



# DISEÑO DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO PARA EL EDIFICIO TORRE ADMINISTRATIVA DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

Ingeniero  
**JORGE E. GRANADOS G. M.Sc.**  
Profesor Asociado  
U.F.P.S

Dentro de los programas de modernización y expansión de la Universidad Francisco de Paula Santander, se contempla como prioritario la puesta en servicio de las instalaciones de la nueva Sede Principal, actualmente conocida como La Torre Administrativa.

En cumplimiento de los objetivos institucionales se tuvieron en cuenta para su diseño aspectos organizacionales, económicos, facilidades de acceso, amplitud de espacios, funcionalidad, estética, comodidad y servicios, entre otros; sin embargo inicialmente no se adoptó decisión alguna relativa a una necesidad, que para el caso de la ciudad resulta inaplazable: me refiero al sistema de aire acondicionado para esta edificación. Las condiciones climáticas de la ciudad de Cúcuta, que en algunas épocas del año alcanzan valores cercanos a los 40°C (104°F) y 70% de humedad relativa, influyen negativamente en el desempeño de las funciones del personal de la Universidad.

En efecto, hoy en día el confort logrado con adecuados sistemas de aire acondicionado debe considerarse como un factor, no de lujo, sino de mejoramiento de las condiciones laborales y por ende

como una inversión que conllevará a un mejor estar y mayor rendimiento del personal.

La necesidad de superar dificultades propias de las circunstancias actuales, cuales fueron las de no contemplarse ni en su arquitectura ni en la obra civil, los espacios y las condiciones necesarias para la instalación del sistema de aire acondicionado en una obra de esta magnitud, fomentaron nuestro interés hacia la búsqueda de una adecuada solución.

El proyecto del sistema de aire acondicionado para el edificio de la Torre Administrativa debió hacer acopio de todos los recursos de Ingeniería con el fin de aprovechar al máximo los pocos espacios disponibles, respetando el diseño creador del arquitecto y los ambientes naturales circundantes: zonas verdes, iluminación natural y paisaje en general.

De otra parte, al ser esta Sede el eje por excelencia de la Universidad, obligó a involucrar conceptos de avanzada en el campo del aire acondicionado y la refrigeración. El auge acelerado de la tecnología en esta rama hizo necesario un trabajo de investigación acerca de factores como el consumo energético, controles automáticos, regulaciones ambientales y mantenimiento, con el fin de ofrecer a la comunidad universitaria un

proyecto técnico acorde con el alto nivel profesional ofrecido en el campo de Ingeniería Mecánica, por esta Casa de Estudios.

De hecho, se han previsto aspectos como alto EER (relación de eficiencia energética), lo cual significa el menor consumo de energía para un mayor rendimiento del sistema; igualmente los controles para estos equipos se han propuesto de tal forma que respondan de una manera rápida y precisa a las diversas condiciones de temperatura.

El proyecto ha respetado las condiciones ambientales, de manera que los elementos involucrados en el sistema no afectarán negativamente a la comunidad; en particular, se ha evitado el uso de compuestos degradantes de la capa de ozono (CFC's o clorofluorocarbonos), recomendándose el empleo del refrigerante R-22 que tiene un impacto menor. El HFC22 (R-22) según el Protocolo de Montreal estará disponible hasta el año 2020 y es considerado como un elemento de transición hacia los nuevos refrigerantes (R134a y las series 407). Estos últimos están bajo experimentación debido al corto tiempo de haber salido al mercado, y efectos negativos como el de invernadero, menor eficiencia y mayor riesgo está aún por determinarse plenamente. Otro contaminante, el ruido, ha tenido un tratamiento especial, con el fin

de no generar un factor indeseable que le restaría confort a la instalación.

Por último hemos fijado nuestra atención en el aspecto de mantenimiento con el fin de darle la mayor vida útil a los equipos, justificable ante la gran inversión que ellos representan. Equipos de autodiagnóstico y autocorrección de fallas se han estudiado para su posterior implementación, ya que no obstante sus altos costos, no deberían ser descartados en un proyecto de esta naturaleza.

## METODOLOGIA

Con base en los planos arquitectónicos del edificio, proporcionados por el Departamento de Planeación Física de la Universidad, y teniendo en cuenta las observaciones y lineamientos de esa Oficina, se procedió a estudiar y a analizar todos y cada uno de los factores inherentes al proyecto.

