmica en techos	36
7.3.4	Ganancia de calor por conducción de vidrios	38
7.3.4.1	Cálculo de FGCS	39
7.3.4.2	Área de ventanas.....	39
7.3.4.3	Coeficiente de sombreado	39
7.3.4.3.1	Cálculo de factor de carga de enfriamiento para el vidrio	40
7.3.4.4	Cálculo de ganancia de calor por radiación de por vidrios	40
7.3.4.4.1	Ganancia de calor total por radiación en vidrios	40
7.3.4.5	Cálculo de ganancia de calor por conducción de por vidrios	41
7.3.4.6	Ganancia de calor total por radiación en vidrios	42
7.3.5	Cálculo de carga térmica por iluminación	42
7.3.5.1	Alumbrado principal	43
7.3.5.2	Proyectores de techo	43
7.3.6	Cálculo de ganancia de calor por personas	43
7.3.6.1	Calor Sensible.....	43

7.3.6.2	Calor Latente	44
7.3.6.3	Calor Total:	44
7.3.7	Ganancia de calor por equipos.....	44
7.3.8	Transferencia de calor de los alrededores	44
7.3.9	Ganancias de calor por infiltración	45
7.3.9.1	Cálculo de CFM.....	45
7.3.9.2	Ganancias de calor sensible y latente por infiltración.....	46
7.3.9.3	Diferencia de temperatura.....	46
7.3.9.4	Calor sensible por infiltración.....	46
7.3.9.5	Calor latente por infiltración.....	47
7.3.10	Cargas de enfriamiento del recinto	47
7.3.11	Corrección del calor sensible.....	48
7.4	Sumatoria de cargas totales.....	48
VIII.	Análisis técnico-económico del proyecto.....	49
8.1	Cantidad de equipos	49
8.2	Calculo consumo energético	50
8.2.1	Cálculo de eficiencia energética	50
8.2.2	Determinando el consumo mensual en las unidades	50
8.2.3	Costo por consumo	50
8.3	Costo por instalación	51
8.4	Costos por mantenimiento	51
8.4.1	Mantenimiento preventivo	51
8.4.2	Mantenimiento General.....	51
8.5	Selección de equipos.....	52
8.5.1	MyM Mantica.....	52
8.5.2	FRIO AIRE	52
IX.	Recomendaciones	53
9.1	Supervisión.....	53
9.2	Colocación de unidades exteriores e interiores.....	53
9.2.1	Ubicación de la unidad interior (evaporadora):	53
9.2.2	Ubicación de la unidad exterior (condensadora):	54
9.2.3	Distancia entre unidades:	54
9.3	Instalación	55

9.3.1	Evaporador	55
9.3.2	Condensador	55
9.3.3	Distribución de tuberías	55
9.3.3.1	Tubería de equipos	55
9.3.3.2	Drenaje	55
9.4	Mantenimientos	56
9.4.1	Mantenimiento preventivo	56
9.4.2	Mantenimiento General	56
X.	Conclusión	57
XI.	Bibliografía	58
XII.	Anexos	59
	Tabla de temperatura Máxima en la ciudad de managua año 2023	59
	Humedad relativa máxima en la ciudad de managua año 2023	60
	Descripción de grupos de construcción de paredes.	61
	Corrección de la DTCE por latitud y mes, para aplicar a paredes y techos, latitudes norte, °F..	62
	Diferencias de temperatura para carga de enfriamiento (DTCE para cálculo de carga de paredes al sol, 1°F.	63
	Diferencia de temperatura para carga de enfriamiento (DTCE) en techos.	64
	Coeficiente global de transferencia de calor (u) en vidrios.	65
	Factores de ganancia máxima de calor por radiación solar en vidrios.	66
	<i>Factores de carga en vidrios sin sombreado interior</i>	67
	<i>Coeficiente de sombreado en vidrios</i>	68
	<i>Tasas de ganancia de calor debida a los ocupantes del recinto acondicionado.</i>	69
	<i>Cambios de aire por hora en residencias.</i>	70
	Evaporador Cassette	71
	Evaporador piso techo.	71
	Distribución de paredes Iglesia Tabernáculo Evangélico (Centro de convenciones)	72
	Proforma cotización MYM Mantica	73
	Proforma cotización FRIO AIRE	74
	Instalación de unidades exteriores e interiores.	75
	Estructura instalación evaporador Cassette	76
	Estructura instalación evaporador Piso techo	77
	Estructura instalación Condensadora	78

Estructura de instalación de tuberías condensador	79
Tarifas actualizadas a entrar en vigencia el 1 de abril de 2025.....	80
Plano arquitectónico Centro de convenciones Iglesia tabernáculo evangélico	81
Centro de convenciones Tabernáculo Evangélico	82

Introducción

El presente fue diseñado como una propuesta para la implementación de un sistema de climatización para el templo de una iglesia llamada Tabernáculo Evangélico al cual denominaremos un centro de convenciones debido a su versatilidad para llevar a cabo distintos tipos de reuniones.

Este aborda los cálculos de carga térmica y energética, los alcances a llevar con este proyecto en base al cálculo y selección de equipos y su aplicación en bases técnicas y analíticas para una futura instalación, beneficios y soluciones al aplicar este proyecto garantizando la mayor satisfacción de cada individuo generando confort y comodidad en el sitio.

I. Antecedentes

El centro de convenciones Tabernáculo evangélico fue fundada en el año 1965 por el pastor Misael López y está ubicada de la Banco Banpro ciudad jardín 1 cuadra al norte. El lugar cuenta con un centro de convenciones con una capacidad de albergar 250 personas como su capacidad máxima. Siendo la necesidad de climatizar un espacio de reuniones resulta de las afecciones cardiacas y de demás enfermedades provocadas por las altas temperaturas en Nicaragua.

Actualmente la instalación no presenta ningún tipo de climatización, ni estudios previos al diseño de cargas térmicas. El centro de reuniones está construido de dos distintos materiales, a los 1.5mts la estructura es de bloques, a partir de 1.5mts la estructura es de tablonos de madera con un espaciado sin aislante dándonos una temperatura del ambiente de aproximadamente 32°C

.

Al realizar un estudio como apoyo se encontró que en el año 2017 los estudiantes en ese momento Ricardo José Mendieta García y Ramon Alfredo Silvas Fariñas presentaron un estudio monográfico que fue basado en el **Diseño de un sistema de climatización de la Clínica Estética “Beauty Clinic”, ubicada de la primera entrada de las colinas, Managua 5 ½ c. al este, en el año 2016.** Que ha sentado las bases en este estudio monográfico viendo los factores de diseño y sistemas de climatización actuales así lograr obtener una mejor ilustración de la problemática en la aplicación de un sistema de aires acondicionados.

II. Justificación

Con este estudio se hicieron los cálculos para mejorar las condiciones de confort en la iglesia Tabernáculo Evangélico en su centro de convenciones consiguiendo así un ambiente óptimo para los fieles creyentes que semana a semana visitan este lugar.

El templo o bien como lo llamaremos de ahora en adelante CENTRO DE CONVENCIONES, debido a su versatilidad para celebrar también reuniones y no solo cultos se encuentra distribuida en una sola planta, pero con tres distintas elevaciones las cuales son, área de asientos, pulpito y pileta de bautizos.

La iglesia Tabernáculo Evangélico celebra cultos o reuniones cristianas todos los martes, miércoles, viernes, sábados y domingos, por ende, en sus instalaciones siempre hay un flujo muy dinámico tanto de visitantes lo que conlleva la necesidad de disponer de un sistema de acondicionamiento de aire en el área es vital, así mismo favorecería a los equipos, personas con problemas cardiacos y de hipertensión ya que las temperaturas en los meses de verano son mayores.

Disponer de un ambiente óptimo solo es posible realizando un buen diseño del sistema de climatización, que garantice la comodidad requerida. Por tal razón se realizó el diseño de este sistema de climatización.

III. Objetivos.

Objetivo general.

- Elaborar un diseño de sistema de climatización en el Centro de convenciones Tabernáculo evangélico

Objetivos específicos.

- Calcular la carga térmica del local en base al DTCE (diferencia de temperatura de carga de enfriamiento)
- Proponer opciones de equipos tomando en cuenta parámetros de eficiencia energética y gasto energético.
- Escoger la mejor opción de la selección de los equipos
- Realizar un análisis económico en base a costos de los equipos conforme al mercado actual.

IV. Marco teórico

4.1 Conceptos esenciales

4.1.1 Proceso de climatización

4.1.1.1 Condensación

La distancia entre los puntos 2 y 3 del ciclo de refrigeración representa el proceso de enfriamiento del vapor sobrecalentado a alta presión hasta alcanzar el estado en el que comienza a condensarse (se dispone de más información al respecto). Durante este proceso, tanto la energía como el volumen específico del vapor experimentan una ligera disminución. En el punto 3 del sistema, el vapor ya no se encuentra en un estado de sobrecalentamiento; en cambio, alcanza una saturación del 100 %. (Propio)

El proceso de condensación tiene lugar entre los puntos 3 y 4 del sistema. Este proceso implica un cambio de fase en el que un vapor saturado se convierte, de manera gradual, en un líquido saturado. A lo largo de este proceso, se libera una considerable cantidad de energía en forma de calor, que debe ser disipado adecuadamente. (Propio)

4.1.1.2 Evaporación

La evaporación, también conocida como vaporización, es el proceso opuesto a la condensación. En este proceso, se añade energía térmica a un líquido hasta que alcanza su punto de ebullición, momento en el cual comienza a convertirse en vapor. (Propio)

Este punto varía según el tipo de líquido, por ejemplo, el punto de ebullición del agua es de 100°C y también está influenciado por la presión en la que ocurre el fenómeno físico. (Pita, 1994)

4.1.1.3 Compresión

La refrigeración por compresión es un método que utiliza la circulación forzada de un refrigerante en un circuito cerrado dividido en dos zonas: alta y baja presión. El objetivo es que el fluido absorba calor del ambiente en el evaporador de baja presión y lo libere

en el condensador de alta presión. Esto se logra mediante un proceso mecánico de compresión. (Pita, 1994)

4.1.2 Calor

Es la forma de energía que se transmite de un cuerpo a otro debido a una diferencia de temperatura. (Pita, 1994, pág. 28)

4.1.3 El acondicionamiento de aire

Es el proceso de tratamiento del mismo en un ambiente interior con el fin de establecer y mantener los estándares requeridos de temperatura, humedad, limpieza y movimiento (Pita, 1994, pág. 2)

4.1.4 Calor Sensible

Es el calor utilizado por el refrigerante para aumentar su temperatura, ya sea que esté en fase líquida o de vapor; es decir, por abajo o arriba de su temperatura de saturación. Cuando está en forma de vapor, este calor le ocasiona el sobrecalentamiento al refrigerante. (Diseño de un Sistema de Acondicionamiento de aire en la empresa IMPRESOS DIGITALES, ubicada en la ciudad de Managua, 2021, pag 3)

4.1.5 Transferencia de calor

4.1.5.1 Conducción

Es el proceso por el cual el calor se transfiere a través de materia que no se mueve, mediante el contacto físico. A nivel macroscópico, la materia permanece estacionaria, mientras que, a nivel microscópico, los átomos y moléculas experimentan un movimiento térmico incluso a temperaturas por encima del cero absoluto. La transferencia de calor desde el quemador de la estufa a través del fondo de la sartén a los alimentos se produce mediante conducción. (Pita, 1994)

4.1.5.2 Convección

Se refiere a la transferencia de calor a través del movimiento macroscópico de un fluido. Este tipo de transferencia ocurre en calderas de aire forzado y en sistemas de climatización (Pita, 1994)

4.1.5.3 Radiación

La transferencia de calor por radiación ocurre al emitir o absorber microondas, radiación infrarroja, luz visible u otro tipo de radiación electromagnética. Un claro ejemplo es cómo

el sol calienta la Tierra. Otro ejemplo menos obvio es la radiación de calor del cuerpo humano. (Pita, 1994)

4.1.6 Parámetros esenciales en la climatización

4.1.6.1 Humedad

La humedad, que es el contenido de vapor de agua en el aire, se controla agregando o eliminando vapor de agua al aire (humidificación o des humidificación). (Pita, 1994)

4.1.6.2 Temperatura

La temperatura se entiende como la medida del calor que se puede medir a través de un termómetro. En el campo de la física, la energía interna de un sistema termodinámico se define como una magnitud escalar, de acuerdo con el principio cero de la termodinámica. (Pita, 1994)

4.1.6.3 Calidad del aire

Desde un punto de vista técnico, la calidad del aire se puede definir como la concentración de contaminantes que alcanza un receptor, ya sea cercano o lejano a la fuente de emisión. Esto se conoce como inmisión o valor límite. (Pita, 1994)

4.1.6.4 Climatización

La climatización se encarga de establecer las condiciones óptimas de temperatura, humedad y pureza del aire para garantizar la comodidad y la calidad del ambiente interior en los espacios habitados. (Pita, 1994)

La climatización se define como el proceso de proporcionar a un espacio cerrado las condiciones necesarias de temperatura, humedad, calidad del aire y, a veces, presión para garantizar el confort de las personas y la conservación de los objetos. Se evita el término "aire acondicionado" debido a que puede llevar a confusión, ya que la mayoría de las personas lo asocian únicamente con la refrigeración en verano, cuando en realidad se refiere al acondicionamiento del aire en todas las estaciones. (Pita, 1994)

4.2 Carta psicométrica

Las propiedades del aire atmosférico se pueden representar en tablas o en forma de gráficas. A la forma gráfica se le llama carta psicrométrica. Su empleo es universal porque presenta una gran cantidad de información en forma muy sencilla y porque ayuda a estudiar los procesos de acondicionamiento de aire. (Pita, 1994, Pag 181)

4.3 Componentes de los sistemas de acondicionamiento de aire

El calor va siempre de las zonas más calientes a las más frías. En verano, el calor entra incesantemente a las construcciones desde el exterior. Para mantener el aire interior a una temperatura confortable, este exceso de calor se debe eliminar continuamente de las habitaciones. Al equipo que elimina este calor se le llama sistema de enfriamiento. (Pita, 1994)

Un sistema de acondicionamiento de aire puede proporcionar calefacción, enfriamiento o ambos. Su tamaño y complejidad pueden variar desde un simple calentador o una unidad de ventana ambos para un recinto pequeño, hasta un gigantesco sistema para un complejo de edificio. (Pita, 1994)

Los principios básicos son los mismos. La mayor parte de los sistemas de calefacción y enfriamiento tienen como mínimo los siguientes componen c-s;

Básicos:

- Una fuente de calefacción que agrega calor al fluido. el cual generalmente es aire, agua o vapor.
 - Una fuente de enfriamiento que elimina el calor de un fluido.
 - Un sistema de distribución, que es una red de ductos o tubería para transportar el aire, agua o vapor hacia los recintos que se van a calentar o a enfriar.
 - Equipo como ventiladores o bombas para mover al aire o al agua.
 - Dispositivos, como radiadores, para transmitir el calor entre el fluido y el recinto.
- (Pita, 1994)

4.3.1 Condensador

El condensador elimina del sistema la energía ganada en el evaporador y el compresor. El aire atmosférico y el agua son los dos sumideros de calor más convenientes para desecharlo. En el condensador enfriado por aire el refrigerante circula a través de un serpentín y el aire pasa por el exterior de los tubos. El movimiento del aire se origina mediante efectos de convección natural, cuando se calienta el aire, o bien el condensador puede tener un ventilador para aumentar la velocidad de éste, con lo cual se obtiene mayor capacidad. En general, los condensadores enfriados por aire se instalan en el exterior. Se consiguen en tamaños hasta de 50 toneladas. (Pita, 1994 pag. 361)

4.3.2 Evaporador

Se pueden clasificar en dos tipos, que se usan en el servicio de acondicionamiento de aire: evaporadores de expansión seca o directa, o evaporadores inundados. En los primeros, el refrigerante pasa a través de la tubería y no hay almacenamiento de refrigerante líquido en el evaporador. En el evaporador tipo inundado, se mantiene un nivel de líquido refrigerante. (Pita, 1994, pag. 357)

4.3.3 Compresor

Un compresor es un dispositivo mecánico que aumenta la presión de un gas al reducir su volumen. Este proceso se realiza mediante la compresión del gas, lo que genera un aumento en su presión y temperatura. Los compresores se utilizan en una variedad de aplicaciones, como en sistemas de refrigeración, aire acondicionado (Propio, 2024)

4.3.4 Válvulas de flujo

El dispositivo de restricción de flujo que provoca la caída de presión del refrigerante regula también el flujo del mismo de acuerdo con la carga. Algunos de los dispositivos con los que se cuenta son el tubo capilar, la válvula termostática de expansión, y la válvula de flotador en lado de baja. Los dos primeros se usan en los evaporadores de expansión seca o directa, y la válvula de flotador en el lado de baja se usa en los evaporadores inundados de las enfriadoras.

