

INTRODUCCION

Debido al consumo excesivo de energía que genera el continuo uso de los sistemas de acondicionamiento de aire y la necesidad de limitar el empleo de fluidos refrigerantes tipo CFC (clorofluorocarbono), HCFC (hidroclorofluorocarbono) y HFC (hidrofluorocarbono), se está llevando a la búsqueda de alternativas no perjudiciales para el medio ambiente, así como el ahorro de energía eléctrica lo cual conlleva a una disminución de costos.

Uno de los fluidos refrigerantes no contaminantes que mejores resultados ha dado debido a su calor latente y a su posibilidad de almacenamiento es el hielo líquido. Este almacenamiento de energía frigorífica es el punto clave para el ahorro de energía eléctrica, ya que en un determinado tiempo se apagarán gran parte de los compresores para dejar recirculando únicamente mediante bombas el hielo líquido y así podremos obtener una mejor eficiencia en los sistemas de aire acondicionado.

El proyecto consiste en el estudio térmico de un refrigerante secundario, analizar sus propiedades físicas para seleccionar el refrigerante secundario adecuado que deberá utilizarse en el desarrollo de este proyecto.

CAPITULO I

GENERALIDADES DEL PROYECTO

1.1.-PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El acondicionamiento de aire es algo muy relevante en la actualidad debido a que la temperatura sube considerablemente año con año debido a diversos factores contaminantes. Uno de los tantos problemas que podemos mencionar es el calentamiento global. Ahora es más común ver que en distintos lugares se cuente con un equipo acondicionador de aire, por lo tanto se debe de pensar en los pros y contras que trae dicho uso. Uno de los principales problemas es el excesivo consumo de energía eléctrica, es por esto que se decide pensar en un proyecto que nos ayude a disminuir dicho consumo y por tanto disminuir el costo.

1.2.-JUSTIFICACION

Se tendrá una disminución en costos de consumo de energía eléctrica tomando en cuenta que va dirigido a los hoteles de 4 estrellas y a lugares donde hacen uso de los equipos acondicionadores de aire de gran capacidad durante todo el día.

1.3.-OBJETIVOS

1.3.1.-OBJETIVO GENERAL

- Estudio y análisis de una sustancia bifásica para acondicionamiento de aire

1.3.2.-OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Análisis de la sustancia a usar.
- Cálculo de la carga térmica del prototipo
- Selección de equipo
- Elaboración de planos del prototipo

CAPITULO II

DESCRIPCION DEL PROYECTO

2.1.-DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto denominado “*Estudio y análisis de una sustancia bifásica para un banco de hielo en sistemas de agua helada de acondicionamiento de aire*”, es un proyecto de investigación en el cual se pretende estudiar a un refrigerante secundario, analizar sus propiedades y seleccionar al que mejor se apege a las necesidades, es decir, el cual permita mantenernos a cierta temperatura pero sin hacer uso del 100 % de la capacidad de los compresores. Con esta disminución de uso de los compresores se pretende disminuir el uso de energía eléctrica pero sin disminuir la eficiencia de los equipos de aire acondicionado.

Para esto se analizará la cantidad de sustancia a usar y esto va a depender directamente de la temperatura a la que se quiere acondicionar el espacio y de la sustancia a emplear.

El proyecto está dirigido principalmente para los hoteles de 4 estrellas que son los que consumen energía en exceso porque son los que mantienen siempre encendido el equipo acondicionador de aire. Para ellos, la Comisión Federal de Electricidad maneja una tarifa distinta. En el desarrollo del proyecto se analizaran estas distintas tarifas.

2.2.-ANALISIS DEL FLUIDO BIFASICO

Debido a los esfuerzos internacionales para reducir el daño a la capa de ozono y evitar el calentamiento global del planeta, se está intentando reducir el uso y la emisión de ciertos refrigerantes a la atmósfera (protocolo de Montreal), por lo que cada vez hay menos opciones disponibles para los usuarios de refrigerantes a gran escala. Así pues, la industria se ha visto forzada a buscar otras alternativas.

Además, las medidas de seguridad cada vez son más estrictas, por lo que hay que disminuir el riesgo de intoxicaciones causadas por una posible fuga de refrigerante, así como el costo que supone la recarga del mismo.

Una de las alternativas más interesantes consiste en utilizar un sistema indirecto donde el refrigerante más tóxico se confine en la sala de máquinas (refrigerante primario) y el secundario sea no tóxico.

El interés en el refrigerante secundario y la investigación de líquidos, de alto rendimiento de las aplicaciones a baja temperatura es reciente. Los primeros estudios han sido realizados en Europa en los 90's. Tradicionalmente, los ingenieros de refrigeración han utilizado cuatro categorías de medio de refrigeración para usos de rutina:

- Gases, especialmente aire para un gran número de aplicaciones de (Túnel de congelación) y el gas nitrógeno cuando los niveles de temperatura (en especial para temperaturas por debajo de las temperaturas en el Triple CO₂) lo exigían;
- Salmueras, son soluciones acuosas que contienen sales inorgánicas tales como el cloruro de calcio, carbonato de potasio o raramente cloruro de sodio para usos alimenticios;
- Las mezclas de agua y anticongelante, tales como alcoholes basados en MEG (Monoetilenglicol) y el glicol de propileno, o muy pocas veces, las mezclas de agua y amoníaco;
- Por último, para aplicaciones a baja temperatura, los hidrocarburos R11 tipo halógeno [Triclorofluorometano (CCl₃F), cloruro de metileno, (CH₂Cl₂) y el tricloroetileno (CCl₂CHCl)].

En cualquier caso, existe la necesidad de encontrar un fluido secundario adecuado, y todos los líquidos utilizados tienen algunos aspectos negativos que se expondrán más adelante. No obstante, el reto más difícil se encuentra a bajas temperaturas del rango de -20°C.

2.2.1.-REFRIGERANTES SECUNDARIOS

Para la selección de un refrigerante secundario, se requiere que éste tenga unas propiedades termofísicas adecuadas para la instalación que se esté analizando. En este caso:

- Valores de capacidad específica y conductividad térmica elevados;
- Baja viscosidad a la temperatura de funcionamiento para obtener una gran capacidad de refrigeración con un bajo volumen de fluido y un mínimo cambio de temperatura;
- Obtener grandes coeficientes de transferencia de calor con una mínima diferencia de temperatura en los intercambiadores de calor;
- Obtener una mínima pérdida de presión del fluido del sistema, de manera que se pueda utilizar una bomba que consuma una mínima potencia

Al determinar qué refrigerante secundario se va a utilizar en una aplicación particular, deben tenerse en cuenta los aspectos relacionados con la corrosión, toxicidad, inflamabilidad y coste. Es importante que el fluido no cause ningún problema material, que sea medioambientalmente aceptable y que se pueda manejar sin peligro. Por tanto, existe la necesidad de examinar cuidadosamente la información del producto y las “hojas de seguridad” disponibles para los productos comerciales.

Actualmente se están realizando diversas investigaciones con los refrigerantes secundarios con cambio de fase, como el CO₂ y el ice-slurry, y sin duda, estas tecnologías se desarrollarán mucho más en los próximos años.

A continuación se expondrán, de forma básica, las ventajas e inconvenientes de utilizar algunos refrigerantes secundarios:

2.2.1.1.-Agua

Casi sin excepción, se usa el agua como refrigerante secundario en sistemas grandes de acondicionamiento de aire, así como en instalaciones de enfriamiento de procesos industriales, en los que las temperaturas de operación son superiores al punto de congelación del agua. El agua, gracias a su fluidez, un elevado valor de calor específico y alto coeficiente de película es un refrigerante secundario excelente. Tiene también la ventaja de ser barata y relativamente no corrosiva.

El agua se usa también con frecuencia como refrigerante secundario de enfriadores pequeños para bebidas y en enfriadores que se emplean en las granjas para el enfriamiento de recipientes para leche. En tales casos, el agua debido a su alta conductividad, permite un enfriamiento más rápido del producto de lo que sería posible con aire. El agua también suministra una capacidad retención, que tienden a nivelar las fluctuaciones de carga que resultan de cargas intermitentes en el enfriador.

Aunque se trata del refrigerante menos tóxico, su punto de congelación se encuentra a 0 °C (o justo por debajo), por lo que resulta totalmente inadecuado para instalaciones en las que se requieran temperaturas inferiores. Además, resulta corrosivo en presencia de oxígeno, si no se utilizan inhibidores de la corrosión eficientes y adecuados [2].

PROPIEDADES DEL AGUA

Físicas

El agua es un líquido inodoro e insípido. Tiene un cierto color azul cuando se concentra en grandes masas. A la presión atmosférica (760 mm de mercurio), el punto de fusión del agua pura es de 0°C y el punto de ebullición es de 100°C, cristaliza en el sistema hexagonal, llamándose nieve o hielo según se presente de forma esponjosa o compacta, se expande al congelarse, es decir aumenta de volumen, de ahí que la densidad del hielo sea menor que la del agua y por ello el hielo flota en el agua líquida. El agua alcanza su densidad máxima a una temperatura de 4°C, que es de 1g/cm³.

Su capacidad calorífica es superior a la de cualquier otro líquido o sólido, siendo su calor específico de 1 cal/g, esto significa que una masa de agua puede absorber o desprender grandes cantidades de calor, sin experimentar apenas cambios de temperatura, lo que tiene gran influencia en el clima (las grandes masas de agua de los océanos tardan más tiempo en calentarse y enfriarse que el suelo terrestre). Sus calores latentes de vaporización y de fusión (540 y 80 cal/g, respectivamente) son también excepcionalmente elevados.

Químicas

El agua es el compuesto químico más familiar para nosotros, el más abundante y el de mayor significación para nuestra vida. Su excepcional importancia, desde el punto de vista químico, reside en que casi la totalidad de los procesos químicos que ocurren en la naturaleza, no solo en organismos vivos, sino también en la superficie no organizada de la tierra, así como los que se llevan a cabo en el laboratorio y en la industria, tienen lugar entre sustancias disueltas en agua, esto es en disolución. Normalmente se dice que el agua es el disolvente universal, puesto que todas las sustancias son de alguna manera solubles en ella.

No posee propiedades ácidas ni básicas, combina con ciertas sales para formar hidratos, reacciona con los óxidos de metales formando ácidos y actúa como catalizador en muchas reacciones químicas [11].

2.2.1.2.-Salmuera

Salmuera es el nombre que se da a la solución que resulta cuando se disuelven diversas sales en el agua. Si se disuelve una sal en agua, la temperatura de congelación de la salmuera resultante será inferior a la temperatura del agua pura. Hasta un cierto punto, mientras más sal se disuelva en la solución, menor será la temperatura de congelación de la salmuera. Sin embargo, si la concentración de sal aumenta más allá de un cierto punto, la temperatura de congelación de la salmuera se elevará en el lugar de reducirse. Por lo tanto, una solución de una sal cualquiera en agua, tiene una cierta concentración a la cual el punto de congelación de la solución es el más bajo. Una solución a la concentración crítica, recibe el nombre de solución eutéctica.

Sal	Fórmula Química	Composición masa del eutéctico (kg / kg)	Temperatura mínimo de congelación (° C)
Cloruro de sodio	NaCl	0.231	-21.2
Cloruro de magnesio	MgCl ₂	0.206	-33.6
Cloruro de calcio	CaCl ₂	0.299	-55
Carbonato de calcio	K ₂ CO ₃	0.389	-35

Tabla 1 - Propiedades de las salmueras con sal inorgánico

Igual que en el caso del agua enfriada, la salmuera enfriada (o solución anticongelante) puede circular directamente, alrededor del producto o recipiente refrigerado, o puede usarse para enfriar el aire en un espacio refrigerado. Cuando se emplea para enfriar a aire, la salmuera fría circula a través de un serpentín o a través de una unidad de atomización de salmuera.

Se usan comúnmente dos tipos de salmuera en la práctica normal de refrigeración:

- Cloruro de calcio (CaCl₂) y
- Cloruro de sodio (NaCl).

a) Cloruro de calcio:

La salmuera de cloruro de calcio se usa principalmente en enfriadores industriales, en congelación y almacenamiento de productos y en otras aplicaciones de salmuera en que se requieren temperaturas inferiores a -18°C. La temperatura de congelación más baja que puede obtenerse con salmuera de cloruro de calcio (temperatura eutéctica) es de aproximadamente -55°C. La concentración de sal en la solución eutéctica es de aproximadamente 30% en masa (ver figura 1).