Aspectos de significativa relevancia en el cálculo de la carga térmica como son la orientación del edificio, la dirección y velocidad del viento en el lugar, número de ocupantes, actividad, horario de trabajo y horas pico, meses de verano e invierno, fenómenos adversos (El Niño), así como las condiciones climatológicas promedio de la ciudad de Cúcuta, registradas por el HIMAT durante

los últimos años, centraron nuestra atención desde un principio.

Se estudiaron detalladamente las condiciones civiles las diversas zonas que requerían aire acondicionado y las posibilidades existentes para la localización de equipos y conductos, teniendo en cuenta la ausencia de cuartos de máquinas, materiales de construcción, instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias, y la ventilación del lugar, entre otras.

Se analizaron las diversas alternativas de sistemas de aire acondicionado para la edificación:

1. Sistema Centralizado de Agua Fría y Multizonas para todo el edificio.
  - \* Condensación por aire
  - \* Condensación por agua
2. Sistemas de Expansión Directa.
  - \* Equipos tipo Paquete y/o de Ventana.
  - \* Sistemas Split
  - \* Unidades Individuales, condensación por agua.
3. Enfriamiento por Evaporación.
4. Enfriamiento por Absorción.

El análisis e investigación de los sistemas nos inclinó hacia la primera alternativa, por las siguientes razones:

· Si bien es cierto que el sistema de **expansión directa** resulta ser por lo general el más económico, la ausencia de cuartos de máquinas y el poco espacio disponible para la localización de los conductos (40 cms. entre techo falso y placa), descartó esta posibilidad.

· Los sistemas de aire acondicionado que utilizan **condensación por agua** requieren para su funcionamiento de una torre de enfriamiento, lo cual eleva los costos y que para el caso en particular resulta innecesaria, ya que es posible obtener una adecuada condensación por aire en esta ciudad, para la capacidad requerida (45 T.R.).

· El sistema de **absorción** requiere de un generados de vapor (caldera) a 12 psig, o agua caliente a 300 °F. Podríamos pensar que con el uso del gas natural como combustible tendríamos una buena alternativa. Sin embargo, el hecho de que no exista garantía para el suministro de este

combustible y de que no se haya popularizado su empleo, al punto de que comercialmente no se disponen de unidades menores a 100 T.R., los hace imprácticos.

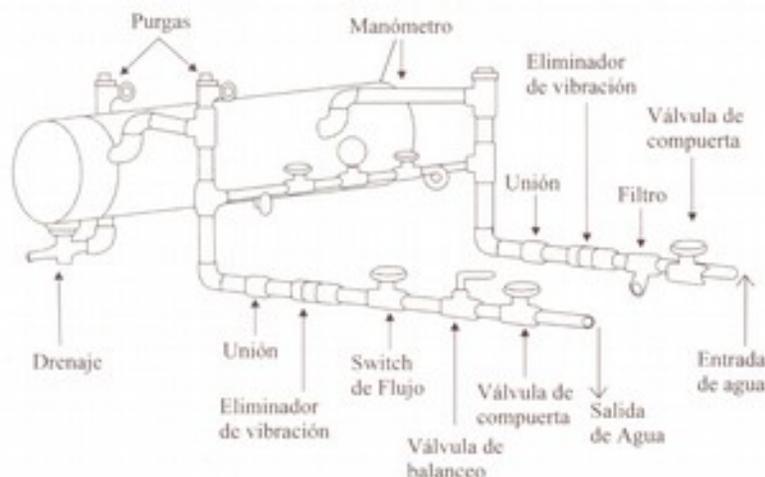


Fig. 1 Sistema de instalación típica del enfriador

· El sistema de enfriamiento **evaporativo** es el más económico de todos, pero no es aplicable para la ciudad de Cúcuta ya que no es posible lograr las condiciones interiores deseadas, obteniéndose una humedad demasiado alta, lo cual resulta insatisfactorio.