El tubo capilar es un tubo de diámetro muy pequeño y longitud considerable, que con ello

origina la caída de presión necesaria. Se utiliza con frecuencia en las unidades pequeñas, como refrigeradores domésticos y acondicionadores de aire de ventana debido a su bajo costo y simplicidad. (Pita, 1994 Pag. 363)

4.4 Parámetros de diseño

4.4.1 Temperatura bulbo húmedo

Los datos obtenidos de la temperatura de bulbo húmedo fueron brindados por el instituto de estudios territoriales INETER. Ver anexo 1

4.4.2 Temperatura del punto de rocío (PR).

Los datos obtenidos de la temperatura de punto de rocío fueron brindados la carta psicométrica. Ver anexo

4.4.3 Temperatura de bulbo seco (BS).

Los datos obtenidos de la temperatura de bulbo seco fueron brindados por el instituto de estudios territoriales INETER. Ver anexo 1

4.4.4 Relación de humedad (W).

Los datos obtenidos de la humedad absoluta son brindados la tabla Psicometric Diagram o en la carta Psicométrica. Ver anexo

4.4.5 Humedad relativa (HR).

Los datos obtenidos de la humedad relativa fueron brindados por el instituto de estudios territoriales INETER. Ver anexo

4.4.6 Volumen específico (v).

Los datos obtenidos del volumen absoluto son brindados por la tabla Psicometric Dyagram o en la carta Psicométrica. Ver anexo

4.4.7 Entalpía específica (h).

Los datos obtenidos de la humedad absoluta son brindados por la tabla Psicometric. Ver anexo

4.5 Cargas de enfriamiento

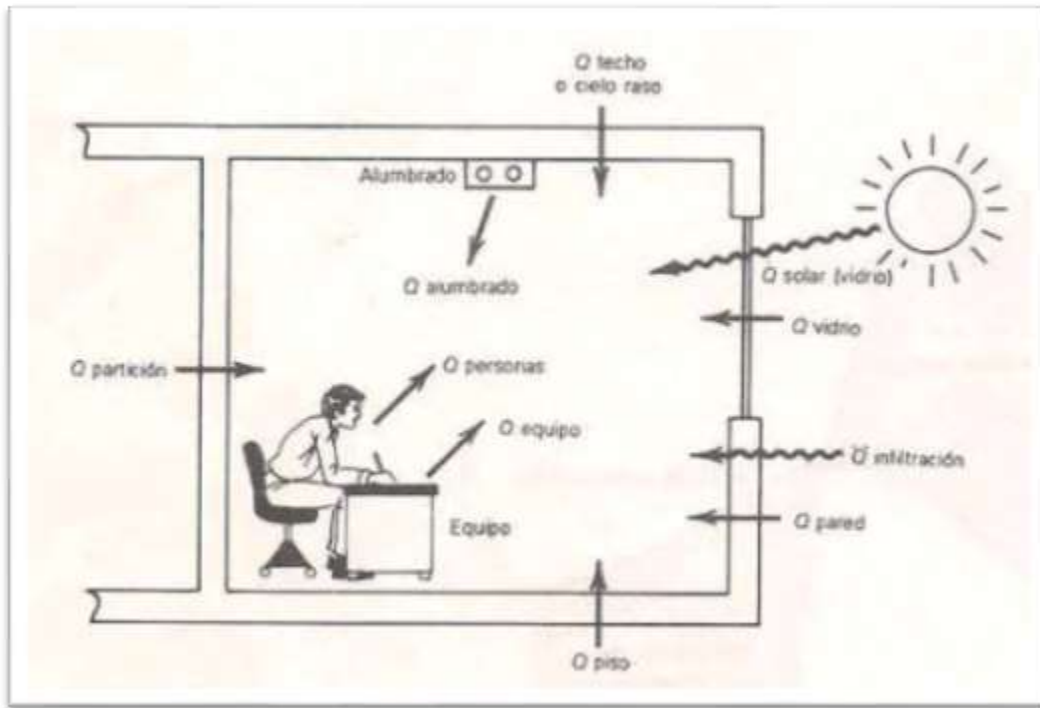
Al realizar un cálculo de cargas se recopiló las fuentes de calor que se eliminaron del espacio o sistema para mantener una temperatura interna cómoda o estable a 23 °C. En términos de climatización, la carga de climatización se refiere a la energía que un sistema

de climatización o aire acondicionado que se removi6 para contrarrestar los efectos del calor que entra en un espacio. Las cuales son:

- Conducci6n a trav6s de paredes, techo y vidrios al exterior.
- Conducci6n a trav6s de divisiones internas, cielos rasos y pisos.
- Radiaci6n solar a trav6s de vidrios.
- Alumbrado.
- Personas.
- Equipos.
- Infiltraci6n del aire exterior a trav6s de aberturas.

Con los datos obtenidos se procedi6 a realizar un balance t6rmico que es la cantidad de energa que se requiere vencer en un 6rea para mantener determinadas condiciones de temperatura y humedad para una aplicaci6n espec6fica (confort humano).” **(Edward. G. Pita, 1994, p6g.135).**

Ilustración 1 Componentes de la ganancia de calor del recinto.



Autor: Edwar G. Pita

4.5.1 Ganancia de calor a través de las estructuras

Para calcular la ganancia de calor a través de una estructura se utilizó la siguiente formula.

$$Q=U \times A \times DTCE \text{ (Ec. 1)}$$

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 techo, paredes o vidrios, BTU/h-ft²-°F

A = Área del techo, pared o vidrios, ft²

DTCEe = Diferencia de temperatura para carga de enfriamiento, °F

La DTCE es una diferencia de temperatura que toma en cuenta el efecto de almacenamiento de calor, la cual su fórmula es:

$$DTCE_c = [(DTCE + LM) * K + (78 - t_r) + (t_o - 85)] * f \text{ (Ec. 2)}$$

Donde:

DTCEe = Valor corregido de DTCE, °F.

DTCE = Temperatura de las tablas 6.1 o 6.2, °F.

LM = Corrección para latitud al color y mes de la tabla 6.4.

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_r = Temperatura del recinto, °F

t_o = Temperatura de diseño exterior promedio, °F.

f = Factor de corrección para ventilación del cielo raso (sólo para el techo).

F = 0.75 para ventiladores de entrepiso (cielo falso) en los demás casos usar f = 1.0.

(Pita, 1994, pág. 131-146).

4.5.2 Ganancia de calor entre pisos y cielos

Para calcular la ganancia de calor entre cielos y pisos, se utilizó la siguiente formula.

$$Q = Ux Ax DT \text{ (Ec. 3)}$$

Donde:

Q = Velocidad de transferencia de calor a través de la división, piso o cielo raso.

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

A = Área de la división, piso o cielo raso, ft²

DT = Diferencia temperatura entre los espacios sin acondicionar y los acondicionados, °F

4.5.3 Ganancia por Radiación solar en vidrios.

Para calcular la ganancia de calor por radiación en vidrios se utilizó la siguiente formula.

$$Q = FGCS \times A \times CS \times FCE \text{ (Ec. 4)}$$

Donde:

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

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

A = área del vidrio, fe

CS = coeficiente de sombreado

FCE = factor de Carga de enfriamiento para el vidrio.

(Pita, 1994, pág. 142)

4.5.4 Ganancia por Alumbrado.

Para calcular la ganancia por alumbrado se utilizó la siguiente formula

$$Q = 3.4 \times W \times FB \times FCE \text{ (Ec. 5)}$$

Donde:

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

W = Capacidad del alumbrado, watts

FB = Factor de balastro

FCE = Factor de carga de enfriamiento para el alumbrado

Cada Watt utilizado se multiplica por 3.4 para convertir watts a BTU/h. Ej. 1W=3.4 BTU/hr

El factor de balastro (**FB**) FB= 1.25 para el alumbrado fluorescente, Para el alumbrado incandescente no hay pérdidas adicionales y el FB 1.0.

El factor **FCE** toma en cuenta el almacenamiento de parte de la ganancia de calor por alumbrado.

Para cualquiera de las siguientes condiciones no se puede permitir efecto de almacenamiento:

- Si el sistema de enfriamiento sólo trabaja durante las horas de ocupación
- Si el sistema de enfriamiento trabaja más de 16h
- Si se permite aumentar la temperatura del recinto durante horas cuando no se ocupa (oscilación de temperatura). (Pita, 1994, pág. 149).

4.5.5 Ganancia por Personas y equipos

La ganancia de calor sensible por persona es 225 BTU/h en promedio. Se utilizo la siguiente fórmula para el calculo

$$Q_s = q_s \times n \times FCE \text{ (Ec. 5)}$$

$$Q_l = q_l \times n \text{ (Ec. 6)}$$

Donde:

Qs, Ql = Ganancias de calor sensible y latente.

qs, ql = Ganancias de calor sensible y latente por persona

n = Número de personas

FCE = Factor de carga de enfriamiento para las personas

4.5.6 Infiltraciones y ventilación

La carga de infiltración se expresa como BTU/-h-ft² de área expuesta de pared. El cálculo de infiltración de tomo en cuenta con los siguientes valores

$$CFM = C.A * \frac{V}{60} \quad \text{Ec. 11}$$

Donde

C. A: Numero de cambios de aire por hora para el recinto

V: Volumen del recinto ft^3

CFM: Velocidad de infiltración de aire en al recinto CFM

4.5.7 Transferencia de calor a los alrededores

Algo de la ganancia del calor sensible al recinto se transfiere a través de la estructura hacia los alrededores, se calculó con la siguiente formula

$$F_c = 1 - 0.02K \quad (\text{Ec. 7})$$

$$K = (U_w A_w + U_g A_g) / L \quad (\text{Ec. 8})$$

Donde:

F_c = Factor para corregir cada ganancia de calor sensible de recinto.

K = Conductancia de la unidad de longitud, BTU/h-ft-°F

L = Longitud de la pared exterior, ft

U_w, U_g = Coeficiente de transferencia de calor, w = pared, g = vidrio, BTU/h-ft²-°F

4.5.8 Carga de enfriamiento sensible, latente y total.

Para calcular la carga de enfriamiento latente y total se utilizó la siguiente formula.

$$Q_{S_{Int}} = Q_{alumbrado} + Q_{equipos} + Q_{personas} + Q_{infiltración} \quad \text{Ec. 15}$$

$$Q_{S_{ext}} = Q_{techo} + Q_{paredes} + Q_{vidrio(conducción)} + Q_{vidrio(radiación)} \quad \text{Ec. 16}$$

La suma de las cargas de calor interiores y exteriores da como resultado el calor sensible total, el cual su fórmula es:

$$Q_{S_{total}} = \sum Q_{S_{Int}} + \sum Q_{S_{ext}}$$

La suma de las cargas de calor latente se calcula con la siguiente formula:

$$Q_{l_{total}} = Q_{l_{Personas}} + Q_{l_{Infiltración}}$$

La carga total se calcula con la siguiente formula

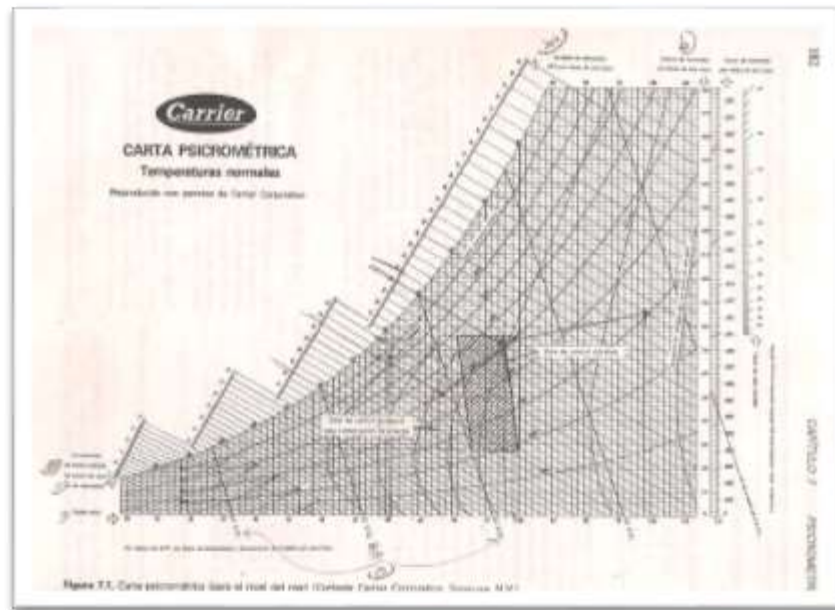
$$Q_T = \sum Q_s + \sum Q_l$$

4.6 Parámetros de diseño

4.6.1 Carta Psicométrica

La carta psicométrica se utilizó para los cálculos de parámetros de diseños

Ilustración 2 Carta Psicométrica Carrier



Autor Edward G. Pita

4.7 Refrigerante

El tipo de refrigerante utilizado en los equipos actualmente en el país es R-410, sus propiedades son:

No toxico, no inflamable, Mezcla de 2 refrigerantes, punto de ebullición -48.5°C , punto de condensación 40°C , refrigerante estable.

4.8 Equipos.

4.8.1 Evaporador Cassette.

Se instala en el techo y distribuye el aire frío uniformemente a través de una rejilla central. Se utiliza principalmente en oficinas o comercios. Tiene una estética discreta y proporciona una distribución de aire eficiente. Utiliza el mismo principio de funcionamiento que un Split común. Es un evaporador el cual se tomó en cuenta siendo cotizadas para el proyecto. **Ver Anexo. Pág. 81**

4.8.2 Evaporador Piso techo.

Un evaporador piso-techo es una unidad interior que se utiliza en sistemas de aire acondicionado tipo Split, y es especialmente útil en espacios amplios como oficinas, salones, tiendas, restaurantes o salas de reuniones. Su nombre, "piso-techo", proviene de su versatilidad, ya que puede instalarse cerca del suelo o colgado del techo, según el diseño del lugar. Tiene una salida de aire amplia y con buena potencia y puede situarse en la parte superior, paralelo al techo. Esto da flexibilidad si no hay espacio para un Cassette o ducto. Es un evaporador el cual se tomó en cuenta siendo cotizadas para el proyecto. **Ver anexo Pág. 81**

4.9 Eficiencias en equipos climatizadores

La eficiencia de un equipo climatizador se encuentra por su cálculo en las cuales se toma en cuenta las diferentes opciones.

4.9.1 Sistemas convencionales.

El aire acondicionado tradicional, también conocido como aire acondicionado no Inverter o mecánico, es el modelo más tradicional y común, depende de la corriente o de cierre

del compresor cuando la temperatura alcanza el valor requerido para el área, el compresor funciona a la velocidad constante, todo esto generado por un termostato que regula el accionamiento del compresor. Cuando alcanza la temperatura requerida, la corriente eléctrica manda a detener el trabajo del condensador haciendo que la temperatura aumente nuevamente. (Propio)

Estos equipos no presentan componentes electrónicos que ayuden a reducir significativamente el consumo electrónico, lo que resulta un equipo más accesible económicamente para todos los públicos. (Propio)

4.9.2 Sistemas Inverter

La tecnología Inverter se refiere al poder controlar el trabajo ejercido por las máquinas eléctricas involucradas en el equipo climatizador. Para controlar el trabajo es necesario controlar las rpm de los motores, variando la velocidad del compresor, lo cual se logra variando la frecuencia de alimentación ya sea a través de un variador de frecuencia (VFD) o de un circuito electrónico que alimente el motor de corriente continua (BLDC). La alimentación deberá ir en correlación con el punto seteado (Set Point) de temperatura impuesto por el operador. Lo que significa que una máquina Inverter trabajará de una manera continua y únicamente a la capacidad necesaria según la variación del error entre el punto seteado y la lectura de la variable controlada en tiempo real. Esto evita los constantes arranques y paros del motor, lo que a su vez representa una prolongación en la vida útil del equipo, ahorro energético, entre otros beneficios. **(Steiger Villanueva, O. A. (2021). *Propuesta y estudio comparativo sobre la implementación de tecnología Inverter vs. tecnología tradicional en compresores de aire acondicionado junto con la obtención de eficiencia del equipo basado en normativa de la ASHRAE y acciones para su mejora* (Doctoral dissertation, Universidad de San Carlos de Guatemala)**

4.9.3 SEER (Seasonal Energy Efficiency Ratio)

La eficiencia energética de un sistema de aire acondicionado se expresa como la relación entre la potencia de enfriamiento del equipo y la potencia eléctrica que consume, a esta relación se le denomina SEER (Seasonal Energy Efficiency Ratio por sus siglas en inglés) dependiendo de las unidades que se usen para su cálculo. Es decir, un SEER con un

valor de 1 significa que por cada unidad de energía eléctrica utilizada se produce una unidad de energía térmica, un SEER de 5, quiere decir que el equipo produce cinco veces más energía térmica que la electricidad que consume. Es decir, en cuanto mayor sea el valor del SEER mayor será la eficiencia energética del equipo. **(Banco de desarrollo de América Latina, 2019).**

Para dar ejemplo de las diferencias entre un SEER 13 y entre un SEER 21.5 se encuentra entre un equipo SEER requiere por cada Watt utilizado va a producir 13 BTU/hr mientras que una eficiencia SEER 21.5 utiliza un Watt para producir 21.5 BTU/hr

4.9.4 Comparación SEER

Un equipo de 12000 BTU/hr

Convertir los 12,000 BTU/h a W.