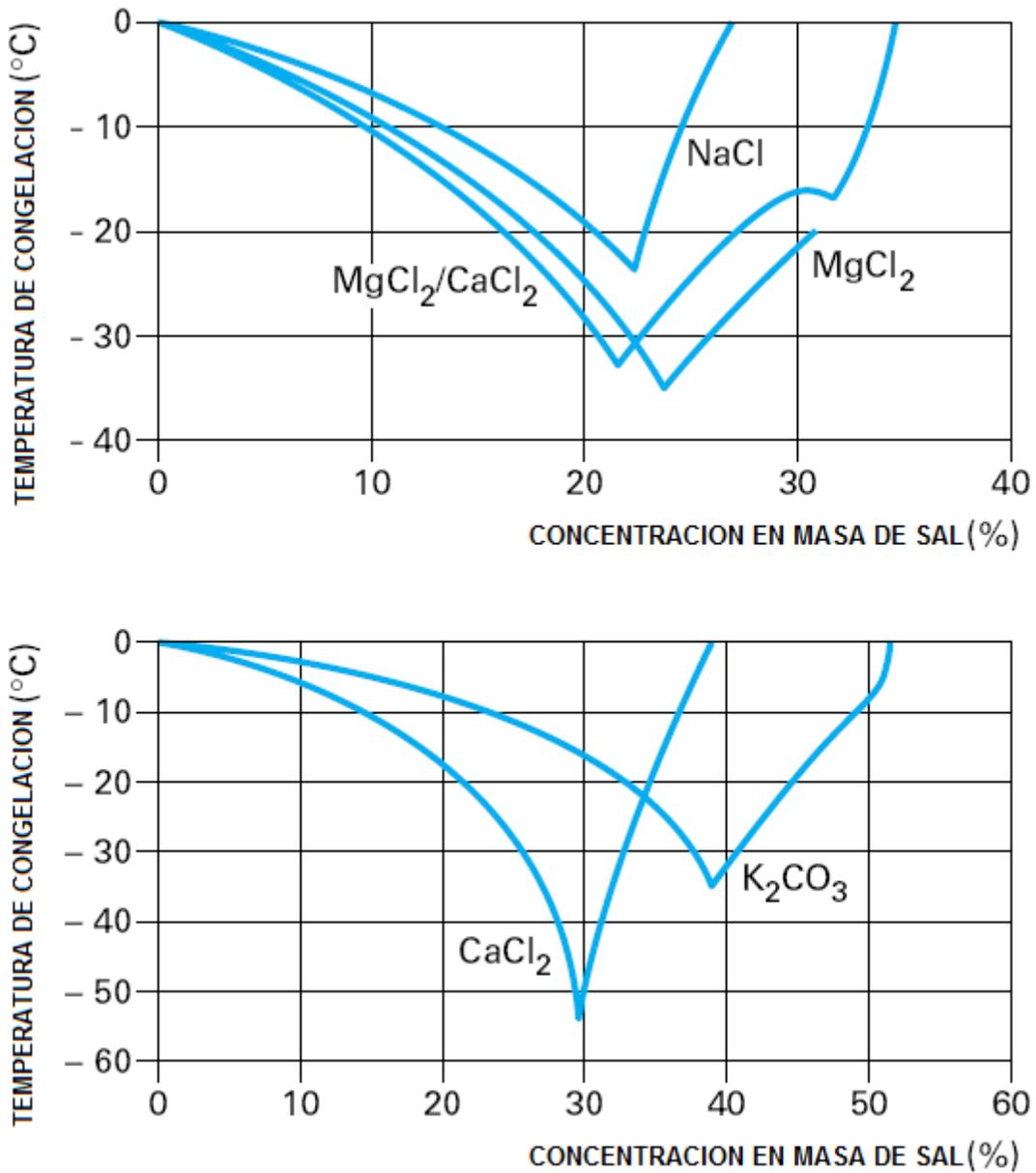


Figura 1 – Temperatura de congelación de diferentes salmueras dependiendo de la concentración de sal

b) Cloruro de sodio:

La temperatura más baja, obtenible con salmuera de cloruro de sodio, es de aproximadamente -21°C . Para esta temperatura de congelación, la concentración de sal en la solución es de aproximadamente 23% en masa (ver figura 2).

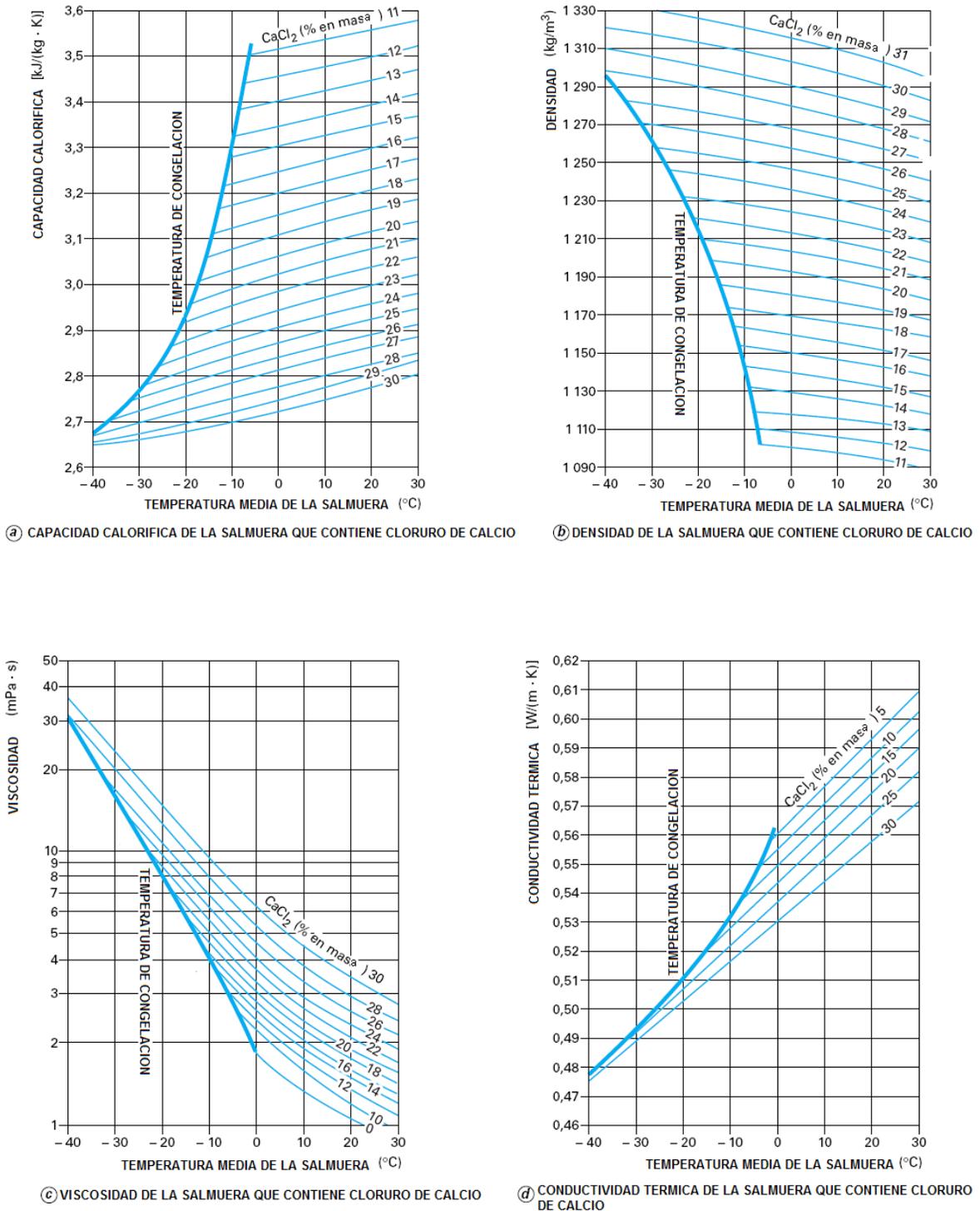


Figura 2 - Propiedades de soluciones acuosas de cloruro de calcio basado en la temperatura y la concentración de sal

Es interesante destacar que las propiedades térmicas salmuera de cloruro de calcio y de cloruro de sodio, son comparativamente, menos satisfactorias que las del agua.

Al aumentar el contenido salino de las salmueras, disminuye la fluidez, el valor del calor específico y conductancia térmica de la salmuera. Por lo tanto, mientras más concentrada sea la solución de la salmuera, mayor será la cantidad de salmuera que debe circular (caudal) con objeto de producir un efecto refrigerante determinado [4].

Salmuera	Concentración en masa de sal para una temperatura congelación - 40 ° C (%)	Densidad salmuera (kg/m ³)	Capacidad calorífica masa (J / (kg * K))	Conductividad térmica (W / (m * K))	Viscosidad cinemática (mm ² / s)
Cloruro de Calcio	25.7	1 163	2 763	0.494	12.0
Cloruro de Magnesio	20	1 190	2 964	0.46	16.8
Carbonato de Potasio	37	1 410	2 627	0.463	27.4
Acetato de Potasio	39	1 350	2 592	0.42	25.0
Formiato de Potasio	41	1 360	2 600	0.44	9.0

Tabla 2 - Propiedades de salmueras diferentes - 30 ° C

2.2.1.3.-Glicoles

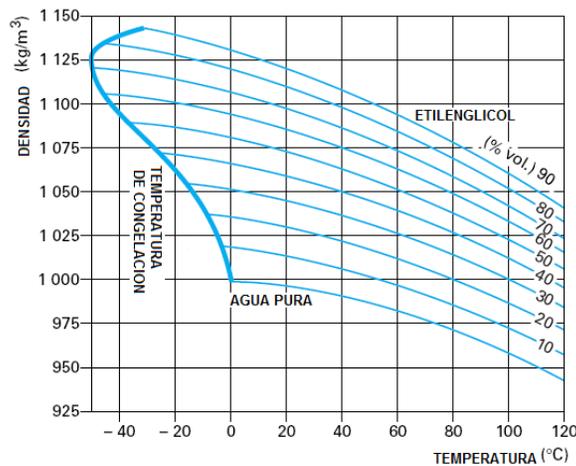
Tanto el etilenglicol como el propilenglicol, inhibidos para controlar la corrosión, son líquidos incoloros y prácticamente inodoros que son miscibles en agua y en muchos componentes orgánicos.

Sus principales ventajas son:

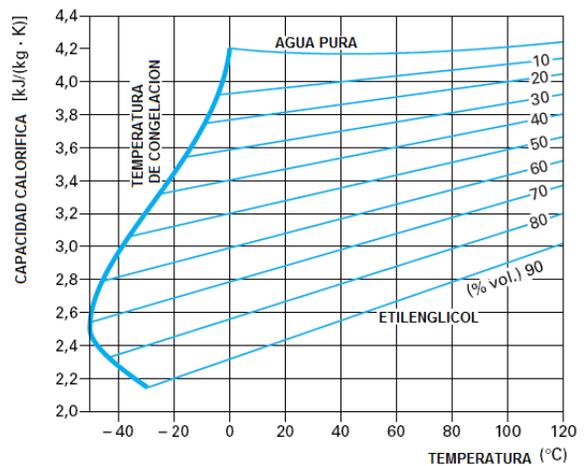
- Disminución del punto de congelación del agua;
- Baja volatilidad;
- Relativa baja corrosividad (si están debidamente inhibidos);

Las soluciones de etilenglicol inhibido tienen mejores propiedades físicas que el propilenglicol, especialmente a temperaturas más bajas. En cambio, este último es menos tóxico, por lo que se prefiere en aquellas aplicaciones que conlleven un posible contacto humano (o que estén obligados mediante regulaciones).

En ambos casos se observa que a partir de un 60 % en masa las condiciones del punto de congelación empeoran (en el caso del etilenglicol, el punto de congelación empieza a aumentar, y en el propilenglicol la solución se transforma en hielo, sin pasar por el estado de congelación) (ver figura 3).



(a) DENSIDAD DE SOLUCIONES ACUOSAS DE ETILENGLICOL



(b) CAPACIDAD CALORIFICA DE SOLUCIONES ACUOSAS DE ETILENGLICOL

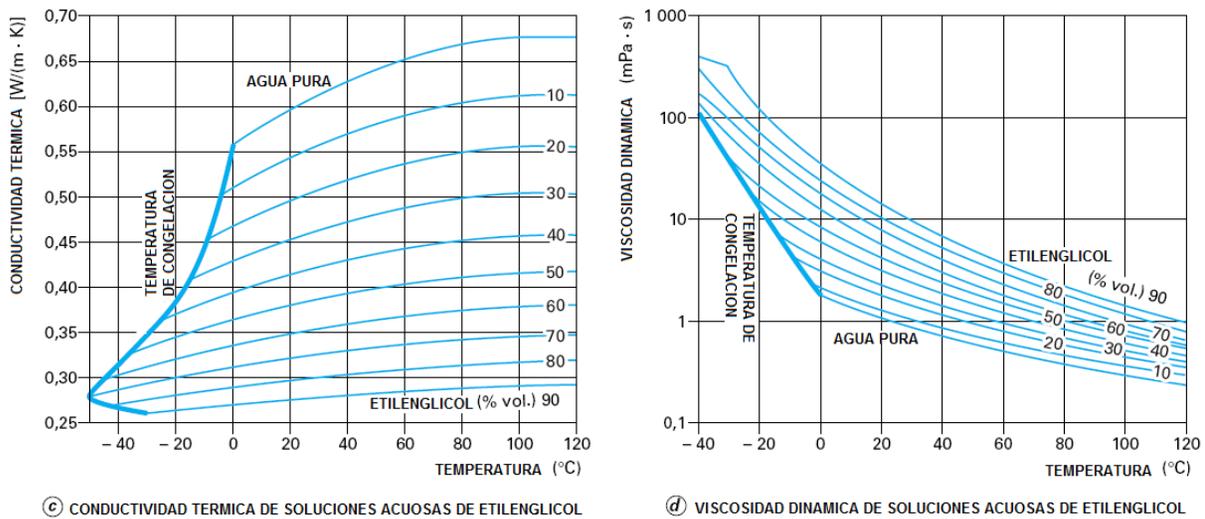


Figura 3 - Propiedades de agua / etilenglicol en función de la temperatura y de la concentración

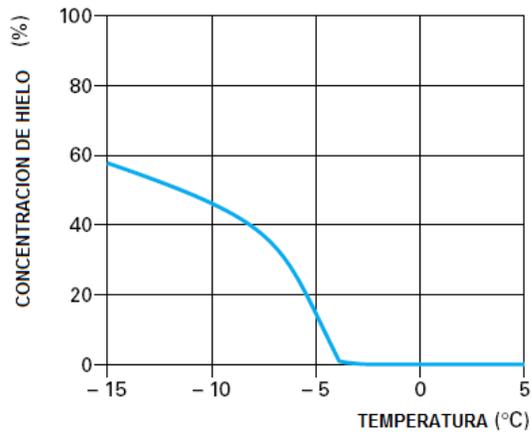
Hay que señalar que a igualdad de concentración, las soluciones acuosas de propilenglicol son más viscosas que las soluciones con etilenglicol, con el consiguiente aumento en el consumo de la bomba.

Asimismo, una concentración excesiva de glicol aumenta el coste inicial y afecta a las propiedades físicas del fluido.