· Las **plantas centrales** cuestan menos por T.R. que varias máquinas pequeñas; el número de piezas de equipos asociados también se reduce. Además, ya que la carga de aire acondicionado de las diversas zonas tienen su valor máximo a diferentes horas del día debido a la variación en orientación y en ocupación, puede usarse un factor de diversidad. Esto puede resultar en una reducción de la capacidad instalada a 65 o 75% de la que sería necesaria si las máquinas fueran individuales. Ese espacio puede ser utilizado más efectivamente en las zonas que van a ser climatizadas, ya que no se requiere ubicar en ellas equipos de refrigeración.

Tales son las condiciones que hemos encontrado para esta edificación y que fundamentan nuestra inclinación hacia esta última alternativa.

Se calculó, mediante uso del computador, la carga térmica del edificio, y se dimensionaron los conductos y red de tuberías.

Los planos de la instalación, las especificaciones, cantidades de obra,

presupuesto y condiciones de licitación fueron el objeto final de este proyecto.

## DESCRIPCION DEL PROYECTO

El proyecto, dadas las características especiales del edificio, se ha concebido como un sistema central de aire acondicionado, mediante agua fría, con capacidad total calculada de 65.27 toneladas de refrigeración, habiéndose subdividido el área acondicionada en dieciocho espacios o zonas completamente independientes.

El factor de diversidad, mencionado anteriormente, arrojó un valor de 0.69, considerando el análisis de carga térmica vs. capacidad del equipo y su variación con el transcurso del tiempo. Se demuestra que bajo condiciones normales de operación, las que se tienen durante un 95% del total de horas de servicio del edificio, la carga necesaria no supera los 540.000 BTU/hora, es decir 45 T.R. para una temperatura interior de 74 °F.

En situaciones extremas, de máxima ocupación del edificio y del auditorio, además de condiciones rigurosas climáticas en la ciudad, la carga térmica puede llegar a 780.000 BTU/hora, situación que se observa en la fig. 3 entre las 17

y 18 horas del mes de julio. Puesto que este hecho sólo se presentará en contadas ocasiones, hemos optado por recomendar un equipo enfriador de agua de 45 T.R. En este último caso la temperatura promedio del edificio subiría gradualmente, hasta un máximo de 79 °F, la cual resulta aún satisfactoria para las exigencias de confort establecidas en esta ciudad, y lo que es mejor, significando un ahorro energético, de mantenimiento, y de capacidad instalada del orden de \$50.000.000.

El sistema está conformado por una Planta Enfriadora de Agua (Chiller) Fig. 1 con compresores recíprocos, condensada por aire, ubicada cerca al edificio. Una (1) Unidad Acondicionadora (Manejadora), instalada contiguo al Auditorio bajo la escalera sur que da acceso al edificio, proporcionará el aire acondicionado requerido para ese salón cultural.

La red de tubería de agua fría, aislada térmicamente, se inicia con un par de bombas (una de ellas en stand-by), que suministrarán el agua necesaria, hacia el Enfriador o Chiller.

El agua fría es dirigida hacia la Unidad Manejadora ubicada en el cuarto de máquinas, al igual que hacia los serpentines de las Unidades menores (Fan-coils) colocados en los distintos pisos de

la edificación, ascendiendo verticalmente por los dos buitrones ubicados en los costados norte y sur junto a la escalera central. La red de tubería de agua fría se extiende sobre el cieloraso en los diferentes niveles de la Torre.

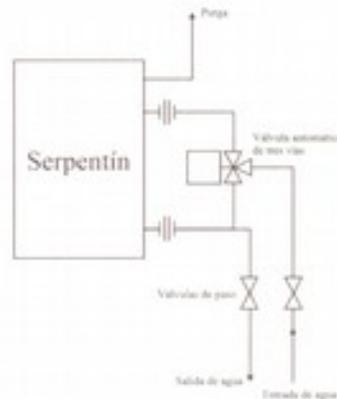


Figura 2. Conexión típica unidades acondicionadoras (FAN-COILS)

El retorno del agua se hará mediante una línea paralela a la línea de suministro, desde las unidades acondicionadoras hacia las bombas. Se dispone además de los accesorios y de las válvulas necesarias para la purga de aire, así como también para el control y balanceo del caudal de agua. Se prevé, para mantenimiento, el drenaje de agua desde las unidades hacia los sifones más próximos.

En la parte alta de la edificación deberá ser instalado el correspondiente tanque de expansión de agua.