1 BTU/h = 0.2931 W.

Entonces: 12,000 BTU/ * 0.2931 W/BTU/h =3517.2 W

Siendo el consumo por hora.

$$\text{Consumo energetico} \left(\frac{kW}{hr} \right) = \frac{3517.2 \text{ (watts)}}{13 \text{ (SEER)}} = 270.55W$$

$$\text{Consumo energetico} \left(\frac{kW}{hr} \right) = \frac{3517.2 \text{ (watts)}}{21.5 \text{ (SEER)}} = 163.4W$$

Comparación SEER

SEER 21.5: 0.1634 kWh.

V. Marco metodológico

La presentación del siguiente trabajo investigativo tomo en cuenta:

1. Condiciones y plano arquitectónico que respalda el trabajo a realizar en el edificio, las características de los materiales, posicionamiento de equipos para una climatización más eficiente.
2. Cálculos de ganancia térmica del templo.
3. Estudio psicométrico del aire que entra y sale del evaporador,
4. Con los datos obtenidos se dispuso a cotizar los equipos de acuerdo con a las exigencias técnicas requeridas
5. Un plan de supervisión

VI. Análisis y presentación de los resultados

6.1 Parámetro y diseño

Las condiciones de diseño exterior, son tomadas en base a los estudios obtenidos resultados obtenidos por el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER), que corresponden al departamento de Managua situado en Aeropuerto Nacional Augusto Cesar Sandino en el año 2023.

6.1.1 Ubicación Geográfica

El departamento de Managua se encuentra situado geográficamente a una altitud de 56 msnm con una latitud de 12°08'36" y una longitud 86°09'49". Las propiedades psicómetras para el departamento de Managua son las siguientes:

6.1.2 Temperatura de bulbo seco

Anualmente INETER realiza un análisis de datos para seleccionar la temperatura de bulbo seco obtenido, del cual se toma en cuenta la temperatura más alta ocurrida durante todo el año 2023 y centra en los meses de temperatura máxima clave de la temporada Verano (marzo, abril, mayo).

En el departamento de Managua el 12 y el 19 del mes de mayo se obtuvo la temperatura más alta del año 2023 la cual fue 38.0°C, para este caso en particular tomaremos la temperatura máxima del día 12 de mayo cuya temperatura es equivalente a 100.4°F, el cual ha sido tomado como la condición más crítica a la que el equipo va a estar sometido.

6.1.3 Humedad Relativa

El día de mayor temperatura registrada en 2023 puede no ir acorde al día de mayor humedad máxima presentada en este mismo año de registro. La humedad máxima presentada en el año 2023 aconteció el 30 de octubre de 2023 con una humedad máxima de 96%, la cual tomamos la humedad relativa bajo condiciones de diseño correspondiente a la temperatura máxima la cual sería 67%.

6.1.4 Temperatura de Bulbo húmedo

El cálculo de la temperatura de bulbo húmedo fue realizado por la carta psicrométrica donde debemos interceptar la temperatura de bulbo seco con la humedad que en este caso son 67% dando como resultado 32.2°C.

6.1.5 Punto de Rocío

Para obtener el parámetro de temperatura de rocío se recurrió a la carta psicrométrica o bien al software Psicometric Diagram para lograr encontrar el valor debemos haber encontrado el punto de rocío es 30.8°C

De igual forma se encontró que al calcular los parámetros anteriores en la carta psicrométrica nos revela datos como entalpia, humedad absoluta, presión atmosférica, entre otros parámetros esenciales para los próximos cálculos.

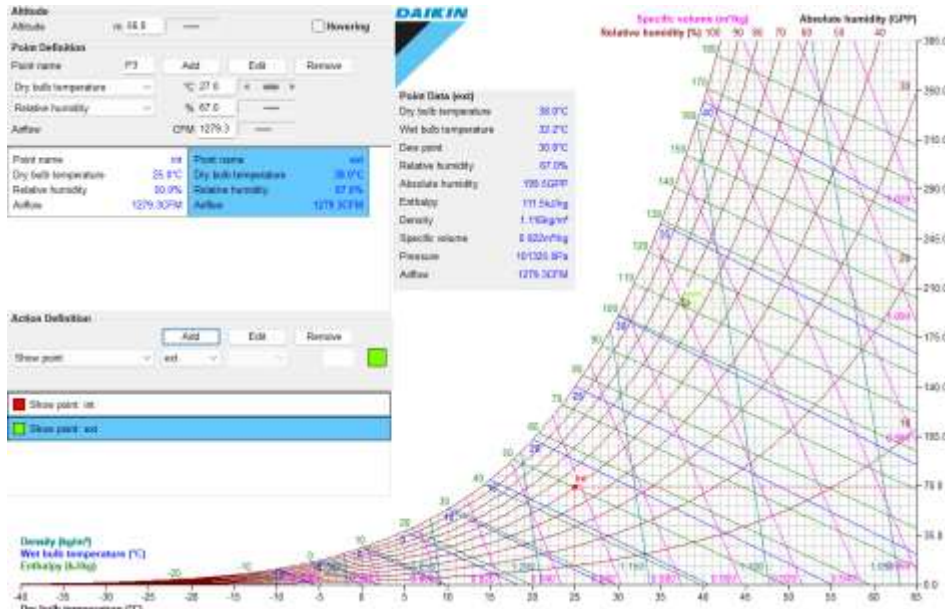
Tabla 1. Parámetros de diseño Exteriores

Parámetros de diseño		
Descripción	°C	°F
Temperatura de bulbo seco	38	100
Temperatura de bulbo húmedo	32.2	89.96
Temperatura de punto de rocío	30.8	87.44
Entalpia (kJ/kg)	111.5	
Presión Barométrica (kPa)	101.325	
Volumen (m3/kg)	0.922	
Humedad Relativa (%)	67	
Contenido de humedad (GPP)	199.5	
Flujo de aire (CFM)	1,279.3	

Autor: Propio

Para apreciar estos cálculos de una forma más sencilla presentes en la carta psicrométrica o bien al software Psychrometric Diagram Viewer

Ilustración 3 cálculo de diseño Exteriores



Autor: Propio (Psychrometric Diagram Viewer.)

6.1.6 Rango Diario

Para comprender el parámetro del rango diario se debe entender que es una medida que se monitorea en el mes de mayo del año 2023 que fue dato de mayor temperatura en el año, desde inicio de mes hasta el fin del mismo tomando en cuenta temperatura máxima, mínima y humedad relativa.

Tabla 2 Condiciones del mes de Mayo 2023

Condiciones del mes de mayo 2023							
Dia	Humedad (%)	Tmax (°C)	Tmin (°C)	ΔT (°C)	Tmax (°F)	Tmin (°F)	ΔT (°F)
1	70	36.8	24.2	12.6	98.24	75.56	22.68
2	68	36.5	24.8	11.7	97.7	76.64	21.06
3	64	36.6	26	10.6	97.88	78.8	19.08
4	54	37.5	24.8	12.7	99.5	76.64	22.86
5	53	37.4	23.6	13.8	99.32	74.48	24.84
6	51	37.2	23.4	13.8	98.96	74.12	24.84
7	52	36.8	23	13.8	98.24	73.4	24.84
8	54	36.5	25	11.5	97.7	77	20.7
9	58	36.6	23.6	13	97.88	74.48	23.4
10	63	36.5	25.8	10.7	97.7	78.44	19.26
11	61	37.5	25	12.5	99.5	77	22.5
12	67	38	26.8	11.2	100.4	80.24	20.16
13	65	36.5	25.6	10.9	97.7	78.08	19.62
14	58	37.4	24.8	12.6	99.32	76.64	22.68
15	58	37.7	25.6	12.1	99.86	78.08	21.78
16	69	33.8	26.8	7	92.84	80.24	12.6
17	66	37.5	26	11.5	99.5	78.8	20.7
18	60	37.7	28.4	9.3	99.86	83.12	16.74
19	59	38	26.6	11.4	100.4	79.88	20.52
20	59	37.2	26.8	10.4	98.96	80.24	18.72
21	60	35.5	26.8	8.7	95.9	80.24	15.66
22	61	37.3	26.2	11.1	99.14	79.16	19.98
23	61	37.2	26	11.2	98.96	78.8	20.16
24	64	36.5	25.2	11.3	97.7	77.36	20.34
25	76	32.4	26	6.4	90.32	78.8	11.52
26	78	32.5	23.8	8.7	90.5	74.84	15.66
27	78	33.5	24.8	8.7	92.3	76.64	15.66
28	65	35.6	24.6	11	96.08	76.28	19.8
29	80	34.5	25.2	9.3	94.1	77.36	16.74
30	81	35.4	24.8	10.6	95.72	76.64	19.08
31	91	29.5	24	5.5	85.1	75.2	9.9
Media	64.6	36.1	25.3	10.8	97.0	77.5	19.5
Max	91	38	28.4	13.8	100.4	83.12	24.84
Min	51	29.5	23	5.5	85.1	73.4	9.9

Autor: INETER

El rango diario máximo que encontramos es de 13.8°C o bien 24.84°F

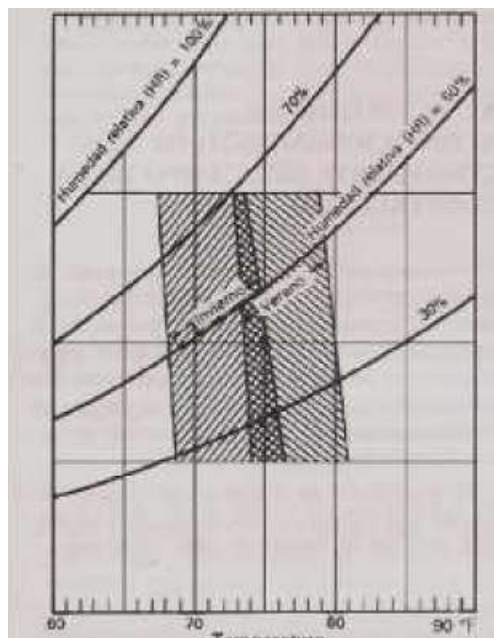
6.1.7 Parámetros de condiciones interiores

E. Pita especifica que en las condiciones interiores recomendadas para el ser humano en confort

- Verano
70-80 °F y al menos 50% HR
- Invierno
68-72°F y al menos > 25% HR

Las condiciones que se presentan la tabla en áreas oscuras remarkan el confort para distintas estaciones del año tomando en cuenta una intersección entre temperatura y humedad relativa dándonos como resultado lo siguiente

Ilustración 4 Zonas de confort de temperatura y humedad de aire en interiores.



Autor: Edward G. Pita

Las condiciones de diseño que se obtuvieron son:

Temperatura de bulbo seco 25°C o bien (77 °F) y humedad relativa a 50% se calculó en nuestra hoja de cálculos o bien utilizando el programa Psychrometric Diagram Viewer se obtuvo los siguientes resultados

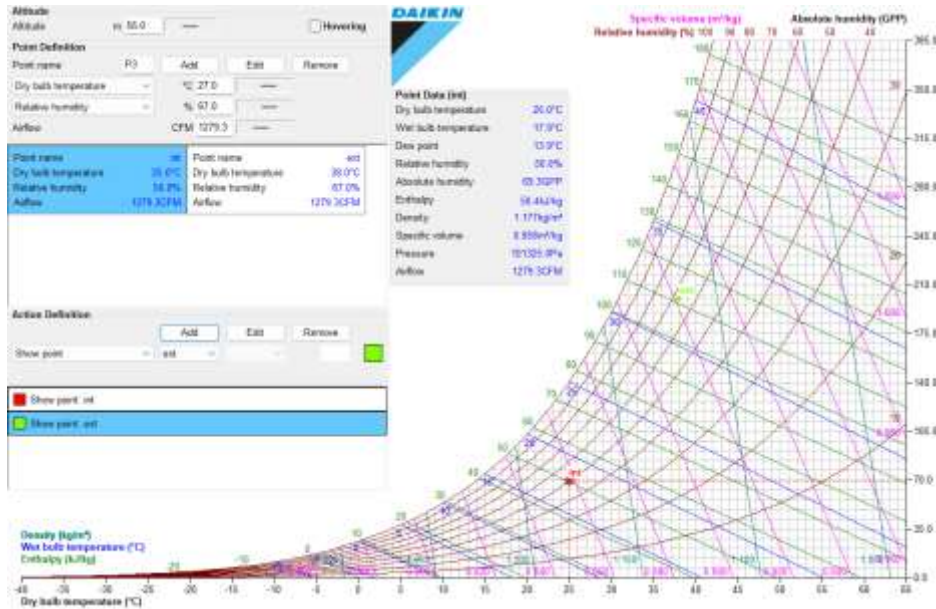
Tabla 3. Parámetros de diseño interiores

Parámetros de diseño		
Descripción	°C	°F
Temperatura de bulbo seco	25	77
Temperatura de bulbo húmedo	17.9	64.22
Temperatura de punto de rocío	13.9	57.02
Entalpia (kJ/kg)	50.4	
Presión Barométrica (kPa)	101.325	
Volumen (m3/kg)	0.858	
Humedad Relativa (%)	50	
Contenido de humedad (GPP)	69.3	
Flujo de aire (CFM)	1,279.3	

Autor: Propio

A continuación, el diagrama presentado para una mejor apreciación de las condiciones de diseño interiores presentadas por Psychrometric Diagram Viewer

Ilustración 5 cálculo de diseño interiores



Autor: Propio (Psychrometric Diagram Viewer)

6.2 Características a condicionar

6.2.1 Área

- Paredes

10.32 m ancho * 28.17 m largo * 4.8 m alto

- Piso

10 m ancho * 27.85 m largo

6.2.2 Ventanas

- Ala norte

2 ventanas de 1.45m alto * 2.7m ancho

- Ala este

3 ventanas de 1.36m alto * 3.85m ancho

1 ventana de 1.36m alto * 2.9m ancho

- Ala Oeste

3 ventanas de 1.36m alto * 3.85m ancho

2 ventana de 1.36m alto * 2.9m ancho

6.2.3 Puertas

- Ala norte

1 puerta doble de 2m ancho * 2.33m alto

- Ala Este

1 puerta de 1.33m ancho * 2.33m alto

- Ala Sur

2 puertas de 0.93m ancho * 1.8m alto

6.2.4 Piso

Loseta de 2 Pulgadas + piso cerámico blanco

6.2.5 Personas

Se tomo en cuenta la capacidad máxima del local que es aproximadamente de 200 personas

6.2.6 Paredes

Material: Bloque con acabado a ambos lados + tablas de madera de pino con aislamiento de 4 in de aire

Color: color Celeste + barniz

6.2.7 Iluminación

El centro de convenciones cuenta actualmente con 13*2 lámparas largas de 18 watts + 6 luces proyectoras de 50 Watts + 2 luces led inteligentes de 9 Watts

6.2.8 Equipos

1 data show, 1 guitarra eléctrica, 1 piano eléctrico, 1 batería eléctrica, 7 parlantes, 1 monitor,

6.3 Memoria de carga térmica

Debido a las exigencias se realizó un estudio de cargas térmicas demostrando a continuación los procedimientos a seguir.

6.3.1 Ganancia de calor a través de paredes

Para calcular la ganancia de calor en el local se utilizó la ecuación 1:

$$Q = U \times A \times DTCEe \quad \text{Ec. 1}$$

Donde

Q: Ganancia de calor a través de paredes, puertas, ventanas, piso etc.

U: Coeficiente global de transferencia de calor, BTU/h*°F

A: Área (ft^2)

DTCE: Diferencial de temperatura de carga de enfriamiento

Para realizar esta serie de cálculos, es necesario realizar mediciones de temperatura en horas críticas de máximo calor:

Para tomar en cuenta los días, se registró la temperatura de 5 días en forma consecutiva encontrando los valores con los cuales se procedió a trabajar

Se obtuvo la medición en un tramo del 22 de septiembre al 26 de septiembre 2024 a las 14 hrs. En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos.

Se tomó en cuenta que el tabernáculo cuenta con las 4 paredes externas por lo cual tomaremos las temperaturas presentadas por INETER en una hoja de temperaturas en el departamento de managua. **Ver anexo Pág. 82**

Tabla 4. Mediciones mes de septiembre 2024

Pared Ext.	septiembre 2024					Promedio °C	Promedio °F
	22	23	24	25	26		
A (Norte)	38	36.5	37.4	37.	33.8	36.54	97.916
B (Oeste)	38	36.5	37.4	37.	33.8	36.54	97.916
C (Este)	38	36.5	37.4	37.	33.8	36.54	97.916
D (Sur)	33	32.8	33	33	32	32.76	90.968

Autor: Propio

6.3.1.1 Cálculo DTCEe

Las cargas de calor por paredes se calculan utilizando la siguiente ecuación

$$DTCEe = [(DTCE + LM) * K + (78 - t_r) + (t_o - 85) * f] \quad \text{Ec. 2}$$

Siendo

DTCE, = valor corregido de DTCE, °F.

DTCE = temperaturas de las tablas 6.1 o 6.2, °F.

LM = corrección para latitud al color y mes, de la tabla 6.4.

K = corrección debido al color de la superficie.

t_r = temperatura del recinto, °F.

t_o = temperatura de diseño exterior promedio. "F

f = factor de corrección para ventilación del cielo raso (sólo para el techo).

f = 0.75 para ventiladores de entrepiso (techo falso) en los demás casos, usar f = 1.0.