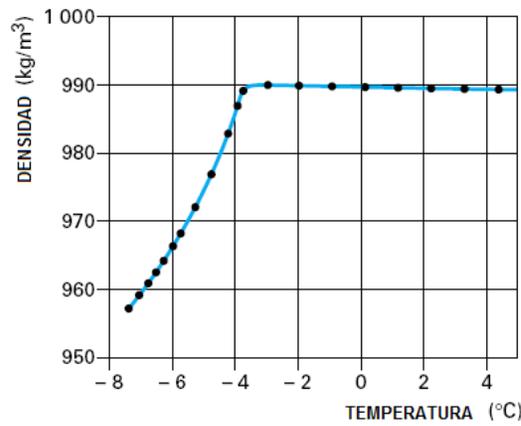
Las temperaturas mínimas de funcionamiento son (típicamente):

- -23 °C para las soluciones de etilenglicol,
- -18 °C para las soluciones de propilenglicol.

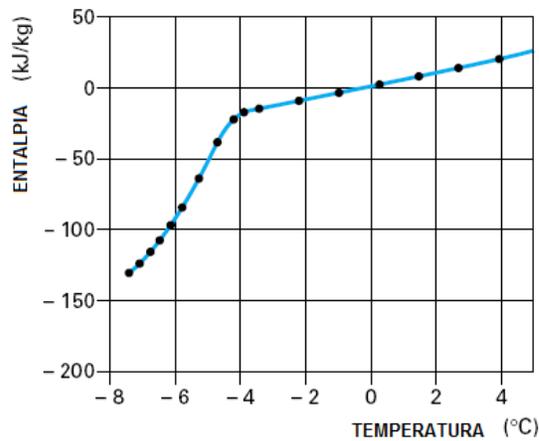
En el caso de que la temperatura requerida en la instalación sean inferior, utilizar estos glicoles no será aconsejable, ya que la viscosidad del fluido aumentará en exceso (lo que implicará un incremento en la potencia requerida de bombeo) y una reducción de los coeficientes de transferencia de calor (ver figura 4).



(a) CONCENTRACION EN MASA DE HIELO DURANTE EL ENFRIAMIENTO DE UNA SOLUCION DE AGUA/ETANOL (AL 10%)



(b) DENSIDAD DE UNA SOLUCION DE AGUA/ETANOL (AL 10%) COMO UNA FUNCION DE LA TEMPERATURA



(c) ENTALPIA DE SOLUCION DE AGUA/ETANOL (AL 10%) EN FUNCION DE LA TEMPERATURA

Figura 4 - Propiedades termodinámicas de agua / etanol en función de la temperatura

El Propilenglicol es probablemente el agente anticongelante que más se usa en servicio de refrigeración, especialmente en la industria alimenticia en donde la toxicidad es un factor importante. A diferencia de la salmuera, las soluciones de glicol no son corrosivas. También, tienen la propiedad de no ser electrolíticas y por lo tanto, se pueden emplear en sistemas que contengan metales diferentes. Los glicoles son compuestos extremadamente estables, y no se evaporan bajo condiciones de operación normales. Debido a las muchas ventajas de las soluciones de glicol, se están usando para substituir las salmueras en muchas instalaciones, particularmente en las industrias cervecera y de la leche. El cambio, de salmuera a glicol, puede efectuarse prácticamente sin cambios en el equipo instalado.

En la tabla 3 se indican los puntos de congelación en °C, de soluciones de Propilenglicol en función de la concentración, la cual está expresada en porcentaje en volumen.

Concentración en Volumen (% v/v)	Temperatura (°C)
5	- 1,7
10	- 3,3
15	- 5,3
20	- 7,2
25	- 9,7
30	- 12,8
35	- 16,4
40	- 20,8
45	- 26,1
50	- 31,9

Tabla 3 – Puntos de congelación de soluciones de propilenglicol

Con la tabla 3 se puede establecer la concentración de Propilenglicol necesaria para alcanzar la temperatura final deseada de un proceso.

Después de haber analizado cada uno de los refrigerantes secundarios posibles a emplear nos detendremos a analizar más a fondo a los glicoles en especial al etilenglicol y propilenglicol ya que son los que cubren las necesidades del proyecto debido a sus propiedades térmicas, hidráulicas, de seguridad y económicas.

Propiedad	Glicol de etileno	Propilenglicol	Comentarios
Depresión del punto de congelación	más eficaz	menos eficaz	Más anticongelante que se necesita de glicol propileno para lograr el mismo punto de congelación
La eficiencia de transferencia de calor	menos	mejor que	El glicol de etileno no puede llevar a tanto calor como el glicol de propileno. Más fluido debe ser distribuido a transferir la misma cantidad de energía. Bombas de aumento de volumen.
Viscosidad	menor	más	Propilenglicol aumenta la pérdida de carga importante en los sistemas. Bombas de cabeza aumentó.
Inflamabilidad	bajo	bajo	
De la demanda química de oxígeno	bajo	más	
Biodegradable	se degrada en 10 - 30 días	las necesidades de más de 20 - 30 días para degradar	
Cancerígeno	no	no	Un carcinógeno es cualquier sustancia o agente que promueve el cáncer
Tóxico	Alto nivel de agudos cuando se toma por vía oral, los objetivos de los riñones	Bajo nivel de agudos	El glicol de etileno nunca debe ser usado en cualquier agua potable o un sistema de procesamiento de alimentos
Irritantes de la piel	bajo	bajo	El glicol de propileno se utiliza en pequeñas cantidades en productos cosméticos

Tabla 4 – Características del etilenglicol y propilenglicol [3]

En la tabla 4 se puede observar que entre las dos sustancias no hay mayor diferencia, sin embargo hay algo que los diferencia y que le permite al propilenglicol ser mejor que el etilenglicol y es su baja toxicidad. Esto es de suma importancia para el proyecto.

2.3.-TARIFAS DE CFE PARA HOTELES 3 Y 4 ESTRELLAS

Después de haber investigado las tarifas que CFE maneja para los hoteles 4 estrellas analizaremos un recibo de luz que podremos ver anexos B. A dichos hoteles el recibo les llega cada mes por ejemplo al hotel Palmareca con ellos se maneja la tarifa **HM** la cual describiremos a continuación.

Tarifa H-M (2013 - 2014)

Tarifa horaria para servicio general en media tensión, con demanda de 100 kW o más

1.- Aplicación.

Esta tarifa se aplicará a los servicios que destinen la energía a cualquier uso, suministrados en media tensión, con una demanda de 100 kilowatts o más.

2.- Cuotas aplicables en el mes de noviembre de 2014.

Se aplicarán los siguientes cargos por la demanda facturable, por la energía de punta, por la energía intermedia y por la energía de base.

Región	Cargo por kilowatt de demanda facturable	Cargo por kilowatt - hora de energía de punta	Cargo por kilowatt - hora de energía intermedia	Cargo por kilowatt - hora de energía de base
Baja California	\$ 261.53	\$ 2.2150	\$ 1.1457	\$ 0.8998
Baja California Sur	\$ 251.37	\$ 1.7771	\$ 1.5894	\$ 1.1249
Central	\$ 181.22	\$ 2.1228	\$ 1.2684	\$ 1.0605
Noreste	\$ 166.61	\$ 1.9608	\$ 1.1776	\$ 0.9647
Noroeste	\$ 170.14	\$ 1.9723	\$ 1.1686	\$ 0.9791
Norte	\$ 167.38	\$ 1.9749	\$ 1.1890	\$ 0.9667
Peninsular	\$ 187.26	\$ 2.0764	\$ 1.1918	\$ 0.9815
Sur	\$ 181.22	\$ 2.0791	\$ 1.2119	\$ 1.0083

Tabla 5 – Cuotas aplicables a distintas regiones del país

3.- Mínimo mensual

El importe que resulta de aplicar el cargo por kilowatt de demanda facturable al 10% de la demanda contratada.

4.- Demanda contratada

La demanda contratada la fijará inicialmente el usuario; su valor no será menor del 60% de la carga total conectada, ni menor de 100 kilowatts o la capacidad del mayor motor o aparato instalado.

En el caso de que el 60% de la carga total conectada exceda la capacidad de la subestación del usuario, sólo se tomará como demanda contratada la capacidad de dicha subestación a un factor de 90%.

5.- Horario

Para los efectos de la aplicación de esta tarifa, se utilizarán los horarios locales oficialmente establecidos. Por días festivos se entenderán aquellos de descanso obligatorio, establecidos en el artículo 74 de la Ley Federal del Trabajo, a excepción de la fracción IX, así como los que se establezcan por Acuerdo Presidencial.

6.- Periodos de punta, intermedio y base

Estos periodos se definen en cada una de las regiones tarifarias para distintas temporadas del año, como se describe a continuación.

Región Baja California

Del 1° de mayo al sábado anterior al último domingo de octubre

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes		0:00 - 14:00 y 18:00 - 24:00	14:00 - 18:00
sábado		0:00 - 24:00	
domingo y festivo		0:00 - 24:00	

Del último domingo de octubre al 30 de abril

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes	0:00 - 17:00 y 22:00 - 24:00	17:00 - 22:00	
sábado	0:00 - 18:00 y 21:00 - 24:00	18:00 - 21:00	
domingo y festivo	0:00 - 24:00		

Región Baja California Sur

Del primer domingo de abril al sábado anterior al último domingo de octubre

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes		0:00 - 12:00 y 22:00 - 24:00	12:00 - 22:00
sábado		0:00 - 19:00 y 22:00 - 24:00	19:00 - 22:00
domingo y festivo		0:00 - 24:00	

Del último domingo de octubre al sábado anterior al primer domingo de abril

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes	0:00 - 18:00 y 22:00 - 24:00	18:00 - 22:00	
sábado	0:00 - 18:00 y 21:00 - 24:00	18:00 - 21:00	
domingo y festivo	0:00 - 19:00 y 21:00 - 24:00	19:00 - 21:00	

Regiones Central, Noreste, Noroeste, Norte, Peninsular y Sur

Del primer domingo de abril al sábado anterior al último domingo de octubre

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes	0:00 - 6:00	6:00 - 20:00 y 22:00 - 24:00	20:00 - 22:00
sábado	0:00 - 7:00	7:00 - 24:00	
domingo y festivo	0:00 - 19:00	19:00 - 24:00	

Del último domingo de octubre al sábado anterior al primer domingo de abril

Día de la semana	Base	Intermedio	Punta
lunes a viernes	0:00 - 6:00	6:00 - 18:00 y 22:00 - 24:00	18:00 - 22:00
sábado	0:00 - 8:00	8:00 - 19:00 y 21:00 - 24:00	19:00 - 21:00
domingo y festivo	0:00 - 18:00	18:00 - 24:00	

7.- Demanda facturable

La demanda facturable se define como se establece a continuación:

$$DF = DP + FRI \times \text{máx.} (DI - DP, 0) + FRB \times \text{máx.} (DB - DPI, 0)$$

Donde:

DP es la demanda máxima medida en el periodo de punta

DI es la demanda máxima medida en el periodo intermedio

DB es la demanda máxima medida en el periodo de base

DPI es la demanda máxima medida en los periodos de punta e intermedio

FRI y *FRB* son factores de reducción que tendrán los siguientes valores, dependiendo de la región tarifaria:

Región	FRI	FRB
Baja California	0.141	0.070
Baja California Sur	0.195	0.097
Central	0.300	0.150
Noreste	0.300	0.150
Noroeste	0.300	0.150
Norte	0.300	0.150
Peninsular	0.300	0.150
Sur	0.300	0.150

En las fórmulas que definen las demandas facturables, el símbolo "*max*" significa máximo, es decir, que cuando la diferencia de demandas entre paréntesis sea negativa, ésta tomará el valor cero.

Las demandas máximas medidas en los distintos periodos se determinarán mensualmente por medio de instrumentos de medición, que indican la demanda media en kilowatts, durante cualquier intervalo de 15 minutos del periodo en el cual el consumo de energía eléctrica sea mayor que en cualquier otro intervalo de 15 minutos en el periodo correspondiente.

Cualquier fracción de kilowatt de demanda facturable se tomará como kilowatt completo.

Cuando el usuario mantenga durante 12 meses consecutivos valores de *DP*, *DI* y *DB* inferiores a 100 kilowatts, podrá solicitar al suministrador su incorporación a la tarifa **O-M**.

8.- Energía de punta, intermedia y de base

Energía de punta es la energía consumida durante el periodo de punta.

Energía intermedia es la energía consumida durante el periodo intermedio.

Energía de base es la energía consumida durante el periodo de base.

Para el hotel Palace Inn tenemos la tarifa **O-M**, siendo esta una tarifa más baja que la tarifa **H-M**, ya que en esta el cargo por kilowatt-hora de energía consumida no posee los tres periodos de básica, intermedia y punta, se aplica un mismo periodo para todos los horarios del día.

Tarifa O-M (2013 - 2014)

Tarifa ordinaria para servicio general en media tensión, con demanda menor a 100 kW

1.- Aplicación

Esta tarifa se aplicará a los servicios que destinen la energía a cualquier uso, suministrados en media tensión, con una demanda menor a 100 kW.

2.- Cuotas aplicables en el mes de Noviembre de 2014.

Se aplicarán los siguientes cargos por la demanda máxima medida y por la energía consumida:

Región	Cargo por kilowatt de demanda máxima medida	Cargo por kilowatt - hora de energía consumida
Baja California	\$ 115.16	\$ 0.908
Baja California Sur	\$ 125.31	\$ 1.102
Central	\$ 143.81	\$ 1.106
Noreste	\$ 132.23	\$ 1.033
Noroeste	\$ 134.98	\$ 1.024
Norte	\$ 132.75	\$ 1.033
Peninsular	\$ 148.47	\$ 1.055
Sur	\$ 143.81	\$ 1.069

3.- Mínimo mensual

El importe que resulta de aplicar 10 veces el cargo por kilowatt de demanda máxima medida.

4.- Demanda contratada

La demanda contratada la fijará inicialmente el usuario; su valor no será menor del 60% de la carga total conectada, ni menor de 10 kilowatts o la capacidad del mayor motor o aparato instalado.