Al final, será distribuido mediante un sistema de conductos de suministro y de retorno, fabricados en fibra de vidrio lo cual garantizará un adecuado aislamiento térmico, y un bajo nivel de ruido. El aire será suministrado a los diferentes espacios a través de difusores en aluminio, del tipo de marco descolgado y provistos de dámetros para regular su volumen, y retonará a las Unidades Acondicionadoras mediante rejillas, fabricadas en el mismo material.

La instalación contempla un sistema de mando central, para las líneas de potencia y control, y reguladores de temperatura (termostatos) para cada una de las Unidades Acondicionadoras.

Este proyecto se ha basado en las siguientes condiciones de diseño:

| Condiciones ambiente interior |       | Condiciones ambiente exterior |           |
|-------------------------------|-------|-------------------------------|-----------|
| Temperatura bulbo seco        | 74 °F | Temperatura bulbo seco        | 95 °F     |
| Temperatura bulbo húmedo      | 63 °F | Temperatura bulbo húmedo      | 86 °F     |
| Humedad relativa              | 60 %  | Altura sobre el nivel del mar | 1050 pies |
|                               |       | Latitud                       | 7° 51' N  |

## ESPECIFICACIONES TECNICAS

### UNIDAD DE ENFRIAMIENTO

La Unidad de Enfriamiento de Agua (Chiller) que se instalará será del tipo de doble circuito, con compresores reciprocantes, ensamblado en fábrica, que trabaje con refrigerante 22, el cual deberá dar los rendimientos anotados más adelante, y que consistirá de cada uno de los siguientes elementos:

#### Compresores

Los compresores, en cantidad de dos (2), serán preferiblemente del tipo recíprocante semi-herméticos, y equipados con controles de capacidad automáticos, carga de aceite, control de presión de aceite, sistema de lubricación forzada con bomba reversible de engranajes, filtro de aceite con indicador diferencial de presión, calentador de aceite en la carcasa, y válvulas de servicio para facilitar funciones de mantenimiento. Vendrán equipados a su vez con un dispositivo de protección que prevenga el paso de refrigerante líquido al compresor en todo momento y con presostatos para corte por alta y baja presión del refrigerante. Cada compresor deberá ser accionado directamente por un motor eléctrico que opere a 1750 RPM, con par de arranque normal para trabajar a 220 voltios, tres fases, 60 ciclos, mediante arranque por embobinado parcial o sistema similar; incluirá un elemento de seguridad interna del embobinado parcial o sistema

similar; incluirá un elemento de seguridad interna del motor (PIM) que lo proteja de condiciones extremas de recalentamiento y es recomendable que para protección adicionalmente incluya un módulo de estado sólido con sensores electrónicos, en reemplazo del relé térmico.

#### Sistema de control de capacidad

Este sistema modulará la capacidad del compresor automáticamente de acuerdo con la temperatura del agua. El compresor arrancará con los cilindros de control descargados y tendrá un mínimo de tres (3) etapas.

#### Evaporador

El evaporador será de tipo camisa - tubo de expansión directa. La carcasa de acero al carbón, sin costura, y los tubos serán de tipo preformado espiroidalmente, de cobre, expandidos dentro del acero, de cabezales desmontables para facilitar su mantenimiento; vendrá aislado de fábrica, en espuma de celda cerrada "Rubatex" y cubierto con una barrera contra la humedad. Dispondrá de los visores de nivel líquido, válvulas de seguridad y válvulas necesarias para controlar automáticamente el paso del líquido refrigerante desde el condensador hasta el evaporador. Será construido y ensayado de acuerdo con los códigos y requisitos de la "ASME", para una presión de trabajo en el lado del agua de 125 psig.

#### Condensador

El condensador será del tipo serpentín en tubo de cobre sin costura, con aletas de aluminio y expansión mecánica, de tipo desmontable para facilitar su limpieza, moviendo el caudal de aire por medio de ventiladores axiales accionados por motores eléctricos para uso a la interperie y acople directo, con sus correspondientes contactores, relés térmicos y guardas de protección necesaria. Además incluirá circuito de subenfriamiento y estará provisto de válvula de seguridad. Será construido y ensayado de acuerdo con los códigos y requisitos de la "ASME", para una presión de trabajo en el lado del agua de 125 psig.