El valor de las paredes A, B, C, que están expuestas al sol se tomó en consideración la temperatura brindada por INETER siendo esta 38°C o bien 100.4 °F

El cálculo de temperatura de diseños exteriores para paredes Norte, Este y Oeste se obtuvo con la siguiente ecuación.

$$t_o = T - \frac{\Delta t(^{\circ}F)}{2} \quad \text{Ec. 3}$$

$$t_0 = 97.91\text{ }^{\circ}\text{F} - \frac{24.8\text{ }^{\circ}\text{F}}{2} = 85.51\text{ }^{\circ}\text{F}$$

Para el siguiente calculo, es necesario interpolar los valores de latitud 8° N y 16° N ya que la latitud de la ciudad de Managua es de 12° N

Tabla 5. Parámetros de diseño Exteriores

Corrección de la DTCE por latitud y mes, para aplicar a paredes y techos, latitud Norte. °F					
Latitud	Mes	N	E/W	S	Hora
8	Mayo	7	-2	-7	-2
12		5.4	-1.5	-7	-1
16		4	-1	-7	0

Autor: Propio

LM= los datos para la ciudad de managua con latitud 12°N que se interpoló anteriormente dado por la tabla 6.4 del libro Edward G. Pita

K= Edward G. Pita nos brinda los siguientes datos

K = 1.0 para superficies oscuras o áreas industriales y/o

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

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

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

DTCE= Para calcular el siguiente valor usamos la **tabla** del libro Edward G. Pita, para determinar el tipo de grupo de pared a utilizar para el cálculo de DTCE. **ver anexo**

La estructura de las paredes que conforman la sala de conferencias es de 6in más acabado y Pared de bastidores de madera. Por lo cual se utilizó las características que coinciden con las características del grupo B Bloque de concreto de 8 in en “**bloque de concreto ligero + pesado (acabado)**”

Tabla 6. Descripciones por pared

Descripciones por pared			
Grupo de Pared	Descripción	Peso (lb/ft ²)	Valor de U BTU (hr-ft ² -°F)
E	Bloque de 8 In	41-57	0.294 - 0.402
G	Pared de bastidores	16	0.081 - 0.178

Autor: Edward G. Pita

Se obtuvo los datos anteriores y procede a calcular los valores en la mayor intensidad solar 14hrs o bien 2:00 pm

Tabla 7. Diferencia de temperatura para carga de enfriamiento (DTCE) para el cálculo de carga de paredes al sol, 1°F

Hora solar 14hrs				
Grupo pared	N	S	E	O
E	13	24	37	14
G	0	0	31	41

Autor: Edward G. Pita

6.3.1.2 Cálculo de Diferencial de temperatura de carga de enfriamiento corregido DTCE_c

Pared Norte

$$DTCE_e = [(DTCE + LM) * K + (78 - t_r) + (t_o - 85) * f]$$

$$DTCE_e = [(13 + 5.4) * 0.65] + (78 - 77) + (85.51 - 85) * 1 = 13.47^{\circ}F$$

Pared Sur

$$DTCE_e = [(DTCE + LM) * K + (78 - t_r) + (t_o - 85) * f]$$

$$DTCE_e = [(24 - 7) * 0.65] + (78 - 77) + (85.51 - 85) * 1 = 12.56^{\circ}F$$

Pared Este

(Se tomó en cuenta que está construida con bloque 6 in + pared de bastidores de madera)

$$DTCE_c = [(DTCE + LM) * K + (78 - t_r) + (t_o - 85) * f]$$

$$DTCEc_{bloque} = [(37 - 1.5) * 0.65] + (78 - 77) + (85.51 - 85) * 1$$

$$= 24.585 ^\circ F$$

$$DTCEc_{madera} = [(31 - 1.5) * 0.65] + (78 - 77) + (85.51 - 85) * 1$$

$$= 20.685 ^\circ F$$

$$DTCEc_{promedio} = \frac{24.585 + 20.685}{2} = 22.635 ^\circ F$$

Pared Oeste

(Se tomó en cuenta que está construida con bloque 6 in + pared de bastidores de madera)

$$DTCEc = [(DTCE + LM) * K + (78 - t_r) + (t_o - 85) * f$$

$$DTCEc_{bloque} = [(14 - 1.5) * 0.65] + (78 - 77) + (85.51 - 85) * 1$$

$$= 9.635 ^\circ F$$

$$DTCEc_{madera} = [(41 - 1.5) * 0.65] + (78 - 77) + (85.51 - 85) * 1$$

$$= 27.185 ^\circ F$$

$$DTCEc_{promedio} = \frac{9.635 + 27.185}{2} = 18.41 ^\circ F$$

Tabla 8. Áreas Tabernáculo Evangélico

Áreas Tabernáculo Evangélico					
Pared (Ala)	Paredes m2	Ventanas m2	Puertas m2	Área Total útil (m2)	Área Total útil (Ft2)
Norte	68.22	7.83	4.40	55.99	602.62
Sur	68.22	0	3.35	64.87	698.22
Este	84.51	19.652	0.00	64.86	698.13
Oeste	84.51	32.528	3.13	48.86	525.89

Autor: Edward G. Pita

Al realizar los determinados cálculos sobre las áreas totales por cada pared, es de suma importancia señalar que la pared o ala sur actualmente no recibe la misma intensidad solar que las demás alas ya que el ala sur obtiene sombra por un árbol por lo cual lo tomaremos en los cálculos de las demás paredes.

Para realizar el cálculo de U en las paredes Este y oeste se consideró que la construcción de tales paredes ya que se dividen en un área formada por bloques de concreto + acabado interior y exterior, y en el área restante construida de tablas de madera de pino + barnizado.

Tabla 9. Sumatoria de resistencia de los materiales de construcción de la pared este y oeste

Tipo	R. Película aire interior	R. Acabado fino interior	R. Aire dentro de pared	R. Tipo Pared	R. Acabado fino exterior	R. Película aire exterior	Total
R. Pared concreto 6in.	0.68	0.2	0.87	1.77	0.2	0.25	3.97
R. Pared, tabla madera 1in. *2	0.68	0	0.87	1.89	0	0.25	3.69
Total							7.66

Autor: Edward G, Pita

Para calcular el valor de U se hace una sumatoria de resistencia de los materiales de construcción de la pared los cuales se encuentran reflejado en la tabla propiedades Térmicas código de numero de capas usadas en paredes y techos. (ASHRAE, 2017, pág. 18.37). y tabla A4 pagina 522-523 en Edward G. Pita.

$$U = \frac{1}{\sum R} \quad \text{Ec. 3}$$

Donde:

U: coeficiente general de transferencia de calor para el techo, paredes o vidrios, BTU/hr-ft² °F

R: Coeficiente de Resistencia térmica de materiales de construcción aislantes

Cálculo de **U** para paredes de bloque de concreto sin relleno

$$U = \frac{1}{R + R + R + R + R + R} = \frac{1}{(0.68 + 0.2 + 0.87 + 1.77 + 0.2 + 0.25)}$$

$$U = \frac{1}{3.97} = 0.2519$$

Cálculo de **U** para paredes de madera

$$U = \frac{1}{R + R + R + R} = \frac{1}{(0.68 + 0.87 + 1.89 + 0.25)}$$

$$U = \frac{1}{3.69} = 0.271$$

U promedio para pared Este y oeste estructurada de madera y bloque de concreto

$$U = \frac{0.2519 + 0.271}{2} \quad U = 0.2614$$

6.3.2 Cálculo de ganancia neta del calor Q por cada una de las paredes

Para calcular la ganancia neta del área a través de la conducción de paredes se utilizó la siguiente ecuación.

$$Q = U * A * DTCE_e \quad \text{Ec.2}$$

- Pared Norte

$$Q = 0.2519 \frac{BTU}{hr * ft^2 * ^\circ F} * 602.62 ft^2 * 13.47 ^\circ F = \mathbf{2,044.745 BTU/hr}$$

- Pared Sur

$$Q = 0.2519 \frac{BTU}{hr * ft^2 * ^\circ F} * 698.22 ft^2 * 12.56 ^\circ F = \mathbf{2,209.073 BTU/hr}$$

- Pared Este

$$Q = 0.2614 \frac{BTU}{hr * ft^2 * ^\circ F} * 698.13 ft^2 * 22.635 ^\circ F = \mathbf{4,130.687 BTU/hr}$$

- Pared Oeste

$$Q = 0.2614 \frac{BTU}{hr * ft^2 * ^\circ F} * 525.89 ft^2 * 18.41 ^\circ F = \mathbf{2,530.779 BTU/hr}$$

$$Q_{total} = Q_N + Q_S + Q_E + Q_O = \mathbf{10,915.284 \frac{BTU}{hr}}$$

6.3.3 Cálculo de carga térmica en techos

Para calcular la ganancia de calor en techos, se utilizó la siguiente formula.

$$DTCE_e = [(DTCE + LM) * K + (78 - t_r) + (t_o - 85) * f] \quad \text{Ec. 2}$$

Siendo:

Temperatura promedio $T_0 = 97.916^\circ\text{F}$

Temperatura de Recinto $T_r = 77^\circ\text{F}$

Temperatura media de diseño exterior $T_0 = 85.51^\circ\text{F}$

Factor $K = 0.5$ para techos de color, claro en zonas rurales

Factor $LM = -7$ (se toma como valor LM en el punto sur el cual seria -7) Véase en tabla 6.4 Edward G. Pita

Tabla 10. Diferencias de temperatura para cargas de enfriamiento (DTCEe) para calcular cargas debidas a techos planos, 1°F .

Diferencias de temperatura para cargas de enfriamiento (DTCEe) para calcular cargas debidas a techos planos, 1°F				
Techo No.	Descripción	Peso lb/ft2	Valor de U	Hora solar
1 con cielo raso suspendido	Lamina de metal con 1in o 2in de aislamiento	9	0.134	77

Autor: Edward G. Pita

Teniendo todos los datos procedemos a calcular la diferencia de temperatura para cargas de enfriamiento corregido tendremos

$$DTCEe = [(DTCE + LM) * K + (78 - t_r) + (t_o - 85) * f] \quad \text{Ec. 2}$$

$$DTCEe = [(77 - 7) * 0.5 + (78 - 77) + (85.51 - 85) * 1 = 36.51^\circ\text{F}$$

Tabla 11. Dimensiones del cielo raso no suspendido

Dimensiones del cielo raso no suspendido			
Construcción	Área m2	Área útil total m2	Área total Ft2
Cielo raso de madera	281.7	281.7	3032.19

Autor: Propio

Se realizó el cálculo de U mediante todos los factores de resistencia térmica de materiales

Tabla 12. Sumatoria de resistencias de los materiales de construcción en techo

R. aire interior del cielo raso	R. al aire interior horizontal	R. lamina 1 in aislamiento	R total
1	0.92	0.77	2.69

Autor: Edward G. Pita

$$U = \frac{1}{R + R + R + R + R + R} = \frac{1}{2.69} = 0.371 \frac{BTU}{hr} * Ft^2 * ^\circ F$$

La ganancia neta del área a través de la conducción de techo se calcula con la siguiente ecuación

$$Q = U * A * DTCE_e \quad \text{Ec. 1}$$

$$Q = 0.371 \frac{BTU}{hr * ft^2 * ^\circ F} * 3032.19 ft^2 * 36.51 ^\circ F = 41,071.65 BTU/hr$$

6.3.4 Ganancia de calor por conducción de vidrios

La ganancia neta del área a través de la conducción de vidrios se calcula con la siguiente ecuación

$$Q = FGCS * A * CS * FCE \quad \text{Ec. 4}$$

Donde:

FGCS: factor de ganancia máxima de calor solar, BTU/h – ft²

A: Área total de vidrios (Ft²)

CS: Coeficiente de sombreado

FCE: factor de carga de enfriamiento para el vidrio

Para calcular el coeficiente global de resistencia para conducción por vidrios se tomó en cuenta que la estructura de ventanas que contiene el centro de convenciones Tabernáculo Evangélico es de vidrio plano sencillo

En la tabla 55 del libro Edward G. Pita pagina 142 obtenemos la diferencia de conducción de carga de enfriamiento a través de un vidrio

6.3.4.1 Cálculo de FGCS

Para calcular FGCS debemos interpolar en la tabla **Ver anexo x**. E. Pita nos presenta latitud 8 y 16

Tabla 13. Cálculo de FGCS Latitud 12°

Cálculo de FGCS Latitud 12			
Norte	Sur	Este	Oeste
63	-	212	

Autor: Edward G. Pita

6.3.4.2 Área de ventanas

Tabla 14. Área de ventanas tabernáculo evangélico

Medidas de ventanas				
Latitud	Cantidad	Área m2	Área Total m2	Área total ft2
Norte	2		7.83	84.2508
Este	3	5.236	19.652	211.45552
	1	3.944		
Oeste	3	5.236	23.596	253.89296
	2	3.944		
Sur	0		0	0

Autor: Propio

6.3.4.3 Coeficiente de sombreado

Para ventanas claras sencillas de ¼ de pulgadas el E. Pita nos da el valor de CS= 0.94 y su transmisión solar la cual es 0.80-0.71

6.3.4.3.1 Cálculo de factor de carga de enfriamiento para el vidrio

Según tabla factores de carga en vidrios sin sombreado interior. ASHRAE 1985 se obtiene mediante el tipo de construcción de paredes y techos que en nuestro caso es H lo cual es pesado

Tabla 15. Cálculo de factor de carga de enfriamiento para el vidrio

Cálculo de FCE			
Norte	Sur	Este	Oeste
0.73	-	0.29	0.3

Autor: Edward G. Pita

6.3.4.4 Cálculo de ganancia de calor por radiación de por vidrios

- Pared Norte

$$Q = 63 \frac{BTU}{h} * 84.2508 ft^2 * 0.94 * 0.73 = 3,642.21 \frac{BTU}{hr}$$

- Pared Este

$$Q = 212 \frac{BTU}{h} * 211.45 ft^2 * 0.94 * 0.29 = 12,219.95 \frac{BTU}{hr}$$

- Pared Oeste

$$Q = 212 \frac{BTU}{h} * 253.89 ft^2 * 0.94 * 0.3 = 15,178.56 \frac{BTU}{hr}$$

6.3.4.4.1 Ganancia de calor total por radiación en vidrios

$$Q_{total} = Q_N + Q_E + Q_O = 31,040.72 \frac{BTU}{hr}$$

6.3.4.5 Cálculo de ganancia de calor por conducción de por vidrios

Tabla 15. Valor de coeficiente global de transferencia de calor para el vidrio (U)

Paneles Horizontales

Valor de coeficiente global de transferencia de calor para el vidrio (U) Paneles Horizontales			
Descripción	Invierno	Ext. Verano	Interior
Vidrio Plano/ Vidrio Sencillo	1.23	0.83	0.96

Autor: Edward G. Pita

$$U = 0.83 \frac{BTU}{hr * ft^2 * ^\circ F}$$

El valor DTCE en el cálculo de cargas térmicas en paredes el cual es.