En el caso de que el 60% de la carga total conectada exceda la capacidad de la subestación del usuario, sólo se tomará como demanda contratada la capacidad de dicha subestación a un factor de 90%.

5.- Temporadas de verano y fuera de verano

Para la aplicación de las cuotas en las regiones Baja California y Baja California Sur se definen las siguientes temporadas:

Verano:

Región Baja California: del 1 de mayo, al sábado anterior al último domingo de octubre.

Región Baja California Sur: del primer domingo de abril, al sábado anterior al último domingo de octubre.

Fuera de verano:

Región Baja California: del último domingo de octubre al 30 de abril.

Región Baja California Sur: del último domingo de octubre al sábado anterior al primer domingo de abril.

6.- Demanda máxima medida

La demanda máxima medida se determinará mensualmente por medio de instrumentos de medición, que indican la demanda media en kilowatts, durante cualquier intervalo de 15 minutos, en el cual el consumo de energía eléctrica sea mayor que en cualquier otro intervalo de 15 minutos en el periodo de facturación.

Cualquier fracción de kilowatt de demanda máxima medida se tomará como kilowatt completo.

Cuando la demanda máxima medida exceda de 100 kilowatts, el usuario deberá solicitar al suministrador su incorporación a la tarifa **H-M**. De no hacerlo, al tercer mes consecutivo en que exceda la demanda de 100 kilowatts, será reclasificado por el suministrador en la tarifa **H-M**, notificando al usuario [1].

CAPITULO III

DESCRIPCION DEL PROTOTIPO

3.1.-CÁLCULOS PARA EL PROTOTIPO

3.1.1.-GENERALIDADES

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.

La mayor parte de los sistemas de acondicionamiento de aire se usan para dar confort a las personas, o en el control de procesos.

También se emplean el acondicionamiento de aire para obtener las condiciones que se requieren en determinados procesos. Por ejemplo, las instalaciones textiles, de imprenta, fotográficas, así como las salas de computadoras y las instalaciones médicas necesitan determinada temperatura y humedad para su buen funcionamiento.

Los cálculos de carga de enfriamiento se basan en general sobre las condiciones de diseño, ya sea interior y exterior, de temperatura y humedad. Las condiciones interiores son las que dan confort suficiente. Las condiciones de diseño exteriores, se basan en máximos razonables, a partir de registros de clima.

El interior de un edificio gana calor debido a varias fuentes. Si la temperatura y humedad del aire se debe mantener a un nivel confortable, se debe extraer calor para compensar las ganancias. A la cantidad neta de calor que se retira se le llama carga de enfriamiento.

Los componentes que contribuyen a la ganancia de calor en el recinto son los siguientes:

- ✓ Conducción a través de paredes, techo y vidrios al exterior.
- ✓ Conducción a través de divisiones internas, cielos rasos y pisos.
- ✓ Radiación solar a través de vidrios.
- ✓ Alumbrado.
- ✓ Personas.
- ✓ Equipos.
- ✓ Infiltración del aire exterior a través de aberturas.

Conviene agrupar en dos partes esas ganancias de calor; las que proceden de fuentes externas y las que se generan interiormente. También conviene agrupar las ganancias de calor en dos grupos distintos: ganancias de calor sensible y de calor latente. Las ganancias de calor sensibles ocasionan un aumento de la temperatura del aire y las ganancias de calor latentes se deben a la adición de vapor de agua.

PROPIEDADES TERMODINAMICAS DEL AIRE

Temperatura de bulbo seco (TBS)

Es la temperatura medida en un termómetro ordinario.

Temperatura de bulbo húmedo (TBH)

Es la temperatura que resulta de la evaporación del agua, en una gasa húmeda, colocada sobre un termómetro común.

Esta evaporación está en función de la capacidad que tenga el aire para absorber esta humedad, debido a esto, el termómetro registrará un valor menor a la temperatura de bulbo seco.

Temperatura del punto de rocío ($TP_{\text{rocío}}$)

Es la temperatura de saturación, a la cual tiene lugar la condensación del vapor de agua contenido en el aire atmosférico. Un ejemplo, es la humedad sobre un vaso de agua con hielo. El vidrio frío reduce la temperatura del aire por debajo de su punto de rocío y la humedad que se condensa forma gotas sobre la superficie del vidrio.

Humedad específica (Ws)

Es la masa real de vapor de agua en el aire seco, expresada en granos de vapor o libras de vapor por libras de aire seco.

Humedad relativa (ϕ)

Es la relación del vapor de agua real en el aire, comparado a la máxima cantidad que estaría presente a la misma temperatura, expresada como un porcentaje (%).

Volumen específico (v)

Es el volumen que ocupa una libra-masa de mezcla aire-vapor de agua, generalmente expresado en ft^3 / lbm ó m^3 / kg .

Calor sensible (Q_s)

Es la cantidad de calor necesaria para incrementar la temperatura de bulbo seco del aire. Dado generalmente en (Btu / lbm).

Calor latente (Q_l)

Es el calor requerido para evaporar la humedad contenida en el aire. Esta evaporación ocurre a temperatura constante.

Calor total (Q_t)

El calor total de la mezcla de aire y vapor de agua también se conoce como *entalpía*.

Carta psicrométrica

La carta psicrométrica es probablemente el mejor modo de mostrar lo que sucede al aire y al vapor de agua, cuando cambian sus propiedades. La carta es publicada por ASHRAE y es la más comúnmente usada en la industria. Algunos productores han desarrollado sus propias cartas las cuales varían únicamente en estilo y construcción, pero las relaciones de las propiedades del aire son las mismas.

Una carta psicrométrica, es una gráfica de las propiedades del aire tales como: temperatura, humedad específica, humedad relativa, volumen, etc. Las cartas psicrométricas se usan para determinar cómo varían estas propiedades al cambiar la humedad en el aire.

Existen muchos tipos de estas cartas psicrométricas, cada una con sus propias ventajas. Algunas se hacen para el rango de bajas temperaturas, algunas para temperaturas medias y otras para alta temperatura. A algunas de estas se les amplía su longitud y se les recorta su altura, mientras que otras son más altas que anchas. Todas tienen básicamente la misma función.

Uso de la carta psicrométrica a presiones barométricas variables

Las cartas psicrométricas están construidas para una presión barométrica estándar de 29.92 plg Hg. Sin embargo, se proporcionan tablas de corrección de presiones para permitir usar las cartas para otras presiones barométricas, tales como aquellas que se tienen a elevaciones diferentes de la del nivel del mar. En estas cartas, se tienen tabuladas a la izquierda, las correcciones para la humedad específica ($\Delta W's$) y la entalpía (Δh), determinándose con la temperatura de bulbo húmedo y la diferencia de presiones barométricas debido a la altitud del lugar.

Estas ecuaciones son:

a).- Corrección de la entalpía

$$h_c = h_{SNM} + \Delta h$$

Donde:

h_c = Entalpía corregida a presiones menores de 29.92 plg Hg.

H_{SNM} = Entalpía sobre el nivel del mar.

Δh = Factor de corrección obtenido en la carta psicrométrica con TBH y ΔP .

b).- Humedad específica

$$W_{S_c} = W_{S_{SNM}} + \Delta W_s$$

Donde:

$$\Delta W_s = \Delta W_s' \left(1 - 0.01 \frac{TBS - TBH}{24} \right)$$

W_{S_c} = Humedad específica corregida en granos de vapor / Lbm de aire seco.

$W_{S_{SNM}}$ = Humedad específica sobre el nivel del mar en granos / Lbm de aire.

ΔW_s = Incremento de humedad específica en granos de vapor / Lbm de aire.

$\Delta W_s'$ = Factor obtenido en la carta psicrométrica.

c).- **Presión parcial del vapor**

De acuerdo a la temperatura del aire:

$$P_s = \frac{W_{s_c} p_B}{4354 + W_{s_c}} \quad \text{-----} \quad \text{TBS} < 80 \text{ } ^\circ\text{F}$$

$$P_s = \frac{W_{s_c} p_B}{4380 + W_{s_c}} \quad \text{-----} \quad \text{TBS} > 80 \text{ } ^\circ\text{F}$$

Donde:

P_B = Presión barométrica del lugar el pulgadas de mercurio.

d).- **Volumen específico**

$$v = \frac{0.754(TBS + 460)}{p_B} \left(1 + \frac{W_{s_c}}{4360} \right)$$

Donde:

v = Volumen específico.

TBS = Temperatura de bulbo seco el $^\circ\text{F}$ [10].

3.2.-DESCRIPCION DE FUNCIONAMIENTO BASICO DEL PROTOTIPO

El prototipo para el sistema de agua helada consta de 2 depósitos, un depósito primario y un depósito secundario (como se observa en la figura 5). Ambos depósitos tienen como aislante espuma de poliuretano. En el depósito primario se pretende mantener una temperatura entre 6 y 12 grados Celsius. Por otra parte el depósito secundario se pretende mantener a temperaturas entre -15 y -20 grados Celsius. El fluido bifásico se mantendrán en ambos depósitos pero el depósito primario será el principal para la recirculación del fluido.



Figura 5 - Deposito primario (inferior) y secundario (superior).

La espuma de poliuretano que contienen los depósitos tiene una densidad de $30\text{-}50\text{ kg/m}^3$ sirve como aislante térmico para no permitir el paso del calor del ambiente externo, además tiene la capacidad de adaptarse a cualquier forma geométrica o irregular del depósito, posee una gran adherencia y durabilidad. En base al cálculo de espesor crítico de aislamiento, el espesor aplicado a los depósitos fue de 6 cm como se aprecia en la figura 6.

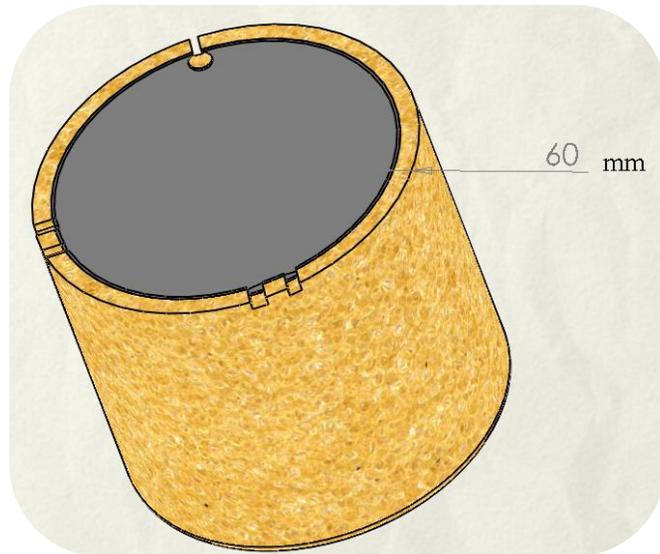


Figura 6- Espesor de espuma de poliuretano

El depósito primario consta de un serpentín interno mientras que el secundario consta de dos serpentines internos (ver figura 7) por el cual pasa R-404a (ver anexos B) para enfriar el fluido bifásico a una temperatura de 6 y -20 grados Celsius respectivamente.



Figura 7 - Serpentín en el depósito secundario

En la figura 8 se puede apreciar el doble serpentín, las dimensiones de estos además de la forma en que se encuentran distribuidos internamente y el número de vueltas en el depósito secundario.

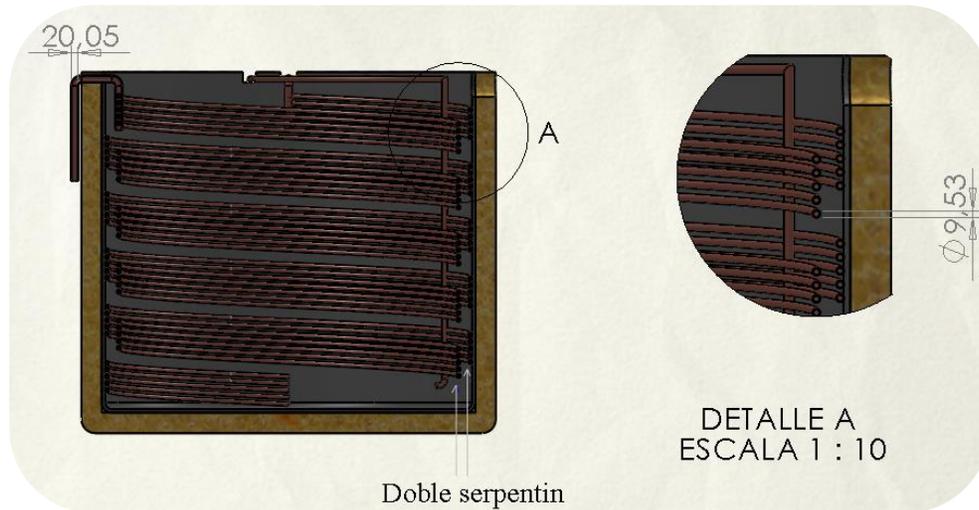


Figura 8- Dimensión del diámetro externo de la tubería del doble serpentín en milímetros.

La tubería del sistema por donde pasará el fluido bifásico es de PVC hidráulico de 1 ½ pulgadas de diámetro y se encuentra protegida con un aislante térmico de 1.5 cm de espesor para evitar el paso del calor exterior (ver figura 9).



Figura 9- Tuberías de recirculación.

Como la intención del proyecto es el ahorro de energía mediante un sistema de agua helada para acondicionamiento de aire, se explicará el funcionamiento del prototipo mediante la tarifa H-M de la CFE que es la usual para hoteles de 4 estrellas. Ésta se dispone de 3 periodos como lo hemos visto anteriormente, básico, intermedio y de punta.

1.- El funcionamiento general del prototipo se suscitará en el periodo básico que corresponde de 0-6 horas del día ya que en este el funcionamiento de los compresores estará al 100 % para lograr las temperaturas del depósito primario y secundario. Se hace en este periodo por que la energía por KW/h es más barata.

2.- En el segundo periodo que corresponde al intermedio de 6-18 horas y 22-24 horas del día se apagará un compresor (ver figura 10) y el depósito primario permanecerá encendido para asegurar el funcionamiento del sistema, además como estamos en el periodo intermedio los costos siguen siendo relativamente bajos con respecto al periodo de punta.