Tabla 16. Corrección de la DTCE por latitud y mes, para aplicar a paredes y techos,

latitud Norte. °F

Corrección de la DTCE por latitud y mes, para aplicar a paredes y techos, latitud Norte. °F					
Latitud	Mes	N	E/W	S	Hora
8	Mayo	7	-1	-7	-2
12		5.4	-1.5	-7	-1
16		4	-2	-7	0

Autor: Edward G. Pita

- Pared Norte

$$DTCE_e = DTCE + [(78^\circ F - t_r) + (t_0 - 85^\circ F)] = 13 + [(78 - 77) + (85.51 - 85)]$$

$$DTCE_e = 14.51^\circ F$$

- Pared Este

$$DTCE_e = DTCE + [(78^\circ F - t_r) + (t_0 - 85^\circ F)] = 37 + [(78 - 77) + (85.51 - 85)]$$

$$DTCE_e = 38.51^\circ F$$

- Pared Oeste

$$DTCE_e = DTCE + [(78^\circ F - t_r) + (t_0 - 85^\circ F)] = 14 + [(78 - 77) + (85.51 - 85)]$$

$$DTCE_e = 15.51^\circ F$$

El cálculo de ganancia de calor por conducción de por vidrios sería

$$Q = U * A * DTCE_e \quad \text{Ec. 1}$$

- Latitud Norte

$$Q = 0.83 \frac{BTU}{hr * ft^2 * ^\circ F} * 84.25 ft^2 * 14.51^\circ F = 1,014.64 \frac{BTU}{hr}$$

- Latitud Este

$$Q = 0.83 \frac{BTU}{hr * ft^2 * ^\circ F} * 211.455 ft^2 * 38.51^\circ F = 6,758.80 \frac{BTU}{hr}$$

- Latitud Oeste

$$Q = 0.83 \frac{BTU}{hr * ft^2 * ^\circ F} * 253.893 ft^2 * 15.51^\circ F = 3,268.44 \frac{BTU}{hr}$$

6.3.4.6 Ganancia de calor total por radiación en vidrios

$$Q_{total} = Q_N + Q_E + Q_O = 11,041.88 \frac{BTU}{hr}$$

6.3.5 Cálculo de carga térmica por iluminación

La ganancia térmica por iluminación neta se calcula con la siguiente ecuación

$$Q = 3.4 * W * FB * FCE \quad \text{Ec. 5}$$

Donde:

W: Capacidad de alumbrado (Watts)

FB: Factor de Balastra 1.25 para luces fluorescentes

FCE: factor de carga de enfriamiento para el alumbrado

6.3.5.1 Alumbrado principal

$$Q = 3.4 * 40 \text{ Luces} * 40 \text{ W} * 1.25 * 1 = 6,800 \text{ BTU/hr}$$

6.3.5.2 Proyectores de techo

$$Q = 3.4 * 6 \text{ Luces} * 10 \text{ W} * 1.25 * 1 = 255 \text{ BTU/hr}$$

Total

$$Q = 255 \frac{\text{BTU}}{\text{hr}} + 6,800 \frac{\text{BTU}}{\text{hr}} = 7,055 \frac{\text{BTU}}{\text{hr}}$$

6.3.6 Cálculo de ganancia de calor por personas

$$Q_s = q_s * n * FCE \quad \text{Ec. 6}$$

$$Q_l = q_l * n * FCE \quad \text{Ec. 7}$$

Donde:

qs: Calor Sensible

ql: Calor Latente

qs y ql = tabla 6.11

n: Número de personas

n= 200 personas

FCE: Factor de carga de enfriamiento por persona

FCE= 1 si el aire se apaga por las noches

$$q_s = 210$$

$$q_l = 140$$

6.3.6.1 Calor Sensible

$$Q_s = 210 \frac{\text{BTU}}{\text{hr}} * 200 \text{ personas} * 1 = 42,000 \frac{\text{BTU}}{\text{hr}}$$

6.3.6.2 Calor Latente

$$Q_l = 140 \frac{BTU}{hr} * 200 \text{ personas} * 1 = 28,000 \frac{BTU}{hr}$$

6.3.6.3 Calor Total:

$$Q_T (\text{personas}) = 42,000 \frac{BTU}{hr} + 28,000 \frac{BTU}{hr} = 70,000 \frac{BTU}{hr}$$

6.3.7 Ganancia de calor por equipos

A continuación, se presentan los equipos que se encuentran en Tabernáculo Evangélico

Tabla 17. Equipos totales tabernáculo evangélico

Equipos totales			
Equipos	Cantidad	Potencia (W)	Potencia total
Parlantes	7	400	2800
Laptops Hp Pavilion	2	60	120
Proyector Epson	1	300	300
Piano	1	30	30
Monitor	1	20	20
Guitarra Eléctrica	1	Produce señal	-
Batería Electrónica	1	15	15
Total			3285

Autor: Propio

Para calcular la ganancia de calor que genera cada equipo se encuentra de la siguiente forma

$$Q = 3.412 \frac{BTU}{h.W} * W \text{ total} \quad \text{Ec. 8}$$

$$Q = 3.412 \frac{BTU}{h.W} * 3,285 W = 11,208.42 \frac{BTU}{hr}$$

6.3.8 Transferencia de calor de los alrededores

Para calcular Fc para corregir las ganancias de calor del recinto los cuales son Radiación solar, alumbrado y personas se emplea la siguiente formula

$$Fc = 1 - 0.02K \quad \text{Ec. 9}$$

Para encontrar K se utiliza la siguiente formula

$$K = \frac{(U_w * A_w + U_g * A_g)}{L} \quad \text{Ec. 10}$$

Uw, Ug: coeficiente de transferencia de calor, w = pared; g = vidrio, BTU/h*ft²*°F.

Aw, Ag: área de pared o del vidrio, ft²

Uw: 0.348 BTU/h*ft²* °F(Concreto) + 0.1 BTU/h*ft²* °F (Pared de bastidor)

$$K: \frac{\left(0.448 \frac{BTU}{h * °ft^2 * °F} * 1,826.64 ft^2\right) + \left(1.04 \frac{BTU}{h * °ft^2 * °F} * 60 ft^2\right)}{220.43 ft^2} = 3.99$$

$$F_c = 1 - 0.02(3.99) = \mathbf{0.9202}$$

Las ganancias de calor sensible debidas a la conducción, radiación solar, alumbrado, personas y equipos se deben de multiplicar por 0.9202, cada una de ellas. Obteniendo una reducción en las cargas del **9.81 %**.

6.3.9 Ganancias de calor por infiltración

La ganancia neta de calor a por infiltración se calcula con la siguiente ecuación

Para el cálculo de ganancias se tomó en cuenta C. A=2

6.3.9.1 Cálculo de CFM

$$CFM = C.A * \frac{V}{60} \quad \text{Ec. 11}$$

Donde

C. A: Numero de cambios de aire por hora para el recinto

V: Volumen del recinto ft³

CFM: Velocidad de infiltración de aire en al recinto CFM

Ventana o puertas exteriores en 3 lados

2 renovaciones

$$CFM = C.A * \frac{V}{60} \quad \text{Ec. 11}$$

Donde

C. A: Numero de cambios de aire por hora para el recinto

V: Volumen del recinto ft^3

CFM: Velocidad de infiltración de aire en al recinto CFM

$$CFM = 2 * \frac{38,379.3 \text{ ft}^3}{60} = 1,279.3 \text{ Ft}^3/\text{min}$$

6.3.9.2 Ganancias de calor sensible y latente por infiltración

Parámetros de diseño y de condiciones de exterior

$$Wi = 69.3 Gpp \quad Ti = 77^\circ F$$

$$We = 199.5 Gpp \quad Te = 100^\circ F$$

6.3.9.3 Diferencia de temperatura

$$DT = Te - Ti \quad \text{Ec. 12}$$

$$DT = 100^\circ F - 77^\circ F = 23^\circ F$$

6.3.9.4 Calor sensible por infiltración

La ganancia neta del calor sensible por infiltración se calcula con la siguiente ecuación

$$Qs = 1.1 * CFM * DT \quad \text{Ec. 13}$$

Donde:

Q_s = Calor sensible por infiltración

DT= Diferencia de temperatura exterior e interior

$$DT = To - Tr$$

$$tr = 73.4^\circ F.$$

$$to = 90.32^\circ F.$$

$$Qs = 1.1 * 1279.3 \frac{\text{ft}^3}{\text{min}} * 23^\circ F = 32,366.29 \frac{\text{BTU}}{\text{hr}}$$

6.3.9.5 Calor latente por infiltración

La ganancia neta del calor latente por infiltración se calcula con la siguiente ecuación

$$QL = 0.68 * CFM * (We - Wi) \quad \text{Ec. 14}$$

Donde:

QL; Ganancia de calor latente

wi, we: Relaciones de humedad interior y exterior

La relación de humedad interior y exterior se toman de la tabla psicrométrica en base a las temperaturas de diseño interior y exterior, con sus humedades relativas respectivamente, obteniendo los siguientes valores:

$$Wi = 163.1 \text{ GPP (g h2o/lb. Aire seco)}$$

$$We = 60.9 \text{ GPP (g h2o/lb. Aire seco)}$$

$$QL = 0.68 * 1,279.3 \frac{ft^3}{min} * (199.5 \text{ Gpp} - 69.3 \text{ Gpp}) = 113,090.12 \frac{BTU}{hr}$$

6.3.10 Cargas de enfriamiento del recinto

Se procede a clasificar las cargas sensibles generadas tanto en el interior como las del exterior del edificio.

$$QS_{Int} = Q_{alumbrado} + Q_{equipos} + Q_{personas} + Q_{infiltración} \quad \text{Ec. 15}$$

$$QS_{int} = 7,055 \frac{BTU}{hr} + 8,359 \frac{BTU}{hr} + 42,000 \frac{BTU}{hr} + 32,366.39 \frac{BTU}{hr} = 89,780.27 \frac{BTU}{hr}$$

$$QS_{ext} = Q_{techo} + Q_{paredes} + Q_{vidrio(conducción)} + Q_{vidrio(radiación)} \quad \text{Ec. 16}$$

$$QS_{int} = 41,071.65 \frac{BTU}{hr} + 10,915.284 \frac{BTU}{hr} + 11,041.88 \frac{BTU}{hr} + 31,040.72 \frac{BTU}{hr}$$

$$= 94,069.554 \frac{BTU}{hr}$$

$$QS_{Total} = 165,476.1 \frac{BTU}{hr}$$

$$Qs = 183,849.824 \text{ Btu/h}$$

$$Ql = 141,090.12 \text{ Btu/h}$$

6.3.11 Corrección del calor sensible.

La corrección del calor sensible se calcula con la siguiente ecuación

$$FCQ_s = FC * Q_s \quad \text{Ec. 17}$$

$$Q_s = 0.9202(183,849.824 \frac{BTU}{hr})$$

$$Q_s = 169,178.608 \frac{BTU}{hr}$$

Por lo cual

$$RSHG = 169,178.608 \frac{BTU}{hr}$$

$$RLHG = 141,090.12 \frac{BTU}{hr}$$

$$RTHG = (RSHG + RLHG) \frac{BTU}{hr} \quad \text{Ec. 18}$$

$$RTHG = 310,263.614 \frac{BTU}{hr}$$

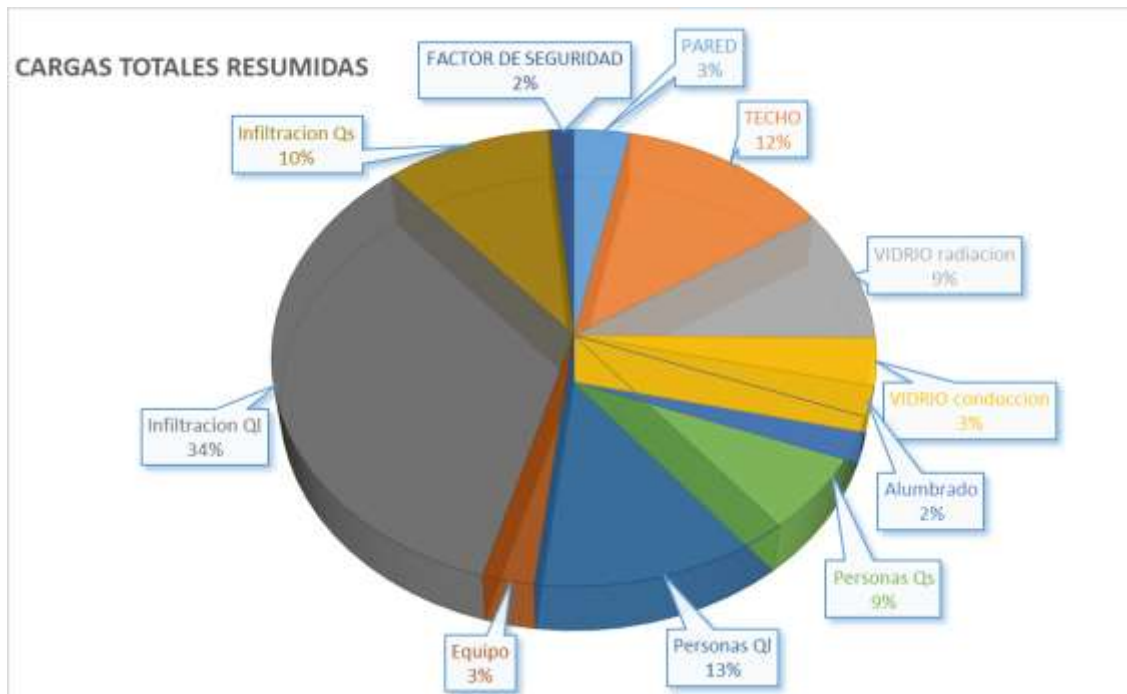
6.4 Sumatoria de cargas totales

Tabla 18. Sumatoria de cargas totales en centro de convenciones tabernáculo evangélico

Análisis de cargas totales resumidas				
Parámetro	Qs BTU/hr	QL BTU/hr	QT BTU/hr	
PARED	10,915.28			
TECHO	41,071.65			
VIDRIO radiación	31,040.72			
VIDRIO conducción	11,041.88			
Alumbrado	7,055.00			
Personas	42,000.00	28,000.00		
Equipo	11,208.42			
Infiltración	32,366.29	113,090.12		
Subtotal	183,849.82	141,090.12	324,939.94	
FACTOR de corrección (0.92)				169,141.84
RSHG				169,141.84
RLHG				141,090.12
RTHG				310,231.96
FACTOR DE SEGURIDAD *15% Según ASHRAE				46,534.79
Total (BTU/hr)				359,616.17

Autor: Propio

Ilustración 6. Cargas totales resumidas



Autor: Propio

VII. Análisis técnico-económico del proyecto

El reciente estudio se realizó en base a equipos cuya eficiencia energética SEER 18.77, a continuación, se calculó los costos económicos de instalación (incluye materiales), costos por mantenimientos, equipos y costo energético.

Se realizó un estudio de presupuestación económica para calcular los costos totales que conllevan la implementación de un nuevo sistema de climatización en la sala de reuniones.

7.1 Cantidad de equipos

La carga total presente en el centro de convenciones es de 356,766.75 BTU/hr por lo cual la cantidad de equipos a necesitar para una climatización efectiva será de

$$N^{\circ} \text{ equipos} = \frac{QT}{\text{Capacidad del equipo}} \quad \text{Ec. 19}$$

$$N^{\circ} \text{ equipos} = \frac{359,616.17 \text{ BTU/hr}}{60,000 \text{ BTU/hr}} = 5.993 \approx 6 \text{ Equipos}$$

7.2 Cálculo consumo energético

El cálculo energético debe considerar la eficiencia y la capacidad, la cual se calcula con la siguiente ecuación

$$kWh = \frac{BTU/hr}{SEER} \quad \text{Ec. 20}$$

Para entender el significado de la eficiencia SEER se entiende que por cada valor SEER es la capacidad de climatizar por cada watt por lo cual entendemos que SEER 18.77 equivale a 18.77 BTU/hr por cada Watt consumido

Sabiendo que 1 SEER = 1 btu/w * hr

$$\frac{60,000 \text{ btu/hr}}{18.77 \text{ btu/w.hr}} = 3,196.59W \approx 3.196kW$$

$$C. total = 3.196 \text{ kW} * 6$$

$$C. total = 19.176 \text{ kW}$$

7.2.1 Cálculo de eficiencia energética

$$Ef = \frac{\text{Capacidad}}{kW/hr} \quad \text{Ec. 21}$$

$$Ef = \frac{60,000 \text{ BTU/hr}}{3.196kW} = 18,773.46$$

7.2.2 Determinando el consumo mensual en las unidades

La duración de las reuniones es de aproximadamente 2 horas, y se realizan 5 días a la semana entre todas ellas lo cual nos da un aproximado de

$$\text{Consumo mensual} = 19.176kW * 2 \text{ hrs} * 22 \text{ dias} = 843.744kW$$

7.2.3 Costo por consumo

INE especifica el costo por el consumo energético para templos e iglesias en Nicaragua está estipulado a **6.4245 C\$** por cada kWh lo cual nos da

$$\text{Costo por consumo mensual} = 843.744kW * 6.4245 = 5,420.63C\$$$

Tabla 19. Sumatoria de costos energéticos en total

Capacidad	SEER	h/mes	kW/mes	kW/año	Cargo por kW (C\$)	Costo por consumo Mes (C\$)
60,000	18.77	44	843.744	10,124.92	6.4245	5,420.63C\$

Autor: Propio

7.3 Costo por instalación

El precio por un técnico avalado en el mercado (no empresas) por instalación debemos tomar en cuenta diferentes factores

La distancia encontrada entre el evaporador y la condensadora es menor a 3.5mts no influye un incremento en el precio si el equipo presenta un suministro de un kit de tubería en la compra del equipo, si es mayor a 3.5 mts. el precio aumenta

En este caso no requiere la instalación de un tramo mayor de tubería por lo cual solo tomaremos el precio total de la instalación.

$$\text{Costo total} = 7,500 * 6 = \mathbf{45,000 \text{ cordobas}}$$

7.4 Costos por mantenimiento

El precio puesto por un técnico avalado en el mercado (no empresas) por mantenimiento debemos tomar en cuenta el uso y la frecuencia de mantenimiento

7.4.1 Mantenimiento preventivo

La realización de mantenimientos preventivos a los equipos climatizadores el fabricante recomienda cada 3 o 4 meses

$$C.Total = C.por equipo * n^{\circ} de equipos \quad \text{Ec. 22}$$

$$C.Total = 1500 * 6 = \mathbf{9,000 \text{ C\$}}$$

7.4.2 Mantenimiento General

Se recomienda la realización de mantenimientos generales una vez por año como mínimo

$$C.Total = C.por\ equipo * n^{\circ}\ de\ equipos$$

Ec. 22

$$C.Total = 2500 * 6 = \mathbf{15000\ C\$}$$

7.5 Selección de equipos

Se encontró el costo total por el tipo de equipo a instalar se realizaron cotizaciones en distintas tiendas las cuales nos ofrecieron distintos tipos de modelos, marcas, eficiencias, tecnología, tipos de equipos. Por lo cual presentamos las opciones más interesantes

7.5.1 MyM Mantica

La empresa MyM MANTICA es una de las empresas más grandes y con mayor presencia en el mercado nicaragüense el cual distribuye dos grandes marcas de renombre las cuales son CARRIER Y CIAG ambas del grupo CARRIER presentan dos tipos de equipos los cuales son “Split Piso Techo” y “Cassette” equipos predominantes en empresas debido a su bajo costo por equipo, mantenimiento, instalación, y materiales.

Ver anexo Pág. 83

$$Costo\ por\ equipo = Evaporador + condensador + iva$$

$$C_e = 62,561.55 + 93,842.32 + 15\% = \mathbf{179,864.45C\$}$$

$$C_t = C_e * n\ de\ equipos = \mathbf{1,079,186.7\ C\$}$$

7.5.2 FRIO AIRE

Frio aire se encuentra catalogada en el mercado nicaragüense de equipos de refrigeración por ser una de las empresas más amplia ya que no solo tiene presencia por venta de equipos e instalación de aires, sino también por venta de útiles y materiales de refrigeración el cual también nos presenta una propuesta de equipos piso techo marca CONFORTSTAR. **Ver anexo Pág. 84**

$$C_t = 91,768.69C\$ * 6 = \mathbf{C\$550,612.14}$$

Se eligió la opción más económica la cual es la proforma que presenta Frio Aire tendríamos en total los siguientes costos al momento de instalar los equipos y en su primer mes de consumo

Tabla 20. Calculo económico del proyecto

Calculo Económico del proyecto	
Equipos	C\$550,612.14
Instalación	C\$45,000.00
Gasto energético mensual	C\$16,075.90
Total	C\$611,688.04

Autor: Propio

VIII. Recomendaciones

Para que exista una correcta instalación evitando retrasos, contratiempos y errores en dicho proceso se recomiendan los siguientes puntos

8.1 Supervisión

No es un misterio que la inversión realizada para instalar equipos climatizadores en el área resulta muy alta, por lo cual para evitar algún tipo de fraude o gastos extras de los presupuestados. Se recomienda no solo la supervisión al personal técnico para comprobar que dicho trabajo sea realizado en tiempo y forma, también se recomienda supervisar que la distancia entre evaporador-condensadora sea lo mínimo lo cual el fabricante recomienda 3.5mts

8.2 Colocación de unidades exteriores e interiores

La colocación adecuada de las unidades de aire acondicionado es clave para asegurar que funcionen de manera eficiente y efectiva. Algunas recomendaciones generales:

8.2.1 Ubicación de la unidad interior (evaporadora):

Altura adecuada: Instalar a una altura de aproximadamente 2.5 a 3 metros del suelo. Esto ayuda a que el aire se distribuya de manera uniforme.

Evitar obstáculos: No colocar la unidad cerca de objetos que puedan bloquear la circulación del aire, como muebles o cortinas largas que tapen las salidas de aire.

Orientación del flujo de aire: Asegurar que el aire pueda fluir libremente No debe haber muebles, electrodomésticos o paredes justo frente a la unidad.

Alejada de fuentes de calor: Evitar colocarla cerca de cualquier electrodoméstico que genere calor.

Distribución del aire: instalar en el área a climatizar siendo para equipos de Cassette en una misma línea a lo largo del templo ubicada en el centro del mismo, y siendo para piso techo un equipo en pared sur, un equipo en pared norte, 2 equipos distribuidos uniformemente en pared este y oeste

8.2.2 Ubicación de la unidad exterior (condensadora):

Ventilación adecuada: La unidad exterior necesita estar en un lugar con buena ventilación. Evitando ubicarla en espacios cerrados o demasiado apretados, ya que necesita aire fresco para disipar el calor.

Accesibilidad para mantenimiento: Asegurar que la unidad esté a una altura que facilite el mantenimiento regular.

Evitar áreas con polvo o suciedad: No colocarse en lugares donde se acumule polvo o suciedad constantemente, ya que esto puede obstruir las rejillas de ventilación y disminuir la eficiencia.

Evitar exposición directa al sol: Instalar la unidad exterior en un lugar sombreado. La exposición prolongada al sol puede reducir su eficiencia y aumentar el consumo energético ya que esto puede afectar su rendimiento ya que el refrigerante R-410 utilizado actualmente condensa a una temperatura máxima de 40°C, (104°F) por lo cual si la temperatura es mayor la unidad no va a climatizar a como es debido.

8.2.3 Distancia entre unidades:

Asegura la distancia correcta: La distancia entre la unidad interior y la exterior es crucial. Cada modelo de aire acondicionado tiene un rango de distancia recomendado entre las dos unidades, generalmente entre 3 y 15 metros.

Evita las curvas extremas: Procurar que la instalación de las tuberías sea lo más recta posible. Las curvas pronunciadas pueden afectar el rendimiento del sistema, es mejor mantenerlas al mínimo. **Ver anexo Pág. 85**

8.3 Instalación

8.3.1 Evaporador

Al momento de realizar la instalación se debe tomar en cuenta la posición del evaporador, si su ubicación se encuentra en el cielo este deberá ser anclado a la estructura de pared o cielo. Se recomienda realizar la instalación anclando varillas roscadas a la estructura del techo debido a la fragilidad de la pared superior de tablones de madera

La estructura se encuentra anclado por 4 tarugos que al introducir la varilla roscada él se expande evitando su deslizamiento. **Ver anexos Pag, 84-85**

8.3.2 Condensador

Al momento de realizar la instalación de una condensadora, se evalúa la resistencia de la estructura del techo y láminas de zinc por lo cual la condensadora se va a encontrar fijada al techo en una soportaría metálica (cuna), o de no ser así posible se recomienda fijar la estructura metálica en una pared de cemento que soporte el peso o bien la estructura a nivel de suelo, aunque nunca apoyada en el mismo. **Ver anexos Pág. 86**

8.3.3 Distribución de tuberías

8.3.3.1 Tubería de equipos

Para evitar daños a corto, mediano y largo plazo en la distribución de tuberías de los equipos, se debe realizar estructuras metálicas conocidas como columpios que soporten el peso de ellas evitando quiebres por donde puede fugar refrigerante en un tiempo determinado. **Ver anexos Pág. 87**

8.3.3.2 Drenaje

Las opciones de drenaje recomendadas para la instalación en el centro son las siguientes

Se puede implementar un sistema de tuberías de drenaje los cuales sean receptoras del drenaje de los equipos instalados y esa agua de condensación sea liberada en el drenaje compartido del local o bien fuera del centro de convenciones, siendo esta opción la más económica.

Se puede implementar un sistema de bombas de drenaje 220V que sean impulsoras del agua de condensación de cada equipo en el techo del establecimiento y seguidamente conducidas por el canal de desagüe, siendo la opción más sencilla, pero más costosa de implementar.

8.4 Mantenimientos

8.4.1 Mantenimiento preventivo

Para realizar el mantenimiento preventivo correctamente se debe:

Evaporador: Desmontaje y lavado de carcasa, filtros, aletas de flujo de aire, blower, pana de drenaje y bomba de drenaje, debemos realizar una limpieza periódica en la tarjeta con una brocha limpia y seca

Condensador: Lavado de coil, limpieza de motor fan, y limpieza en seco de tarjeta electrónica

8.4.2 Mantenimiento General

El mantenimiento general consta de:

Evaporador: Desmontaje completo de evaporador para lavar todos componentes incluyendo el coil, desmontaje y lavado de carcasa, filtros, aletas de flujo de aire, blower, pana de drenaje y bomba de drenaje, limpieza periódica en la tarjeta con una brocha limpia y seca. Con el propósito de evitar fallas de climatización.

Condensador: Lavado de coil, limpieza de motor fan, y limpieza en seco de tarjeta electrónica

IX. Conclusión

El estudio permitió un examen exhaustivo de la viabilidad y ventajas de aplicar un sistema HVAC en el Centro Evangélico de Convenciones del Tabernáculo. En la cual se calculó la carga térmica del local en base al DTCE lo cual es 359,616.17 BTU/hr por lo cual se consideró las ganancias de calor en el local las cuales se tomó las transferencia de calor en paredes, ventanas, techo, pisos, personas, equipos, infiltración y demás.

Según la carga térmica se propuso al tabernáculo evangélico los equipos ideales tomando en cuenta los gastos energéticos, de eficiencia, y de capacidad climatizadora.

Se presento una recomendación de plan de mantenimiento preventivo y general en fechas estipuladas por el fabricante

Desde una perspectiva financiera, aunque el costo inicial para establecer el sistema de control climático es significativo, las ventajas a corto y largo plazo validan sustancialmente su despliegue. al elegir equipo efectivo y emplear tácticas adicionales, como aislar la estructura, Además, un aumento en la satisfacción y el bienestar entre los visitantes del centro de convenciones

X. Bibliografía

- Acondicionamiento de Aires. Edward G Pita
- Rediseño de un sistema de climatización en las instalaciones del edificio de operaciones de Momotombo Power Company en base al análisis energético. Orlando David Avendaño Benavidez 2021
- Diseño de un Sistema de Acondicionamiento de aire en la empresa IMPRESOS DIGITALES. Juan Miguel Rocha Orozco 2021

XI. Anexos

Tabla de temperatura Máxima en la ciudad de managua año 2023

INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES													
DIRECCIÓN GENERAL DE METEOROLOGÍA													
RESUMEN METEOROLÓGICO DIARIO													
Estación:	AEROPUERTO INTERNACIONAL AUGUSTO CESAR SANDINO MANAGUA								Código:	69027			
Departamento:	MANAGUA								Municipio:	MANAGUA			
Latitud:	12°08'36"								Longitud:	86°09'49"			
Años:	2023								Elevación:	56 msnm			
Parámetro:	Temperatura Máxima (°C)								Tipo:	HMP			
Día	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Máximo
1	31.0	30.4	34.3	35.0	36.8	33.5	33.6	31.0	33.5	36.0	29.5	33.6	36.8
2	32.8	33.0	34.0	34.4	36.5	34.5	32.0	34.2	35.3	35.8	33.0	32.0	36.5
3	32.4	31.4	34.0	35.5	36.6	33.5	33.5	36.1	34.0	36.4	32.0	33.5	36.6
4	32.6	32.2	34.7	35.0	37.5	33.7	32.6	36.6	33.6	33.5	30.3	32.6	37.5
5	32.2	33.0	34.6	35.6	37.4	31.6	34.6	35.8	34.8	34.6	31.8	34.6	37.4
6	32.4	33.2	34.5	35.0	37.2	33.6	35.2	36.2	34.2	33.5	32.8	35.2	37.2
7	32.0	34.0	33.8	34.2	36.8	30.0	33.2	35.5	34.5	34.4	33.4	33.2	36.8
8	32.0	33.6	31.6	34.6	36.5	33.4	33.5	35.8	35.0	35.3	33.6	33.5	36.5
9	32.6	33.9	33.4	34.7	36.6	33.7	34.0	36.4	35.4	34.7	33.8	34.0	36.6
10	32.4	33.6	33.5	34.8	36.5	33.0	29.5	36.2	35.5	33.6	34.2	29.5	36.5
11	32.4	32.6	33.8	35.5	37.5	35.0	34.0	36.8	34.7	33.2	31.4	34.0	37.5
12	32.8	33.6	33.5	35.0	38.0	36.5	31.6	36.0	35.4	34.5	33.4	31.6	38.0
13	33.0	33.2	32.6	36.0	36.5	36.4	31.6	33.7	35.0	33.4	32.5	31.6	36.5
14	32.8	34.2	34.5	36.0	37.4	33.0	34.6	36.0	35.5	33.5	33.1	34.6	37.4
15	30.8	34.2	35.6	35.9	37.7	34.5	34.1	34.4	35.3	33.8	32.6	34.1	37.7
16	31.0	34.0	34.2	35.5	33.8	31.5	31.6	35.5	34.0	33.5	34.2	31.6	35.5
17	31.6	33.4	34.2	35.6	37.5	32.8	32.2	35.8	35.0	33.6	31.5	32.2	37.5
18	32.4	33.6	32.5	34.5	37.7	33.2	33.8	34.5	34.5	33.5	30.4	33.8	37.7
19	32.8	33.8	34.5	35.6	38.0	34.2	35.3	35.0	35.5	33.0	31.4	35.3	38.0
20	31.0	32.0	34.0	36.0	37.2	34.0	34.0	34.4	35.2	33.1	32.0	34.0	37.2
21	32.6	28.1	32.4	35.5	35.5	34.6	34.7	33.2	34.4	32.7	32.0	34.7	35.5
22	32.8	33.6	33.5	35.6	37.3	33.4	35.3	30.6	35.7	33.6	32.8	35.3	37.3
23	31.2	33.0	33.0	35.5	37.2	33.5	32.2	32.5	35.4	32.5	32.0	32.2	37.2
24	33.2	33.6	32.5	35.2	36.5	30.4	33.0	24.8	35.9	30.8	31.8	33.0	36.5
25	34.0	33.0	34.0	36.0	32.4	34.1	34.3	29.6	35.8	33.4	33.0	34.3	36.0
26	33.2	33.6	34.6	35.5	32.5	33.6	35.2	33.5	35.4	33.2	30.5	35.2	35.5
27	32.4	33.5	35.0	35.5	33.5	32.5	34.8	33.5	36.2	33.0	33.5	34.8	36.2
28	30.0	34.2	34.5	35.3	35.6	33.5	34.0	32.4	35.9	32.5	33.5	34.0	35.9
29	32.4	-	34.0	33.8	34.5	34.5	35.0	32.3	35.8	29.0	32.8	35.0	35.8
30	32.6	-	33.2	37.4	35.4	35.0	33.4	35.0	35.4	27.5	31.0	33.4	37.4
31	32.6	-	34.5	-	29.5	-	35.2	35.5	-	30.4	-	35.2	35.5
Suma	1000.0	925.5	1049.0	1059.7	1119.6	1006.7	1041.6	1058.8	1051.8	1031.5	969.8	1041.6	1140.2
Media	32.3	33.1	33.8	35.3	36.1	33.6	33.6	34.2	35.1	33.3	32.3	33.6	36.8
Max	34.0	34.2	35.6	37.4	38.0	36.5	35.3	36.8	36.2	36.4	34.2	35.3	38.0
Min	30.0	28.1	31.6	33.8	29.5	30.0	29.5	24.8	33.5	27.5	29.5	29.5	35.5

Autor: INETER

Humedad relativa máxima en la ciudad de managua año 2023

Estación:	AEROPUERTO INTERNACIONAL AUGUSTO CESAR SANDINO MANAGUA							Código:	69027				
Departamento: MANAGUA								Municipio:	MANAGUA				
Latitud:	12°08'36"							Longitud:	86°09'49"				
Años:	2023							Elevación:	56 msnm				
Parámetro:	Humedad Relativa (%)							Tipo:	HMP				
Día	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Media
1	73	76	63	65	70	85	73	88	80	74	92	73	76
2	75	69	66	61	68	78	81	75	76	74	85	81	74
3	75	68	68	66	64	79	82	69	80	74	89	82	75
4	73	67	65	63	54	77	81	66	81	82	91	81	73
5	75	63	66	62	53	85	78	69	79	82	90	78	73
6	72	67	65	67	51	79	76	69	74	84	86	76	72
7	72	66	63	68	52	86	75	73	75	80	82	75	72
8	76	68	70	64	54	81	81	73	74	77	83	81	74
9	73	65	66	61	58	88	77	68	74	78	76	77	72
10	72	66	64	60	63	87	83	69	72	88	79	83	74
11	72	70	64	60	61	76	73	68	75	87	85	73	72
12	73	63	65	62	67	71	83	72	72	82	85	83	73
13	67	61	76	63	65	80	87	74	72	85	81	87	75
14	66	63	73	62	58	82	76	76	72	81	81	76	72
15	63	68	71	63	58	84	84	81	73	86	82	84	75
16	64	66	74	60	69	90	80	77	76	84	84	80	75
17	74	63	67	62	66	86	81	76	79	83	86	81	75
18	73	67	74	62	60	79	77	79	79	80	89	77	75
19	73	62	70	61	59	75	73	79	76	84	74	73	72
20	74	63	63	61	59	75	73	81	79	79	80	73	72
21	73	86	69	62	60	83	73	87	76	88	84	73	76
22	75	63	67	64	61	79	84	84	78	81	79	84	75
23	74	67	69	65	61	79	83	86	76	82	77	83	75
24	72	63	71	62	64	82	74	97	73	89	83	74	75
25	71	71	67	65	76	74	72	92	75	82	79	72	75
26	68	65	65	61	78	76	75	84	75	80	88	75	74
27	64	67	68	61	78	84	75	83	68	82	75	75	73
28	65	66	63	66	65	83	75	87	75	84	72	75	73
29	71	-	61	75	80	74	76	84	74	88	77	76	76
30	71	-	62	69	81	72	83	75	75	96	78	83	77
31	73	-	60	-	91	-	79	76	-	93	-	79	79
Suma	2212	1869	2075	1903	2004	2409	2423	2417	2263	2569	2472	2423	2299
Media	71	67	67	63	65	80	78	78	75	83	82	78	74
Max	76	86	76	75	91	90	87	97	81	96	92	87	79
Min	63	61	60	60	51	71	72	66	68	74	72	72	72

Autor: INETER

Descripción de grupos de construcción de paredes.