Figura 10 – Compresor 1 (izquierdo) y Compresor 2 (derecho)

3.- En este último periodo comprendido entre las 18 y 22 horas del día se apagarán el 100 % de los compresores dejando únicamente el sistema de bombeo encendido para la recirculación del fluido bifásico, por tal motivo el ahorro de energía es considerable. Es aquí donde el depósito secundario (ver figura 11) entra en función de la siguiente manera:

Cuando el depósito primario que inicialmente se encontraba a una temperatura de 6 grados Celsius para el funcionamiento óptimo del sistema de acondicionamiento de aire asciende a 12 grados Celsius la válvula automática de 3 vías registrará este ascenso de temperatura e inmediatamente dará paso al fluido bifásico caliente hacia el depósito secundario y este a su vez permitirá el paso del fluido que se encuentra a una temperatura de entre -20 y -15 °C hacia el depósito primario para que logre estabilizarse a su temperatura regular de 6 °C. Cuando esto sucede la válvula de 3 vías retorna a su estado original continuando con el proceso regular del sistema tal como se puede apreciar en la figura 12.

Cabe señalar que los periodos de tiempo son de acuerdo al horario de invierno, pero de igual forma se puede establecer para el horario de verano.



Figura 11- Depósito secundario

3.2.1.-EQUIPO EMPLEADO EN LA REALIZACION DEL PROTOTIPO



Compresor 1

Marca PAYNE

Modelo CR16K6-PFV-220

24 000 Btu

Voltaje 208- 230 V

60 Hz.



Compresor 2

Marca PAYNE

Modelo HOCX18-18

24 000 Btu

Voltaje 197-253 V

60 Hz.



Motor monofásico C.A. Abierto

- A prueba de goteo
- Potencia = 0.25 CP
- Tipo= 1RF3 252-2YC34
- Peso neto= 6.7 kg
- Velocidad nominal= 3540 rpm.
- Tensión nominal = 127 volts

Bomba centrífuga marca Evans, mod.2HME050 DE 1/2HP



- Marca: Evans
- Modelo: 2HME050
- Potencia: 1/2hp
- Succión: 1 1/4"
- Descarga: 1"
- Motor eléctrico de 2 polos
- Voltaje: Monofásico 127/220 v.
- Material: Cuerpo hierro gris, Impulsor: nylon. Sello mecánico: cerámica, carbón, acero inoxidable.
- Carga dinámica: de 20 metros con una capacidad de 90 lpm

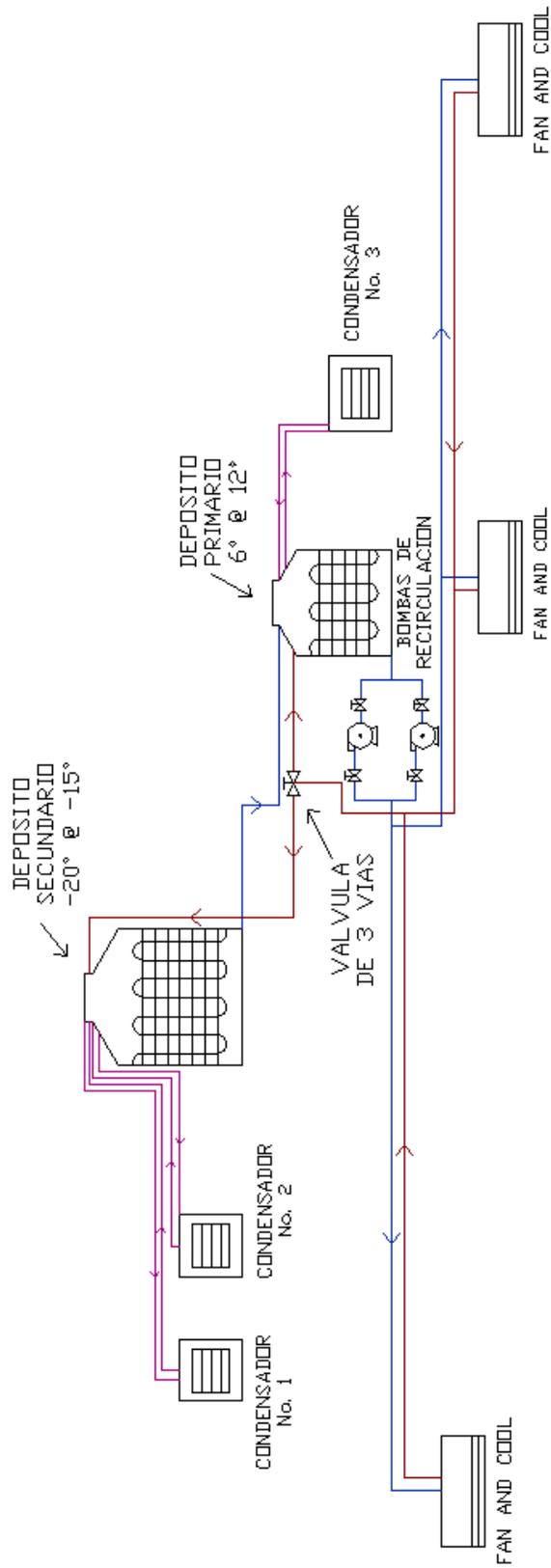


Figura 12 -Diagrama de funcionamiento básico del prototipo

3.3.-ESTIMACIÓN DE LA CARGA TÉRMICA

En un espacio a acondicionar, la cantidad de calor que se requiere mover para lograr las mejores condiciones de confort se llama carga térmica, y es la carga de calor que va a ser removida por el equipo de refrigeración. Para una estimación realista de las cargas de refrigeración es requisito fundamental el estudio riguroso de las componentes de carga en el espacio que va a ser acondicionado. Es indispensable en la estimación que el estudio sea preciso y completo, no debiendo subestimarse su importancia. Así, también forman parte de este estudio los planes de detalles y arquitectónicos, croquis sobre el terreno y en algunos casos fotografías de aspectos importantes del local.

3.3.1.-PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DE CARGAS TERMICAS

Los pasos para calcular las cargas de enfriamiento son los siguientes:

- 1.- Seleccionar las condiciones de diseño interiores (gráfica 1), ver anexos B, y exteriores (gráfica 1), ver anexos B. Determinar la diferencia de temperatura restando la temperatura de bulbo seco exterior y la temperatura de bulbo seco en el interior.
- 2.- Emplear los planos de ingeniería para medir las dimensiones de todas las superficies a través de las cuales haya ganancia de calor externo.
- 3.- Ganancias por transmisión
 - a.- **Paredes externas.**- Especificar la orientación y el área neta de paredes multiplique por los factores apropiados establecidos en la (tabla 1), ver anexos A.
 - b.- **Paredes interiores.**- El área correspondiente a las divisiones interiores. Multiplique por los factores apropiados establecidos en la (tabla 1), ver anexos A.
 - c.- **Techo.**- Especificar el área correspondiente y multiplique por los factores establecidos en la (tabla 2), ver anexos A.
 - d.- **Piso.**- El área correspondiente al piso se multiplica por los factores apropiados establecidos en la (tabla 3), ver anexos A.

- 4.- Aire exterior sensible.-** Determinar los PCM (Pies cúbicos por minuto) de infiltración y ventilación según la (tabla 4), ver anexos A; se toma el mayor de los dos valores para colocar el calor exterior sensible y se multiplica por la diferencia de temperatura y por el factor de altura sobre el nivel del mar.
- 5.- Personas sensibles.-** Especificar el número de personas que se espera que ocupen el espacio y multiplique por las cantidades de calor sensible aplicables según la (tabla 5), ver anexos A.
- 6.- Aparatos sensibles.-** Especificar el voltaje total de luces incandescentes y fluorescentes y multiplique por los factores de la (tabla 6), ver anexos A.
- 7.- Ventana.-** Especificar el área en metros cuadrados de vidrio para cada dirección y multiplicar por los factores de la (tabla 7), ver anexos A.
- 8.-Cargas totales sensibles.-** Sumar las cargas sensibles.
- 9.- Aire exterior latente.-** Se consideran los PCM mayores de ventilación o infiltración para calcular el calor exterior latente y se multiplica por la diferencia de humedad específica.
- 10.- Personas latentes.-** Especificar el número de personas que se espera ocupen el espacio y multiplicar por las cantidades de calor latente según la (tabla 5), ver anexos A.
- 11.- Aparatos latentes.-** Especificar las características de los aparatos y multiplicar por los factores correspondientes de la (tabla 6), ver anexos A.
- 12.- Cargas totales latentes.-** Sumar las cargas latentes.
- 13.- Carga total de enfriamiento.-** Sumar la carga sensible total con la carga latente total para obtener la carga total de enfriamiento.

3.3.2.-CALCULO DE CARGA TÉRMICA

2.1. CALCULO DE CARGA TÉRMICA HABITACIÓN 1

Datos

A).- CONSTRUCCION

Pared: Construcción pesada sin aislamiento

Ventanas: Con sombreado exterior y sin sombreado.

Techo: Debajo de un espacio sin acondicionar

Piso.: Directo sobre la tierra

Horario: 14:00 a 17:00 horas.

Ubicación: 23 Norte Poniente # 250 Colonia Potinaspak, primera sección, Tuxtla Gutiérrez Chiapas.

B).- CONDICIONES EXTERIORES

T_{BS} : 95 °F

T_{BH} : 77 °F

ALTITUD: 536 metros S.N.M.

C).- CONDICIONES INTERIORES

T_{BS} : 72 °F

Ø: 50 %

T_{BH} : 60 °F

D).-UTILIZACION

Actividad: Sentado efectuando un trabajo ligero

Número de personas: 4

1.-PARED EXTERIOR			
DIRECCION	AREA(m ²)	FACTOR	CALOR (Btu/h)
S	7.53	80+16	722.88
E	13.09	80+16	1256.64
N	9.18	20+16	330.48
O	14.85	40+16	831.6
			TOTAL= 3141.6

2.-VENTANAS			
DIRECCION	AREA (m ²)	FACTOR	CALOR (Btu/h)
S	1.65	630+80	1171.5
E	1.76	220+80	528
			TOTAL= 1699.5

3.-TECHO		
AREA (m ²)	FACTOR	CALOR (Btu/h)
18.7	40+16	1047.2

4.-PISO		
AREA (m ²)	FACTOR	CALOR (Btu/h)
18.7	0	0

5.- AIRE EXTERIOR

VENTILACION		
Nº. DE PERSONAS	PCM POR PERSONA	PCM TOTAL
4	25*	100

* Oficina privada sin humo

INFILTRACION		
VOLUMEN (m ³)	FACTOR	PCM TOTAL
50.49	0.6	30.294

NOTA: Se usó el valor más grande obtenido arriba para el cálculo del calor sensible y latente.

CALOR SENSIBLE EXTERIOR			
PCM TOTAL	Fs*	$\Delta T(^{\circ}F)$	Qs (Btu/h)
100	1.0064	23	2314.72

*Fs calculado de la tabla 4-A (ver anexos).

6.- CALOR SENSIBLE GENERADO POR PERSONAS			
Nº. DE PERSONAS	ACTIVIDAD	FACTOR	Qs (Btu/h)
4	SENTADO EFECTUANDO TRABAJO LIGERO	195	780

7.-CALOR SENSIBLE GENERADO POR APARATOS E ILUMINACION			
LAMPARAS Y APARATOS	CANT	FACTOR	Qs (Btu/h)
Lámpara fluorescente (50W)	100	4.25	425
Computadora	600	3.4	2040
Impresora	1100	3.4	3740
			TOTAL= 6205

SUMA TOTAL DEL CALOR SENSIBLE

DESCRIPCION	Qs (Btu/h)
1.-PARED EXTERIOR	3141.6
2.-VENTANAS	1699.5
3.-TECHO	1047.2
4.-PISO	0.00
5.-CALOR SENSIBLE EXTERIOR	2314.72
6.- CALOR SENSIBLE GENERADO POR PERSONA	780.00
7.-CALOR SENSIBLE GENERADO POR APARATOS	6205.00
	TOTAL= 15188.02

8.-AIRE EXTERIOR LATENTE

CALOR LATENTE EXTERIOR			
Nota: para este cálculo se toma los PCM más altos calculados en el paso (5)			
PCM TOTAL	FACTOR	Ws*	QL (Btu/h)
100	0.7	56.54	3957.8

CÁLCULO DE Ws

		900 ft	1800 ft	1758.53 ft
	TBH	$\Delta Ws'$	$\Delta Ws'$	$\Delta Ws'$
Interior	60	2.7	5.7	5.56
Exterior	77	5.1	10.4	10.15

$$\Delta Ws = \Delta Ws' [1-0.01 (TBS-TBH/24)]$$

$$\Delta Wsi = 5.5322 \text{ y } \Delta Wse = 10.07$$

$$Wsec = 111 + 10.07 = 121.07 \text{ y } Wsic = 59 + 5.53 = 64.53$$

$$\Delta Wsc = 56.54 \text{ granos / lbm a-s}$$

9.-CALOR LATENTE GENERADO POR PERSONA			
ACTIVIDAD	CANTIDAD	FACTOR	Q _L (Btu/h)
Sentado efectuando trabajo ligero	4	205	820

SUMA TOTAL DEL CALOR LATENTE

DESCRIPCION	Q _L (Btu/h)
8.-CALOR LATENTE EXTERIOR	3957.80
9.-CALOR LATENTE GENERADO POR PERSONAS	820.00
10.-CALOR GENERADO POR APARATOS	0.00
	TOTAL= 4777.8

DESCRIPCION	Q _{total} (Btu/h)
Calor sensible total	15188.02
Calor latente total	4777.8
	TOTAL= 19 965.82

APLICANDO UN FACTOR DE SEGURIDAD DEL 10 %, OBTENEMOS

$$(19\ 965.82)(10\%) = 1996.582\ \text{Btu/h}$$

CONVIRTIENDO Btu/h A TONELADAS DE REFRIGERACION OBTENEMOS

$$(21\ 962.402)/(12000) = \underline{\underline{1.83\ \text{T.R} \cong 2\ \text{T.R}}}$$

2.3.2.- CALCULO DE CARGA TÉRMICA HABITACIÓN 2

A).- CONSTRUCCION

Pared: Construcción pesada sin aislamiento

Ventanas: Con sombreado exterior y sin sombreado.

Techo: Debajo de un espacio sin acondicionar

Piso.: Directo sobre la tierra

Horario: 14:00 a 17:00 horas.

Ubicación: 23 Norte Poniente # 250 Colonia Potinaspak, primera sección, Tuxtla Gutiérrez
Chiapas.

B).- CONDICIONES EXTERIORES

T_{BS} : 95 °F

T_{BH} : 77 °F

ALTITUD: 536 metros S.N.M.

C).- CONDICIONES INTERIORES

T_{BS} : 72 °F

ϕ: 50 %

T_{BH} : 60 °F

D).-UTILIZACION

Actividad: Sentado efectuando un trabajo ligero

Número de personas: 8

1.-PARED EXTERIOR			
DIRECCION	AREA(m ²)	FACTOR	CALOR (Btu/h)
N	10.8	20+16	388.8
S	8.05	80+16	772.8
O	11.22	40+16	628.32
			TOTAL= 1789.92

2.-PARED INTERIOR		
AREA (m ²)	FACTOR	CALOR (Btu/h)
14.85	40+16	831.6

3.-VENTANAS			
DIRECCION	AREA (m ²)	FACTOR	CALOR (Btu/h)
S	2.75	630+80	1952.5
O	3.63	690+80	2795.1
			TOTAL= 4747.6

4.-TECHO		
AREA (m ²)	FACTOR	CALOR (Btu/h)
22	40+16	1232

5.- PISO		
AREA (m ²)	FACTOR	CALOR (Btu/h)
22	0	0

6.- AIRE EXTERIOR

VENTILACION		
Nº. DE PERSONAS	PCM POR PERSONA	PCM TOTAL
8	25	200

INFILTRACION		
VOLUMEN (m ³)	FACTOR	PCM TOTAL
59.4	0.6	35.64

CALOR SENSIBLE EXTERIOR			
PCM TOTAL	Fs*	$\Delta T(^{\circ}F)$	Qs (Btu/h)
200	1.0064	23	4629.44

*Fs calculado de la tabla 4-A (ver anexos).

7.-CALOR SENSIBLE GENERADO POR PERSONAS					
Nº. DE PERSONAS	ACTIVIDAD			FACTOR	Qs (Btu/h)
8	SENTADO	EFFECTUANDO	TRABAJO	195	1560
	LIGERO				

8.- CALOR SENSIBLE GENERADO POR APARATOS E ILUMINACION			
LAMPARAS Y APARATOS	CANT	FACTOR	Qs (Btu/h)
Lámpara fluorescente (50W)	100	4.25	425
Computadora	600	3.4	2040
Impresora	1100	3.4	3740
			TOTAL= 6205

SUMA TOTAL DEL CALOR SENSIBLE

DESCRIPCION	Qs (Btu/h)
1.-PARED EXTERIOR	1789.92
2.- PARED INTERIOR	831.6
3.-VENTANAS	4747.6
4.-TECHO	1232
5.-PISO	0.00
6.-CALOR SENSIBLE EXTERIOR	4629.44
7.-CALOR SENSIBLE GENERADO POR PERSONA	1560
8.-CALOR SENSIBLE GENERADO POR APARATOS	6205.00
TOTAL= 20995.56	

9.- CALOR LATENTE EXTERIOR

Nota: para este cálculo se toma los PCM más altos calculados en el paso (5)

PCM TOTAL	FACTOR	Ws*	QL (Btu/h)
200	0.7	56.54	7915.6

10.-CALOR LATENTE GENERADO POR PERSONA

ACTIVIDAD	CANTIDAD	FACTOR	
Sentado efectuando trabajo ligero	8	205	1640

SUMA TOTAL DEL CALOR LATENTE

DESCRIPCION	QL (Btu/h)
9.-CALOR LATENTE EXTERIOR	7915.6
10.-CALOR LATENTE GENERADO POR PERSONAS	1640
11.-CALOR GENERADO POR APARATOS	0.00
TOTAL= 9555.6	

DESCRIPCION	Qtotal (Btu/h)
Calor sensible total	20995.56
Calor latente total	9555.6
	TOTAL= 30551.16

APLICANDO UN FACTOR DE SEGURIDAD DEL 10 %, SE OBTIENE

$$(30\ 551.16)(10\%) = 3055.116.$$

CONVIRTIENDO Btu/h A TONELADAS DE REFRIGERACION OBTENEMOS

$$(33\ 606.276)/(12000) = \underline{\underline{2.8\ T.R \cong 3\ T.R}}$$

3.3.1.- CALCULO DE CARGA TÉRMICA HABITACIÓN 3

Datos

A).- CONSTRUCCION

Pared: Construcción pesada sin aislamiento

Ventanas: Con sombreado exterior y sin sombreado.

Techo: Debajo de un espacio sin acondicionar

Piso.: Directo sobre la tierra

Horario: 14:00 a 17:00 horas.

Ubicación: 23 Norte Poniente # 250 Colonia Potinaspak, primera sección, Tuxtla Gutiérrez Chiapas.

B).- CONDICIONES EXTERIORES

T_{BS}: 95 °F y T_{BH}: 77 °F

ALTITUD: 536 metros S.N.M.

C).- CONDICIONES INTERIORES

T_{BS} : 72 °F

ϕ : 50 %

T_{BH} : 60 °F

D).-UTILIZACION

Actividad: Sentado efectuando un trabajo ligero

Número de personas: 4

1.-PARED EXTERIOR			
DIRECCION	AREA(m ²)	FACTOR	CALOR (Btu/h)
N	10.8	20+16	388.8
S	8.05	80+16	772.8
E	14.85	80+16	1425.60
			TOTAL= 2587.2

2.-PARED INTERIOR		
AREA (m ²)	FACTOR	CALOR (Btu/h)
14.85	40+16	831.6

3.- VENTANAS			
DIRECCION	AREA (m ²)	FACTOR	CALOR (Btu/h)
S	2.75	630+80	1952.5

4.- TECHO		
AREA (m ²)	FACTOR	CALOR (Btu/h)
22	40+16	1232

5.- PISO		
AREA (m ²)	FACTOR	CALOR (Btu/h)
22	0	0

6.- AIRE EXTERIOR SENSIBLE

VENTILACION		
No. DE PERSONAS	PCM POR PERSONA	PCM TOTAL
4	25	100

INFILTRACION		
VOLUMEN (m ³)	FACTOR	PCM TOTAL
59.4	0.6	35.64

CALOR SENSIBLE EXTERIOR			
PCM TOTAL	F _s *	ΔT(°F)	Q _s (Btu/h)
100	1.0064	23	2314.72

*F_s calculado de la tabla 4-A (ver anexos A).

7.- CALOR SENSIBLE GENERADO POR PERSONAS			
No. DE PERSONAS	ACTIVIDAD	FACTOR	Q _s (Btu/h)
4	SENTADO EFECTUANDO TRABAJO LIGERO	195	780

8.- CALOR SENSIBLE GENERADO POR APARATOS E ILUMINACION

CANT	LAMPARAS Y APARATOS	CANT	FACTOR	Qs (Btu/h)
2	Lámpara fluorescente (50W)	100	4.25	425
1	Grabadora	12	3.4	40.8
1	Televisión	276	3.4	938.4
1	DVD	12	3.4	40.8
TOTAL= 1445.0				

SUMA TOTAL DEL CALOR SENSIBLE

DESCRIPCION	Qs (Btu/h)
1.-PARED EXTERIOR	2587.2
2.-PARED INTERIOR	831.6
3.-VENTANAS	1952.5
4.-TECHO	1232
5.-PISO	0.00
6.- CALOR SENSIBLE EXTERIOR	2314.72
7.- CALOR SENSIBLE GENERADO POR PERSONA	780
8.-CALOR SENSIBLE GENERADO POR APARATOS	1445
TOTAL= 11143.02	

9.-CALOR LATENTE EXTERIOR

Nota: para este cálculo se toma los PCM más altos calculados en el paso (5)

PCM TOTAL	FACTOR	Ws*	QL (Btu/h)
100	0.7	56.54	3957.80

10.-CALOR LATENTE GENERADO POR PERSONA

ACTIVIDAD	CANTIDAD	FACTOR	
Sentado efectuando trabajo ligero	4	205	820

SUMA TOTAL DEL CALOR LATENTE

DESCRIPCION	Q _L (Btu/h)
9.-CALOR LATENTE EXTERIOR	3957.80
10.-CALOR LATENTE GENERADO POR PERSONAS	820.00
11.-CALOR GENERADO POR APARATOS	0.00
TOTAL= 4777.80	

DESCRIPCION	Q _{total} (Btu/h)
Calor sensible total	11 143.02
Calor latente total	4777.80
TOTAL= 15920.82	

APLICANDO UN FACTOR DE SEGURIDAD DEL 10 %, OBTENEMOS

$$(15920.82)(10\%) = 1592.082$$

CONVIRTIENDO Btu/hr A TONELADAS DE REFRIGERACION OBTENEMOS

$$(17 512.90)/(12000) = \underline{\underline{1.46 \text{ T.R} \cong 1.5 \text{ T.R}}}$$

CONCLUSION

Con el trabajo realizado en la residencia profesional se logró un análisis de las diferentes sustancias posibles a emplear en el desarrollo del proyecto, el cual era necesario para la selección de la sustancia que habrá de utilizarse. No se incluyen cálculos que impliquen balance de energía en el sistema planteado ya que el objetivo principal es el estudio de un refrigerante secundario. Además, en los objetivos planteados de este trabajo no especifica que deba hacerse un balance de energía para seleccionar el equipo.

Es importante recalcar que el prototipo se encuentra construido en un 80 % de su totalidad. Se espera que se cuente próximamente con la válvula de 3 vías para la realización de las pruebas y ver el desempeño real del prototipo.

Durante el desarrollo de la residencia profesional se ha tenido que investigar en diversos medios como son libros, internet, publicaciones para obtener información veraz que ayude a una mejor comprensión de los temas tratados a lo largo del proyecto. Aunque un factor que presentó problemas fue el hecho de que existe poca información, y la que existe se encuentran en archivos en inglés, francés, etc. Por ende hemos tratado de recopilar la mejor información posible.

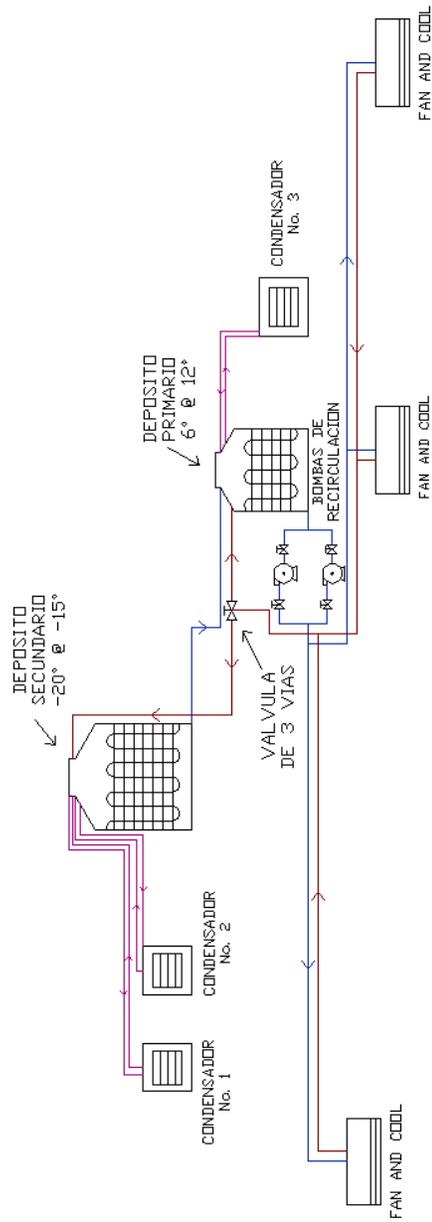
Algo muy importante que hemos realizado a lo largo del proyecto, es la aplicación de todos los conocimientos obtenidos en el transcurso de la carrera de Ingeniería Mecánica, en particular en el área térmica. Fue necesario aplicar conocimientos en refrigeración y aire acondicionado, entre otros. Además adquirimos mucho conocimiento en la parte técnica del proyecto como haber conocido equipos y herramientas que se usan en la práctica real.

Es necesario agradecer a nuestros profesores, que fueron durante el transcurso de la carrera los encargados de ayudarnos en la obtención del conocimiento para realizar proyectos como este, que nos ayuden en el crecimiento personal, que nos enseñen a aplicar la ingeniería y nos permitan adquirir experiencia en el ámbito laboral.

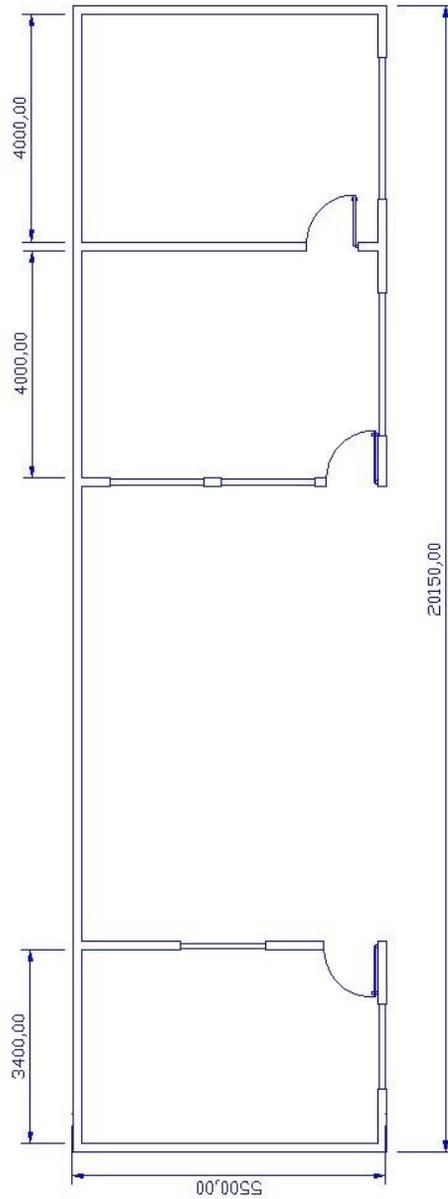
Así mismo queremos agradecer a las personas que tuvieron la confianza de encomendarnos este proyecto.