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

Autor: Edward G. Pita

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

Latitud	Mes	N	NNE NNW	NE NW	ENE WNW	E W	ESE WSW	SE SW	SSE SSW	S	HORA
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/Sept	-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
8	Dic	-4	-6	-6	-6	-3	0	4	8	12	-5
	Ene/Nov	-3	-5	-6	-5	-2	0	3	6	10	-4
	Feb/Oct	-3	-4	-3	-3	-1	-1	1	2	4	-1
	Mar/Sept	-3	-2	-1	-1	-1	-2	-2	-3	-4	0
	Abr/Ago	2	2	2	0	-1	-4	-5	-7	-7	-1
	May/Jul	7	5	4	0	-2	-5	-7	-9	-7	-2
	Jun	9	6	4	0	-2	-6	-8	-9	-7	-2
16	Dic	-4	-6	-8	-8	-4	-1	4	9	13	-9
	Ene/Nov	-4	-6	-7	-7	-4	-1	4	8	12	-7
	Feb/Oct	-3	-5	-5	-4	-2	0	2	5	7	-4
	Mar/Sept	-3	-3	-2	-2	-1	-1	0	0	0	-1
	Abr/Ago	-1	0	-1	-1	-1	-3	-3	-5	-6	0
	May/Jul	4	3	3	0	-1	-4	-5	-7	-7	0
	Jun	6	4	4	1	-1	-4	-6	-8	-7	0
24	Dic	-5	-7	-9	-10	-7	-3	3	9	13	-13
	Ene/Nov	-4	-6	-8	-9	-6	-3	3	9	13	-11
	Feb/Oct	-4	-5	-6	-6	-3	-1	3	7	10	-7
	Mar/Sept	-3	-4	-3	-3	-1	-1	1	2	4	-3
	Abr/Ago	-2	-1	0	-1	-1	-2	-1	-2	-3	0
	May/Jul	1	2	2	0	0	-3	-3	-5	-6	1
	Jun	3	3	3	1	0	-3	-4	-6	-6	1
32	Dic	-5	-7	-10	-11	-8	-5	2	9	12	-17
	Ene/Nov	-5	-7	-9	-11	-8	-4	2	9	12	-15
	Feb/Oct	-4	-6	-7	-8	-4	-2	4	8	11	-10
	Mar/Sept	-3	-4	-4	-4	-2	-1	3	5	7	-5
	Abr/Ago	-2	-2	-1	-2	0	-1	0	1	1	-1
	May/Jul	-1	1	1	0	0	-1	-1	-3	-3	1
	Jun	1	2	2	1	0	-2	-2	-4	-4	2
40	Dic	-6	-8	-10	-13	-10	-7	0	7	10	-21
	Ene/Nov	-5	-7	-10	-12	-9	-6	1	8	11	-19
	Feb/Oct	-5	-7	-8	-9	-6	-3	3	8	12	-14
	Mar/Sept	-4	-5	-5	-6	-3	-1	4	7	10	-8
	Abr/Ago	-2	-3	-2	-2	0	0	2	3	4	-3
	May/Jul	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	Jun	1	1	1	0	1	0	0	-1	-1	2
48	Dic	-6	-8	-11	-14	-13	-10	-3	2	6	-25
	Ene/Nov	-6	-8	-11	-13	-11	-8	-1	5	8	-24
	Feb/Oct	-5	-7	-10	-11	-8	-5	1	8	11	-18
	Mar/Sept	-4	-6	-6	-7	-4	-1	4	8	11	-11
	Abr/Ago	-3	-3	-3	-3	-1	0	4	6	7	-5
	May/Jul	0	-1	0	0	1	1	3	3	4	0
	Jun	1	1	2	1	2	1	2	2	3	2
56	Dic	-7	-9	-12	-16	-16	-14	-9	-5	-3	-28
	Ene/Nov	-6	-8	-11	-15	-14	-12	-6	-1	2	-27
	Feb/Oct	-6	-8	-10	-12	-10	-7	0	6	9	-22
	Mar/Sept	-5	-6	-7	-8	-5	-2	4	8	12	-15
	Abr/Ago	-3	-4	-4	-4	-1	1	5	7	9	-8
	May/Jul	0	0	0	0	2	2	5	6	7	-2
	Jun	2	1	2	1	3	3	4	5	6	1

Autor: Edward G. Pita

Diferencias de temperatura para carga de enfriamiento (DTCE para cálculo de carga de paredes al sol, 1°F

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

Diferencia de temperatura para carga de enfriamiento (DTCE) en techos.

Techo No.	Descripción de la construcción	Hora Peso, lb/ft ²	Valor de U, BTU/h Ft ² ·°F	Hora solar h																							
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
				Sin cielo raso suspendido																							
1.	Lámina de metal con aislamiento de 1 o 2 in	7 (8)	0.213 (0.124)	1	-2	-3	-3	-5	-3	6	19	34	49	61	71	78	79	77	70	59	45	30	18	12	8	5	3
2.	Madera de 1 in con aislamiento de 1 in	8	0.170	6	3	0	-1	-3	-3	-2	4	14	27	39	52	62	70	74	74	70	62	51	38	28	20	14	9
3.	Concreto ligero de 4 in	18	0.213	9	5	2	0	-2	-3	-3	1	9	20	32	44	55	64	70	73	71	66	57	45	34	25	18	13
4.	Concreto pesado de 1 a 2 in	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 in con aislamiento de 2 in	19	0.109	3	0	-3	-4	-5	-7	-6	-3	5	16	27	39	49	57	63	64	62	57	48	37	26	18	11	7
6.	Concreto ligero de 6 in	24	0.158	22	17	13	9	6	3	1	1	3	7	15	23	33	43	51	58	62	64	62	57	50	42	35	28
7.	Madera de 2.5 in con aislamiento de 1 in	13	0.130	29	24	20	16	13	10	7	6	6	9	13	20	27	34	42	48	53	55	56	54	49	44	39	34
8.	Concreto ligero de 8 in	31	0.126	35	30	26	22	18	14	11	9	7	7	9	13	19	25	33	39	46	50	53	54	53	49	45	40
9.	Concreto pesado de 4 in con aislamiento de 1 o 2 in	52	0.200 (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 in con aislamiento de 2 in	13	0.093	30	26	23	19	16	13	10	9	8	9	13	17	23	29	36	41	46	49	51	50	47	43	39	35
11.	Sistema de terrazas de techo	75	0.106	34	31	28	25	22	19	16	14	13	13	15	18	22	26	31	36	40	44	45	46	45	43	40	37
12.	Concreto pesado de 6 in con aislamiento de 1 o 2 in	75	0.192 (0.117)	31	28	25	22	20	17	15	14	14	16	18	22	26	31	36	40	43	45	45	44	42	40	37	34
13.	Madera de 4 in con aislamiento de 1 o 2 in	17	0.106 (0.078)	38	36	33	30	28	25	22	20	18	17	16	17	18	21	24	28	32	36	39	41	43	43	42	40
				Con cielo raso suspendido																							
1.	Lámina de acero con aislamiento de 1 o 2 in	9 (10)	0.134 (0.092)	2	0	-2	-3	-4	-4	-1	9	23	37	50	62	71	77	78	74	67	56	42	28	18	12	8	5
2.	Madera de 1 in con aislamiento de 1 in	10	0.115	20	15	11	8	5	3	2	3	7	13	21	30	40	48	55	60	62	58	51	44	37	30	37	25
3.	Concreto ligero de 4 in	20	0.134	19	14	10	7	4	2	0	0	4	10	19	29	39	48	56	62	65	64	61	54	46	38	30	24
4.	Concreto pesado de 2 in con aislamiento de 1 in	30	0.131	28	25	23	20	17	15	13	13	14	16	20	25	30	35	39	43	46	47	46	44	41	38	35	32
5.	Madera de 1 in con aislamiento de 2 in	10	0.083	25	20	16	13	10	7	5	5	7	12	18	25	33	41	48	53	57	57	56	52	46	40	34	29
6.	Concreto ligero de 6 in	26	0.109	32	28	23	19	16	13	10	8	7	8	11	16	22	29	36	42	48	52	54	54	51	47	42	37
7.	Madera de 2.5 in con aislamiento de 1 in	15	0.096	34	31	29	26	23	21	18	16	15	15	16	18	21	25	30	34	38	41	43	44	44	42	40	37
8.	Concreto ligero de 8 in	33	0.093	39	36	33	29	26	23	20	18	15	14	14	15	17	20	25	29	34	38	42	45	46	45	44	42
9.	Concreto pesado de 4 in con aislamiento de 1 o 2 in	53	0.128 (0.090)	30	29	27	26	24	22	21	20	20	21	22	24	27	29	32	34	36	38	38	38	37	36	34	33
10.	Madera de 2.5 in con aislamiento de 2 in	15	0.072	35	33	30	28	26	24	22	20	18	18	18	20	22	25	28	32	35	38	40	41	41	40	39	37
11.	Sistema de terrazas de techo	77	0.082	30	29	28	27	26	25	24	23	22	22	22	23	23	25	26	28	29	31	32	33	33	33	33	32
12.	Concreto pesado con aislamiento de 1 a 2 in	77	0.125 (0.088)	29	28	27	26	25	24	23	22	21	21	22	23	25	26	28	30	32	33	34	34	34	33	32	31
13.	Madera de 4 in con aislamiento de 1 o 2 in	19	0.082 (0.064)	35	34	33	32	31	29	27	26	24	23	22	21	22	22	24	25	27	30	32	34	35	36	37	36

Autor: fundamentals ashrae handbook y product directory, año 1985)

Coeficiente global de transferencia de calor (u) en vidrios.

Paneles verticales (ventanas exteriores, puertas corredizas de vidrio y particiones) Vidrio plano, tragaluz y lámina de plástico				Paneles horizontales — vidrio plano, tragaluz y domos de plástico			
Descripción	Invierno	Exterior Verano	Interior	Descripción	Invierno	Exterior Verano	Interior
Vidrio plano vidrio sencillo	1.10	1.04	0.73	Vidrio plano vidrio sencillo	1.23	0.83	0.96
Vidrio aislante - doble espacio de aire de 1/4"ª	0.58	0.61	0.49	Vidrio aislante - doble espacio de aire de 1/4"ª	0.65	0.54	0.59
espacio de aire de 1/2"ª	0.49	0.56	0.46	espacio de aire de 1/2"ª	0.59	0.49	0.56
espacio de aire de 1/2"ª, recubrimiento de baja emisión ^c				recubrimiento de baja emisión ^c			
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 ^d				Tragaluz ^e			
Espacio de aire de 1/4"ª	0.39	0.44	0.38	11 x 11 x 3 in espesor con divisor de cavidad	0.53	0.35	0.44
espacio de aire de 1/2"ª	0.31	0.39	0.30	12 x 12 x 4 in espesor con divisor de cavidad	0.51	0.34	0.42
ventanas dobles espacio de aire de 1" a 4"ª	0.50	0.50	0.44	Domos de plástico/ de pared sencilla	1.15	0.80	--
Lámina de plástico sencilla				de pared doble	0.70	0.46	--
1/8" espesor	1.06	0.98	--	Factores de ajuste para paneles verticales y horizontales			
1/4" espesor	0.96	0.89	--	Descripción	Vidrio sencillo	Vidrio doble o triple	Ventanas dobles
1/2" espesor	0.81	0.76	--				
unidad aislante - doble				Ventanas			
espacio de aire de 1/4"ª	0.55	0.56	--	Todas de vidrio	1.00	1.00	1.00
espacio de aire de 1/2"ª	0.43	0.45	--	Marco de madera - 80% vidrio	0.90	0.95	0.90
Tragaluz ^e				Marco de madera - 60% vidrio	0.80	0.85	0.80
6 x 6 x 4 in espesor	0.60	0.57	0.46	Marco de metal - 80% vidrio	1.00	1.20 ^g	1.20 ^g
8 x 8 x 4 in espesor	0.56	0.54	0.44	Ventanas y puertas			
— con divisor del hueco	0.48	0.46	0.38	corredizas de vidrio	0.95	1.00	--
12 x 12 x 4 in espesor	0.52	0.50	0.41	Marco de madera	1.00	1.10 ^g	--
— con divisor del hueco	0.44	0.42	0.36	Marco de metal			
12 x 12 x 2 in espesor	0.60	0.57	0.46				

Autor: Edward G. Pita

Factores de ganancia máxima de calor por radiación solar en vidrios.

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

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

Autor: Edward G. Pita

Factores de carga en vidrios sin sombreado interior

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	0.8	0.82	0.82	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	0.7	0.75	0.76	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	0.7	0.73	0.72	0.70	0.70	0.74	0.57	0.46	0.39	0.34	0.31	0.28
NE	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	0.3	0.31	0.28	0.26	0.23	0.19	0.15	0.12	0.10	0.08	0.06	0.05
	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	0.3	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	0.2	0.27	0.26	0.24	0.22	0.20	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10
E	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	0.3	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	0.52	0.51	0.44	0.36	0.3	0.32	0.29	0.26	0.23	0.21	0.17	0.15	0.13	0.11	0.10	0.08
	H	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07	0.21	0.34	0.45	0.50	0.49	0.43	0.36	0.3	0.29	0.26	0.24	0.22	0.19	0.17	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10
SE	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	0.4	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	0.4	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	0.4	0.36	0.33	0.30	0.27	0.24	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12
S	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	0.6	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	0.5	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	0.5	0.55	0.50	0.43	0.38	0.32	0.26	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15
SW	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	0.3	0.49	0.60	0.66	0.66	0.58	0.43	0.33	0.27	0.22	0.18	0.14
	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	0.3	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	0.3	0.44	0.52	0.56	0.56	0.49	0.37	0.30	0.25	0.21	0.19	0.17
W	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	0.2	0.32	0.45	0.57	0.64	0.61	0.44	0.34	0.27	0.22	0.18	0.14
	M	0.16	0.13	0.11	0.10	0.09	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.1	0.2	0.29	0.40	0.50	0.56	0.55	0.41	0.33	0.27	0.23	0.20	0.17
	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	0.2	0.30	0.40	0.49	0.54	0.52	0.38	0.30	0.24	0.21	0.18	0.16
NW	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	0.1	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	0.13	0.14	0.16	0.17	0.1	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	0.11	0.10	0.11	0.12	0.13	0.15	0.16	0.18	0.19	0.1	0.22	0.30	0.41	0.50	0.51	0.36	0.29	0.23	0.20	0.17	0.15
HORA	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 = construcción ligera: Pared exterior de bastidores, losa de piso de concreto de 2 in, con aprox. 30 lb de material/ft² de piso.

M = Construcción media: Pared exterior de concreto de 4 in, losa de piso de concreto de 4 in, con aprox. 70 lb de material de construcción por ft² de piso.

H = Construcción pesada: Pared exterior de concreto de 6 in, losa de piso de concreto de 6 in, con aprox. 130 lb de material de construcción por ft² de piso.

Autor: Edward G. Pita

Coeficiente de sombreado en vidrios

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

Autor: Edward G. Pita

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

TABLA 6.11. TASAS DE GANANCIA DE CALOR DEBIDA A LOS OCUPANTES DEL RECINTO ACONDICIONADO*

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

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

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

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

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

. Autor: Edward G. Pita

Cambios de aire por hora en residencias.

TABLA 3.5. CAMBIOS DE AIRE POR HORA QUE SE PRESENTAN BAJO CONDICIONES PROMEDIO EN RESIDENCIAS, EXCLUYENDO EL AIRE DE VENTILACIÓN

Tipo de recinto	Vidrio sencillo sin cinta hermética	Guardaventana o con cinta hermética
Sin ventanas ni puertas exteriores	0.5	0.3
Puertas o ventanas exteriores de un lado	1	0.7
Puertas o ventanas exteriores en dos lados	1.5	1
Ventanas o puertas exteriores en tres lados	2	1.3
Vestíbulos de entrada	2	1.3

Autor: Edward G. Pita

Evaporador Cassette



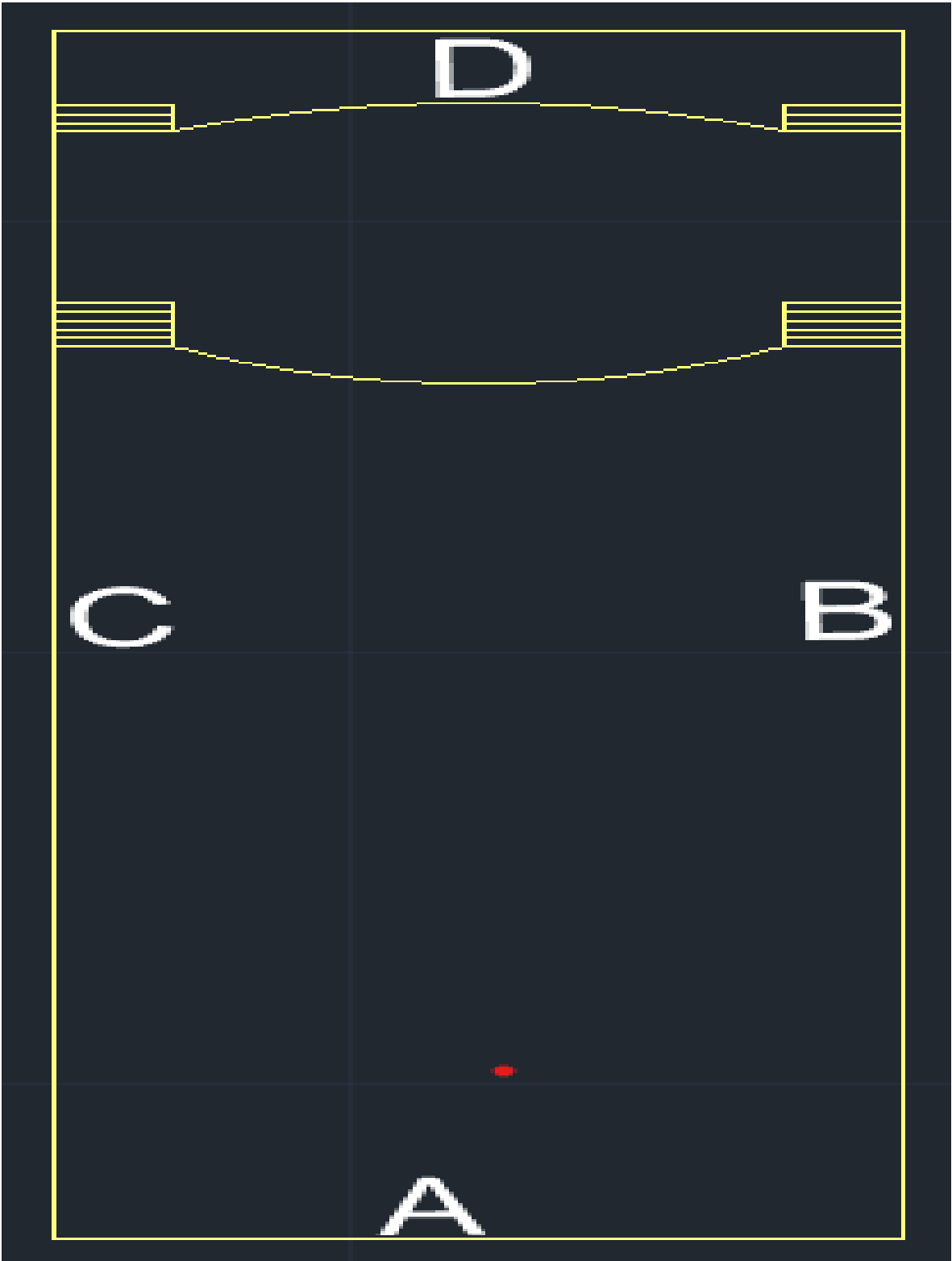
Autor: Google Imágenes

Evaporador piso techo



Autor: Google Imágenes

Distribución de paredes Iglesia Tabernáculo Evangélico (Centro de convenciones)



Autor: Propio

Proforma cotización MYM Mantica



m&m mántica, s.a.