Por ultimo queremos destacar que el proyecto es de gran utilidad y novedoso en América latina ya que en Europa la investigación para estos proyectos es ardua por dar buenos resultados. La principal ventaja es el ahorro de dinero sin perder la eficiencia del equipo y que no es un proyecto temporal ya que en el futuro CFE podrá aumentar el precio de las tarifas y este proyecto seguirá siendo de utilidad. No se pudo incluir análisis de precios ya que la empresa no dio acceso a la información necesaria para la elaboración de estos, debido a que este proyecto fue realizado por la empresa Mantenimiento Industrial Tellier S.A de C.V. y los cálculos son guardados como secreto industrial lo cual fue un mutuo acuerdo desde el inicio.

ANEXOS

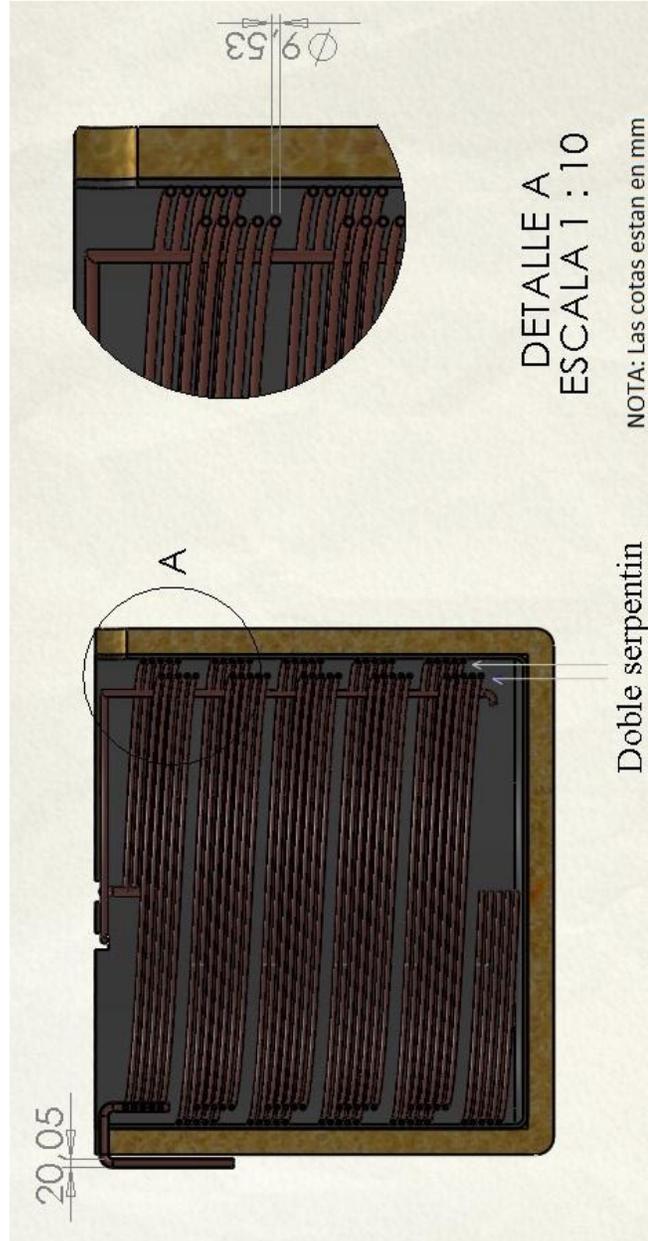


PLANO DE UBICACION DEL PROTOTIPO



ESCALA 1 : 10

NOTA: Las cotas estan dadas en mm





INSTITUTO TECNOLÓGICO

de Tuxtla Gutiérrez



INGENIERÍA MECÁNICA

HOJA DE CÁLCULO

	Dirección	Cantidad	Factor	Calor (BTU/h)
A. Pared exterior		m ²		
(Tabla 1)		m ²		
		m ²		
		m ²		
B. Pared interior		m ²		
(Tabla 1)		m ²		
		m ²		
		m ²		
C. Ventanas	(Tabla 7)	m ²		
		m ²		
		m ²		
		m ²		
D. Techo (Tabla 2)		m ²		
E. Piso (Tabla 3)		m ²		
F. Aire exterior sensible (Tabla A)				
G. Calor sensible generado por personas (Tabla B)				
H. Calor sensible generado por aparatos (Tabla C)				
Calor sensible total (BTU/h)				
I. Aire exterior latente (Tabla A)				
J. Calor latente generado por personas (Tabla B)				
K. Calor latente generado por aparatos (Tabla C)				
Calor latente total (Btu/h)				
Calor total (Btu/h)				

Conversión al SI: 1 KW=3412.14 BTU/h

Tabla A. Cálculo del calor sensible y latente del aire

1.- **Ventilación:**

$$\begin{aligned} \text{No. de personas} & \times \text{PCM por persona} = \text{PCM totales.} \\ \underline{\hspace{2cm}} & \times \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ PCM} \\ & \text{(Tabla 4)} \end{aligned}$$

2.- **Infiltración:**

$$\begin{aligned} \text{Volumen total (m}^3\text{): } & \underline{\hspace{2cm}} \times 0.6 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ PCM} \\ + \text{ Extracción (Vol. en ft}^3\text{ x no. de renovación por min)} & = \underline{\hspace{2cm}} \text{ PCM} \\ \text{Total} & = \underline{\hspace{2cm}} \text{ PCM} \end{aligned}$$

Nota:

Use el valor más grande obtenido arriba para el cálculo de calor sensible y calor latente.

1.- **Calor sensible exterior:**

$$\begin{aligned} \text{PCM total} & \times \text{fs (Tabla 4-A)} \times \Delta T (\text{°F}) = Q_s \\ \underline{\hspace{2cm}} & \times \underline{\hspace{2cm}} \times \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} \frac{\text{BTU}}{h} \end{aligned}$$

2.- **Calor latente exterior:**

$$\begin{aligned} \text{PCM total} & \times 0.7 \times \Delta W_s = Q_L \\ \underline{\hspace{2cm}} & \times 0.7 \times \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} \frac{\text{BTU}}{h} \end{aligned}$$

Tabla B. Cálculo de calor sensible y latente que generan las personas (Btu/h)

Actividad	Cantidad	Factor	Q _s	Factor	Q _L
TOTAL					

Nota: Los datos son obtenidos de la Tabla 5.

Tabla C. Cálculo de calor sensible y latente que generan los aparatos (Btu/h)

Lámparas y aparatos	Cantidad	Factor	Q _s	Factor	Q _L
TOTAL					

Nota: Los datos son obtenidos de la Tabla 6.

Tabla 1. Factor para paredes

Horario	8-11 Hrs.				11-14 Hrs.				14-17 Hrs.				17-20 Hrs.				20-23 Hrs.			
Dirección	N	NE E SE	S	SO O NO	N	NE E SE	S	SO O NO	N	NE E SE	S	SO O NO	N	NE E SE	S	SO O NO	N	NE E SE	S	SO O NO
Pared exterior.																				
Construcción ligera sin aislamiento	0	110	10	0	20	90	80	30	40	55	90	110	40	55	55	110	20	30	35	60
Construcción ligera con 2 pulg. de aisl.	0	40	10	0	10	40	35	20	20	20	40	40	10	20	20	65	10	10	10	20
Construcción pesada sin aislamiento	0	40	0	10	0	90	35	10	20	80	80	40	40	65	90	80	40	40	45	110
Construcción pesada con 2 pulg. de aisl.	0	20	0	10	0	40	20	10	10	40	35	20	20	30	30	30	20	20	20	60
Pared interior.	Entre un espacio acondicionado -----																0			
	Entre un espacio sin acondicionar -----																40			
	Entre un espacio de alta temperatura -----																170			
Para un diferencial de temperatura de 20 °F se agrega 10 a los factores de arriba Para un diferencial de temperatura de 25 °F se agrega 20 a los factores de arriba Para un diferencial de temperatura de 30 °F se agrega 30 a los factores de arriba																				

Tabla 2. Factores de techo

Horario	8-11	11-14	14-17	17-20	20-23
Techo solo Sin aislamiento	60	190	180	150	40
Techo solo con 2 pulg. de aisl.	20	60	60	40	20
Techo con cielo falso sin aislamiento	40	140	130	110	30
Techo con cielo falso con 2 pulg. de aisl.	20	40	40	30	20
Techo abajo de un espacio :					
acondicionado ----- 0					
sin acondicionar ----- 40					
Para un diferencial de temperatura de 20 °F se agrega 10 a los factores de arriba					
Para un diferencial de temperatura de 25 °F se agrega 20 a los factores de arriba					
Para un diferencial de temperatura de 30 °F se agrega 30 a los factores de arriba					

Tabla 3. Factores de piso

Posición del piso	Factor
Sobre un espacio acondicionado	0
Directo sobre la tierra	0
Sobre un sótano normal	0
Sobre un espacio sin acondicionar	60
Sobre un espacio a alta temperatura	190

Tabla 4. Cantidad de aire recomendado del exterior

APLICACIÓN		PCM recomendado por persona
Departamentos normales		20
Departamento de lujo		30
Bancos		10
Peluquerías		15
Salones de belleza		10
Bares		30
Salas de juntas		50
Tiendas de departamentos		7.5
Fabricas		10
Funerarias (salones)		10
Cafeterías		10
Cuartos privados de hospitales		30
Salas de esperas en hospitales		20
Habitaciones de hotel		30
Laboratorios		20
Salones de reuniones con excesivo humo		50
Oficinas	Generales	15
	privadas sin humo	25
	privadas con poco humo	30
Cafetería de restaurantes		12
Comedor de restaurantes		15
Teatros sin humo de cigarros		7.5
Teatros con poco humo		15

Tabla 4-A. Factor sensible a diferentes alturas

Altitud sobre el nivel del mar (m)	Factor sensible (Fs)
0	1.08
500	1.01
1000	0.96
1500	0.91
2000	0.86
2500	0.81
3000	0.77

Tabla 5. Ganancia de calor (Carga por persona en BTU/h)

ACTIVIDAD	APLICACIÓN TÍPICA	Calor sensible	Calor latente
Sentado en reposo	Escuela, teatro o iglesia	180	150
Sentado efectuando un trabajo ligero	Oficina, apartamento o motel	195	205
Caminando efectuando trabajo ligero	Supermercado o tienda de departamento	200	250
Trabajo sedentario	Restaurante	220	330
Baile moderado	Pista de baile	245	605
Boliche o trabajo pesado	Boliche o fábrica	455	985
En un boliche se considera una persona jugando y las demás efectuando trabajo sedentario			

Tabla 6. Carga de alumbrado eléctrico y aparatos diversos

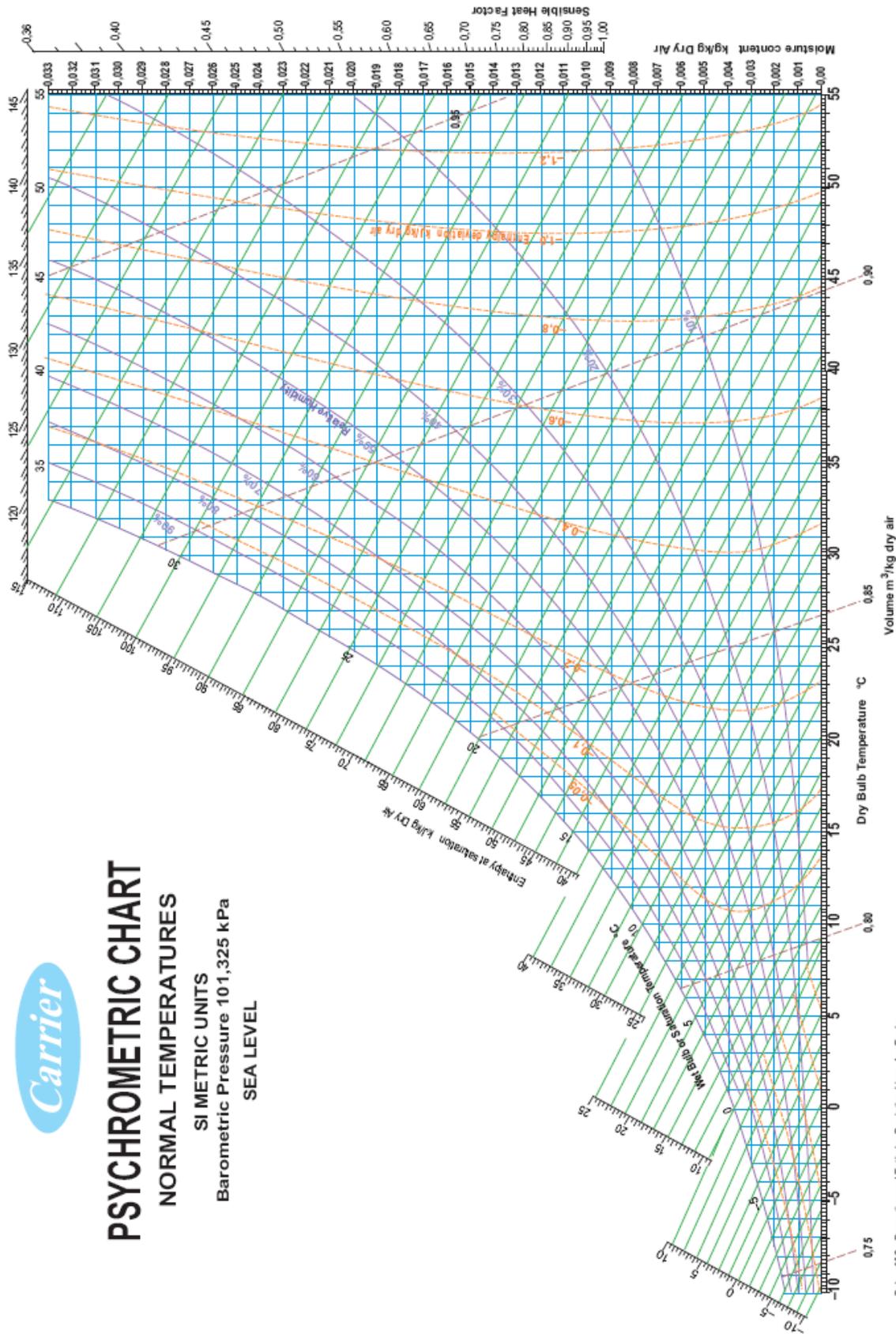
DESCRIPCIÓN	Factor (BTU/h)	
	Sensible	Latente
Luces incandescentes - Watts	3.413	---
Luces fluorescentes - Watts	4.250	---
Motores por hp	1/8 - 1/2 hp	4250
	1/2 - 3 hp	3700
	3 - 20 hp	2950
Horno de gas domestico	8100	4000
Cafeteras eléctricas - por cada litro	200	130
Cafeteras de gas doméstico - por litro	230	230
Parrilla eléctrica - por centímetro cuadrado	5.3	2.8
Estufa mediana - por quemador	3100	1700
Calentamiento de agua	3150	3850
Secadora de pelo tipo casco	1870	330
Secadora de pelo tipo soplador	2300	400
Plancha de vapor - por pie cuadrado	200	1000

Nota: Para aparatos con campana o extractor, los factores se reducen en un 50 %.

Tabla 7. Factores de vidrio
(Basados en un diferencial de temperatura de 15 °F)

Horario	8-11			11-14			14-17			17-20			20-23	
	NE	E SE	Cualq otra	SE SO	Cualq otra	S	S	NO SO	O	Cualq otra	SO NO	Cualq otra		O
Sin sombreado	800	1980	380	730	380	930	630	1260	1810	380	1000	380	1500	330
Con sombreado int.	500	840	270	460	270	570	400	770	1080	270	670	270	930	220
Con sombreado ext.	420	580	220	400	220	460	380	550	690	220	500	220	620	220
Vidrio block	300	730	270	240	270	480	400	690	880	270	490	270	820	220
Vidrios de exhibición	170	170	160	190	160	190	280	280	290	160	300	160	300	160

Agregar a los factores de arriba: 10 por cada °F de diferencial de temperatura mayor de 15 °F.



COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

Adeudo anterior	Pagos	Cargos/créditos	Monto a pagar
\$86,412.93	\$86,412.00-	\$80,942.62	\$80,943.00

Fecha límite de pago **12 OCT 09**

Ubicación del suministro:
 OPERADORA VICMA SA DE CV
 BLVD BELISARIO DOMINGUEZ 4120-2
 FTE BIBLIOTECA UNACH Y CP 29020 HOTEL ARECAS
 U JARDINES D TUXTLA
 TUXTLA GUTIERREZ, CHIS.

Domicilio fiscal:
 RFC OV10107277H7

AVISO-RECIBO

78 DK 04 G 01 100 1160

71830701968 091012 000080943 2



Número de Servicio: 671 830 701 968

Período: 31 AGO 09 a 30 SEP 09

Carga conecta

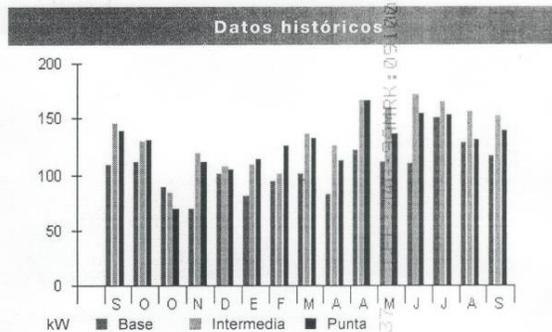
5P3J37

Demanda contratada kW: 173

Multiplicador: 600

Certificada en ISO 9001:2000
 Zona Tuxtla

Función	No. Medidor	Lectura actual	Lectura anterior	Diferencia	Totales
kWh base					16,560
kWh intermedia					39,300
kWh punta					4,260
kW base					116
kW intermedia					151
kW punta					138
Mes	Días del mes	Consumo prom. diario	Energía kWh	Precios \$/kWh	Importes \$
kVArh					26,400
Factor de potencia					91.56



Mes	Factor de potencia	Demanda máxima kW	Precios \$/kW	Importes \$	Factor de potencia
Energía en base kWh				16,560	0.66890
Energía en intermedia kWh				39,300	0.80390
Energía en punta kWh				4,260	1.55240

Mes	Demanda máxima kW	Consumo total kWh	FP %	FC %	Precio medio
SEP 08	138	52,680	90.81	50	1.6715
OCT 08	126	39,900	89.74	51	1.6833
OCT 08	74	6,960	88.82	54	1.6535
NOV 08	114	34,920	90.28	41	1.8171
DIC 08	105	34,440	89.51	43	1.7651
ENE 09	103	33,300	89.41	39	1.4584
FEB 09	121	33,900	90.41	40	1.4449
MAR 09	134	42,960	90.43	42	1.3235
ABR 09	116	6,900	92.00	85	1.9844
ABR 09	164	46,680	90.31	45	1.1767
MAY 09	144	57,240	91.35	48	1.1532
JUN 09	160	59,040	91.05	48	1.1655
JUL 09	157	68,400	91.64	56	1.1136
AGO 09	139	63,360	91.13	55	1.1859
SEP 09	140	60,120	91.56	55	1.1707

Conceptos	Importes \$
Cargo por Energía	49,281.82
Reducción por Energía	135.06-
Demanda Facturable	21,828.24
Reducción por Demanda	307.44
Bonificación Factor de Potencia	282.67-
Subtotal	70,384.89
IVA 15%	10,557.73
Facturación del Periodo	80,942.62
Adeudo Anterior	86,412.93
Su Pago	86,412.00-
Total	\$80,943.55

AVISOS IMPORTANTES

- » Su facturación incluye bonificación por obtener un factor de potencia (FP%) superior al 90%.
- » Gracias por su pago efectuado el 11 SEP 09 por \$86,412.00
- » Nos transformamos para servirle mejor
- » **Servicio a Clientes Teléfono 071.**

Fecha y lugar de expedición: 01 OCT 09, TUXTLA GTZ, CHIS

Son: (OCHENTA MIL NOVECIENTOS CUARENTA Y TRES PESOS 55/100 M.N.)

El Gobierno Federal trabaja contra la Impunidad, con tu ayuda fortalecemos la lucha **DENUNCIA 01800 FUNCION**

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

Adeudo anterior
\$45,713.94

Pagos
\$45,713.00-

Cargos/créditos
\$43,249.22

Monto a pagar
\$43,250.00

Fecha límite de pago
03 OCT 09

Avenida Paseo de la Reforma 161
Col. Juárez, México D.F. C.P. 06600
R.F.C. CFE-370614-Q10

Ubicación del suministro:
HOTEL PALACE INN S A
B B DOMINGUEZ KM 1081
COND SN CRISTOBAL
TUXTLA GUTIERREZ, CHIS.

Domicilio fiscal:

AVISO-RECIBO

71 DK 04 G 01 515 0065

01 671770601527 091003 000043250 5



Número de Servicio: 671 770 601 527

Periodo: 19 AGO 09 a 18 SEP 09

Carga conectada kW: 137

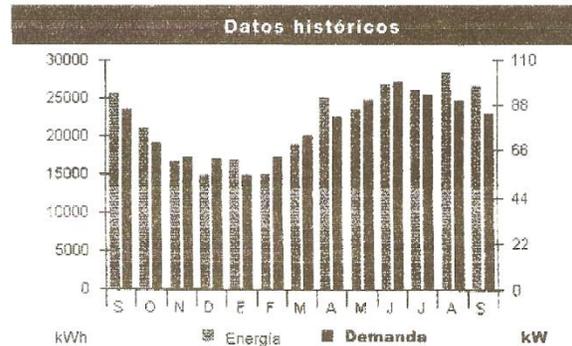
Tarifa: OM

Certificada en ISO 9001:2000
Zona Testigo

Demanda contratada kW: 137

Multiplicador: 80

Unión	No. Medidor	Lectura actual	Lectura anterior	Diferencia	Totales
kWh	8X4W43	20760	20450	330	26,400
KW	8X4W43	0.1044	0.0	0.1044	84
KV	8X4W43	8822	8719	103	8,240



Mes	Días del mes	Consumo prom. diario	Energía kWh	Precios \$/kWh	Importes \$
0908	12	880.0000	10,560	0.994	10,496.64
0909	16	860.0000	15,840	0.961	15,222.24

Mes	Factor de proporción	Demanda máxima kW	Precios \$/kW	Importes \$	Factor de potencia %
0908	0.3871	84	140.54	4,569.85	
0909	0.6000	84	140.98	7,105.39	95.46

Mes	Demanda máxima kW	Consumo total kWh	FP %	EC %	Precio medio
SEP 08	84	20,450	93.51	40	1,750.4
OCT 08	70	21,120	93.52	41	1,830.2
NOV 08	63	16,560	92.19	38	1,871.5
DIC 08	62	14,720	89.64	32	1,971.7
ENE 09	54	16,720	90.71	42	1,800.3
FEB 09	63	14,880	89.83	31	1,701.0
MAR 09	73	18,800	92.98	36	1,522.9
ABR 09	82	25,040	94.72	42	1,418.5
MAY 09	90	23,520	98.80	35	1,491.1
JUN 09	99	26,640	90.56	36	1,472.5
JUL 09	93	25,920	94.60	36	1,442.3
AGO 09	90	28,400	95.60	44	1,399.7
SEP 09	84	26,400	95.46	44	1,424.5

Conceptos	Importes \$
Carga por Energía	25,718.88
Demanda Máxima	11,675.24
Cargó 2% Baja Tensión	747.88
Bonificación Factor de Potencia	533.98-
Subtotal	37,608.02
IVA 15%	5,641.20
Facturación del Periodo	43,249.22
Adeudo Anterior	45,713.94
Su Pago	45,713.00-
Total	\$43,250.16

Fecha y lugar de expedición: 22 SEP 09, TUXTLA GTZ, CHIS

Son: **(CUARENTA Y TRES MIL DOSCIENTOS CINCUENTA PESOS 16/100 M.N.)**

El Gobierno Federal trabaja contra la impunidad, con tu ayuda fortalecemos la unión. DENUNCIA
Secretaría de la Función Pública, quejas y denuncias al Teléfono: 018007116296 3692465

AVISOS IMPORTANTES

- » Su facturación incluye bonificación por obtener un factor de potencia (FP%) superior al 90%.
- » Gracias por su pago efectuado el 03 SEP 09 por \$45,713.00
- » Nos transformamos para servirle mejor
- » Servicio a Clientes Teléfono 071.

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

Total a pagar: \$43,250.00

(CUARENTA Y TRES MIL DOSCIENTOS CINCUENTA PESOS 00/100 M.N.)

01 671770601527 091003 000043250 5

PROPIEDADES DEL REFRIGERANTE R 404a

Propiedades Físicas

Componentes

HFC-125	Pentafluoroetano	44%
HFC-143a	1,1,1 trifluoroetano	52%
HFC-134a	1,1,1,2 tetrafluoroetano	4%

Propiedades Unidades

Fórmula molecular	- CHF ₂ CF ₃ /CH ₃ CF ₃ / CH ₂ FCF ₃	
Punto de ebullición	°C	-46,2
Densidad del líquido	kg/m ³	1034,7
Densidad del vapor saturado	kg/m ³	5,41
Temperatura crítica	°C	72,2
Presión crítica	Bar	37,2
Densidad crítica	kg/m ³	483,7
Deslizamiento de Temperatura	°K	0,9
Calor latente de vaporización	kJ/kg	200,1
Calor específico		
Líquido	kJ/kg.K	1,64
Vapor	kJ/kg.K	0,88
Límite de inflamabilidad	% vol	Ninguno
Clasificación ASHRAE	-	A1/A1
ODP (Destrucción de ozono)		0

Todas las medidas son a 25°C y a 1,013 bar.

FUENTES DE INFORMACION

- [1] http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/Tarifas/tarifas_negocio.asp?Tarifa=C MAMT&Anio=2015
- [2] <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/2627/1/34500-1.pdf>
- [3] http://books.google.com.mx/books?id=u5qOuAAS9YC&pg=PA307&lpg=PA307&dq=Glicoles+inhibidos&source=bl&ots=FGrxDFfhij&sig=cSSgVHDLVvm8BYQVH6gUpMK5Fc&hl=es&ei=70D6SoE3goedB8CR2PgM&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=6&ved=0CB0Q6AEwBQ#v=onepage&q=&f=false
- [4] <https://www.ptq.pemex.com/portal/Productos.aspx?IdMenu=2&IdsMenu=13&Pagina=Lista&Ident=4&Familia=Qu%C3%ADmicos>
- [5] <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/2627>
- [6] <http://www.ansal.com.ar/capacitacion.html>
- [7] http://www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/ad/ad_492.pdf
- [8] http://www.alder.co.za/psy_02.pdf
- [9] <http://www.handsdownsoftware.com/Downloads.htm>
- [10] Yunus A. Cengel & Michael A. Boles. Cuarta Edición. Editorial Mc Graw Hill.
- [11] <http://platea.pntic.mec.es/iali/personal/agua/agua/propieda.htm>