RUC: J0310000032556



Cliente: Iglesia Tabernáculo Evangélico
 RUC:
 EMAIL:
 Atencion: Iglesia Tabernáculo Evangélico
 Telefono:
 Direccion:

Vendedor: **DENISSE MOLINA**
 Cel: 88351294
 ext: 22668002 - 112
 fecha: 20-mar-25
 Cotizacion No. 200301

ITEM	DESCRIPCION	CANT	UNITARIO		TOTAL
Aire acondicionado Tipo PISO TECHO Marca Carrier					
Voltaje 208/230/1/60 Hz Refrigerante Ecológico INVERTER					
1	Evaporador 60,000 BTU, SEER 18.77 High Efficiency	1	C\$	62,561.55	C\$ 62,561.55
2	Condensador 60,000 BTU, SEER 18.77 High Efficiency	1	C\$	93,842.32	C\$ 93,842.32
Aire acondicionado Tipo CASEETTE Marca Carrier					
Voltaje 208/230/1/60 Hz Refrigerante Ecológico INVERTER					
3	Evaporador 60,000 BTU, SEER 18.77 High Efficiency	1	C\$	62,561.55	C\$ 62,561.55
4	Condensador 60,000 BTU, SEER 18.77 High Efficiency	1	C\$	93,842.32	C\$ 93,842.32
				Subtotal	C\$ 312,807.74
				IVA 15%	C\$ 46,921.16
				Total neto a pagar U\$S	C\$ 359,728.90

Autor: MYM Mantica

Proforma cotización FRIO AIRE



Cotización N° **SL SR16CO285**

24/2/2025
11:29:41

Managua, 24 de febrero de 2025
Señores Iglesia Tabernáculo evangélico

Atención a:

Cel/Tel:

Email:

Presente

Por este medio sometemos a su consideración nuestra cotización de suministro de equipos, repuestos o insumos, según detalle:

<u>CÓDIGO</u>	<u>DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>P.UNIT.C\$</u>	<u>IMPORTE.C\$</u>
NEO60SC-T	MANEJADOR APISO/TECHO 60,000 BTU 230/1/60 COMFORT STAR	1.00	C\$ 20,008.89	C\$20,008.89
MRR60-410-T	CONDENSADOR 60,000 BTU INVERTER 230/1/60 DESCARGA VERTICAL FREON 410A 5 TON SEER 18 COMFORT STAR	1.00	C\$ 59,790.27	C\$59,790.27

* SOMOS GRANDES CONTRIBUYENTES, ESTAMOS EXENTOS, ESTAMOS EXENTOS DE RETENCIÓN

* Tiempo de entrega: inmediata.

* Validez de la oferta: 5 días.

* Forma de pago: CONTADO.

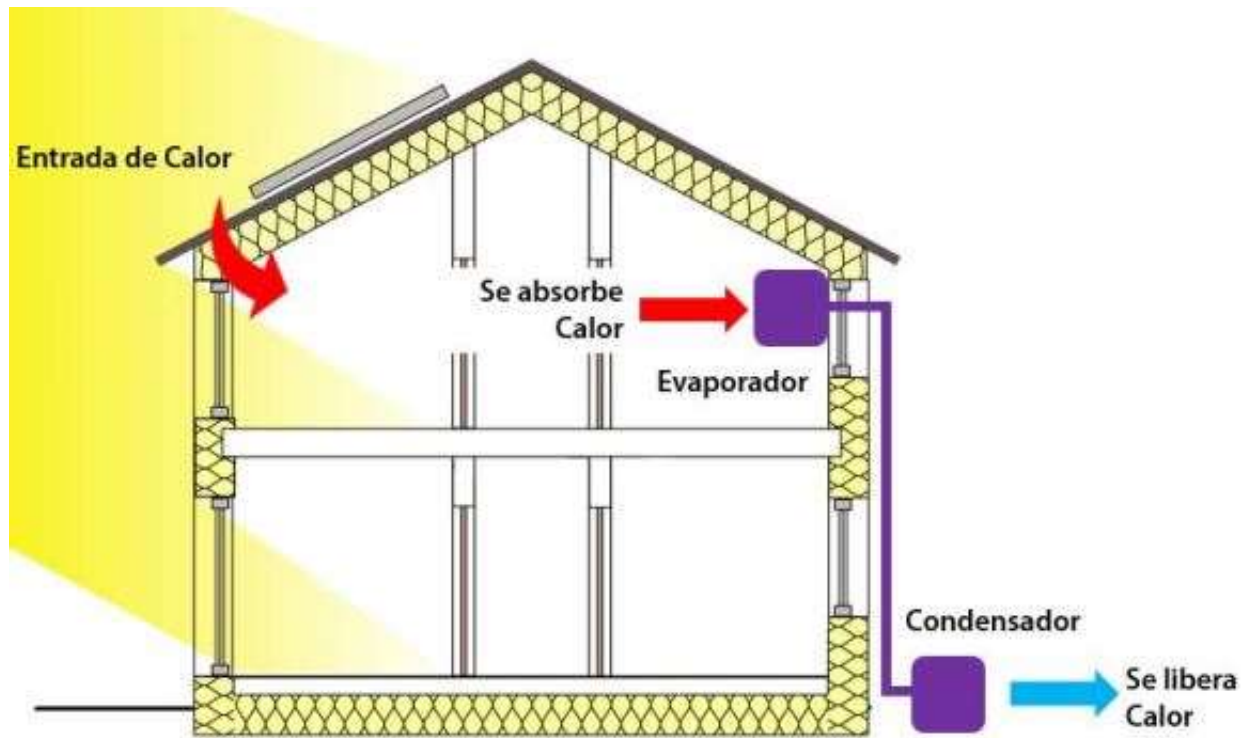
SUB TOTAL C\$: 79,798.86

IVA C\$: 11,969.83

TOTAL C\$: 91,768.69

Autor: Frio Aire

Instalación de unidades exteriores e interiores



Autor: Google Imágenes

Estructura instalación evaporador Cassette



Autor: Google Imágenes

Estructura instalación evaporador Piso techo



Autor: Google Imágenes.

Estructura instalación Condensadora



Autor: Google Imágenes

Estructura de instalación de tuberías condensador



Autor: Propio

Tarifas actualizadas a entrar en vigencia el 1 de abril de 2025

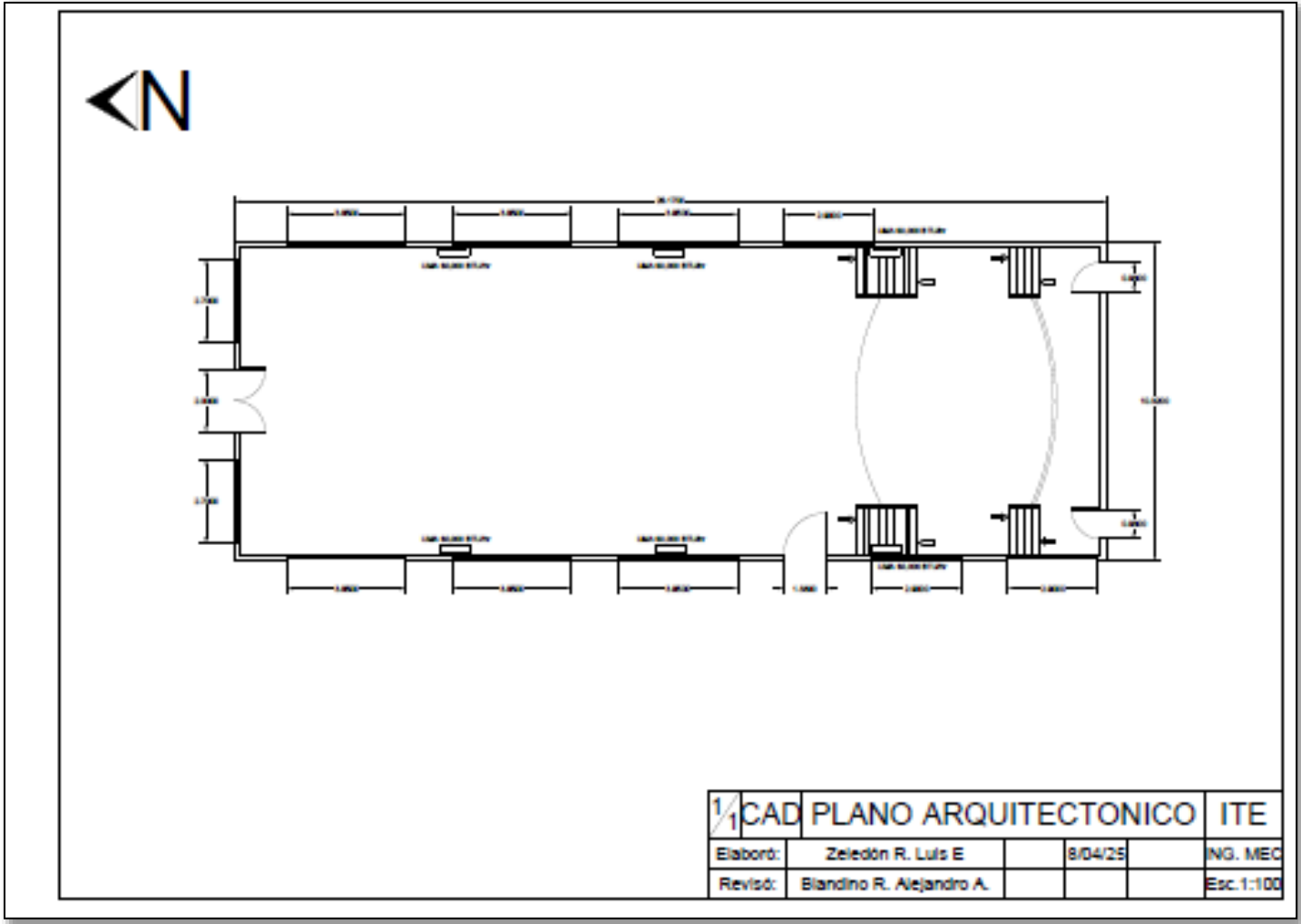


INSTITUTO NICARAGÜENSE DE ENERGÍA ENTE REGULADOR TARIFAS ACTUALIZADAS A ENTRAR EN VIGENCIA EL 1 DE ABRIL DE 2025 AUTORIZADAS PARA LAS DISTRIBUIDORAS DISNORTE Y DISSUR

BAJA TENSION (120,240 y 480 V)					
TIPO DE TARIFA	APLICACIÓN	TARIFA		CARGO POR	
		CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	ENERGÍA (C\$/kWh)	POTENCIA (C\$/kW-mes)
RADIODIFUSORAS	Aplicables a las radiodifusoras con potencia de transmisión iguales o inferiores a 5 kW en estaciones de Amplitud Modulada y de 2 kW en estaciones de Frecuencia Modulada.	TR	TARIFA MONOMIA Todos los kWh	6.5446	
BOMBEO	Para extracción y bombeo de agua potable para suministro público.	T-7	TARIFA MONOMIA Todos los kWh	6.9730	
		T-7A	TARIFA BINOMIA SIN MEDICIÓN HORARIA ESTACIONAL	4.7573	
					1,053.0006
		T-7B	TARIFA BINOMIA CON MEDICIÓN HORARIA ESTACIONAL		
			Verano Punta	8.1037	
			Invierno Punta	8.1037	
			Verano Fuera de Punta	5.3114	
			Invierno Fuera de Punta	5.3114	
			Verano Punta		961.0625
			Invierno Punta		961.0625
Verano Fuera de Punta			0.0000		
Invierno Fuera de Punta		0.0000			
ALUMBRADO PÚBLICO	Para iluminación de Calles, Plazas y Areas Publicas.	T-8	Todos los kWh	10.2053	
IGLESIA	Exclusivo para templos religiosos.	T-9	Todos los kWh	6.4245	
APOYO A LA INDUSTRIA TURÍSTICA MENOR	Carga contratada hasta 25 kW, para uso de Hospedería Menor (menos de 15 unidades habitacionales para alojamiento), Servicios de Alimentos y Bebidas, Entretenimiento y Centros Nocturnos, Centros de Convenciones, Marinas Turísticas.	T1-H	TARIFA MONOMIA Todos los kWh	7.6184	
		T-1 A-H	TARIFA BINOMIA SIN MEDICIÓN HORARIO ESTACIONAL		
	Todos los kWh		5.3737		
		kW de Demanda Máxima		715.7456	
APOYO A LA INDUSTRIA TURÍSTICA MAYOR	Carga contratada mayor de 25 kW, para uso de Hospedería Menor (menos de 15 unidades habitacionales para alojamiento), Servicios de Alimentos y Bebidas, Entretenimiento y Centros Nocturnos, Centros de Convenciones, Marinas Turísticas.	T-2-H	TARIFA BINOMIA SIN MEDICIÓN HORARIO ESTACIONAL		
			Todos los kWh	5.9898	
		kW de Demanda Máxima		714.0095	
INDUSTRIA TURÍSTICA MENOR	Carga contratada hasta 25 kW, para uso de Hoteles, Condo Hoteles, Aparta Hoteles, Alojamiento en Tiempo Compartido, Moteles Turísticos, Paradores de Nicaragua con no menos de quince unidades habitacionales para alojamiento ubicados en zonas rurales o urbanas, Parques de Atracciones TURÍSTICAS Permanentes (parques temáticos).	T3-H	TARIFA MONOMIA Todos los kWh	7.6184	
		T-3 A-H	TARIFA BINOMIA SIN MEDICIÓN HORARIO ESTACIONAL		
	Todos los kWh		5.3737		
		kW de Demanda Máxima		715.7456	
INDUSTRIA TURISTICA MEDIANA	Carga contratada entre 25 kW y 200 kW, para uso de Hoteles, Condo Hoteles, Aparta Hoteles, Alojamiento en Tiempo Compartido, Moteles Turísticos, Paradores de Nicaragua con no menos de 15 unidades habitacionales para alojamiento ubicados en zonas rurales o urbanas, Parques de Atracciones TURÍSTICAS Permanentes (parques temáticos).	T-4-H	TARIFA BINOMIA SIN MEDICIÓN HORARIO ESTACIONAL		
			Todos los kWh	5.9247	
		kW de Demanda Máxima		706.2486	
INDUSTRIA TURISTICA MAYOR	Carga contratada mayor de 200 kW, para uso de Hoteles, Condo Hoteles, Aparta Hoteles, Alojamiento en Tiempo Compartido, Moteles Turísticos, Paradores de Nicaragua con no menos de 15 unidades habitacionales para alojamiento ubicados en zonas rurales o urbanas, Parques de Atracciones TURÍSTICAS Permanentes (parques temáticos).	T-5-H	TARIFA BINOMIA SIN MEDICIÓN HORARIO ESTACIONAL		
			Todos los kWh	6.1176	
		kW de Demanda Máxima		673.8580	

Autor: INE

Plano arquitectónico Centro de convenciones Iglesia tabernáculo evangélico



Autor: Propio

Centro de convenciones Tabernáculo Evangélico



Autor: Propio



Autor: Propio



Autor: Propio