#### Centro de control

Todos los controles y el sistema de arranque vendrán conectados y montados en fábrica en un gabinete que forme parte de la unidad. Comprende los siguientes elementos:

- *Breakers para compresores y motores.*
- *Contactores para compresores.*
- *Relés térmicos.*
- *Relé de tiempo para prevenir arranques repetitivos de los compresores.*
- *Relés de control.*
- *Control de etapas electrónico, que provee el control de temperatura del agua y el arranque secuencial de los compresores.*
- *Conmutador de secuencia de los compresores.*

- *Interruptor manual para aislar el centro de control cuando se hace mantenimiento.*
- *Regletas terminales de las líneas de fuerza y control.*

Los controles de seguridad y operación trabajarán a 120 o 24 voltios y deberán incluir como mínimo lo siguiente:

- *Presostato de seguridad para alta presión de refrigerante*
- *Presostato de seguridad para baja presión de refrigerante.*
- *Presostato de seguridad para baja presión de aceite.*
- *Termostato de corte por baja temperatura de agua.*
- *Termostato de corte por baja temperatura de refrigerante*
- *Termostato de corte por alta temperatura en el motor.*
- *Termostato de control de temperatura multietapas.*
- *Interruptor de corte por falta de flujo de agua fría.*
- *Interruptor de corte por falta de flujo de aire de condensación.*
- *Relevos de interconexión.*
- *Borneros terminales para control.*
- *Interruptor de arranque para el motor - compresor. La unidad será suministrada completa, con un arrancador de tipo NEMA No 1.*

La unidad a suministrar tendrá una capacidad mínima de 44.27 T.R. cuando enfría 140.46 GPM a 45 °F, teniendo en cuenta un factor de incrustación de 0.0005 en el enfriador, para un incremento de la temperatura del agua de 10 °F. La pérdida de presión en el enfriador no excederá 10 pies c.a.

La potencia máxima total de los compresores se ha estimado en 54 KW.

El condensador, enfriado por aire se especifica para una temperatura exterior de 95 °F.

La sección de ventiladores del condensador deberá ser lo suficiente para suplir la necesidad del equipo y trabajará a 110 voltios/1/60 ciclos, girando a 1075 R.P.M., con una potencia estimada de ½ HP por ventilador, para un total de 3.0 HP.

El circuito de control operará a 110 voltios/1/60 ciclos.

## UNIDADES ACONDICIONADORAS

Se instalará una Unidad Acondicionadora de Aire (Manejadora) ensamblada en fábrica, con sección de ventiladores tendrá ventiladores centrífugos del tipo de aletas múltiples, inclinadas adelante, de doble ancho y doble entrada, balanceados estática y dinámicamente. Los ventiladores estarán montados sobre un eje común, el cual será soportado por chumaceras escualizables, provistas de graseras, con boquilla exterior para su lubricación.

La sección del serpentín de enfriamiento cuya construcción será similar a la sección de ventiladores en cuanto a materiales, calibres y aislamiento

interior, tendrá una bandeja de drenaje de tamaño suficiente para recibir el condensado del serpentín y sus distribuidores, estando aislada con aislamiento de 1" en poliuretano, del tipo repelente al agua. El serpentín debe ser del tipo de tubos de cobre sin costuras y aletas de aluminio de las cuales habrá un mínimo de once por pulgada de longitud, teniendo el número de hileras y circuitos de refrigerante necesarios para la carga especificada; deberá ser ensayado a una presión de 300 psig.

la modulación de la capacidad de la Unidad se hará por válvula de tres vías controlada automáticamente de acuerdo con la señal correspondiente recibida del sensor remoto de temperatura o termostato de ambiente.

La sección de filtros tendrá las compuertas necesarias para inspección y sus respectivos filtros, de tipo metálico lavable.

La Unidad tendrá caja de mezcla de aire fresco y de retorno, cuya construcción será igual a las demás secciones antes detalladas. Se plantea un sistema alternativo de regulación de temperatura basado en el by-pass o desvío de las corrientes de aire de retorno y aire exterior hacia la cámara de mezcla, sin pasar por el serpentín, mediante compuertas interconectadas, accionadas por un motor modulante o modutrol en respuesta a la señal de temperatura recibida del termostato localizado en el

conducto de retorno.

La Unidad estará soportada en antivibradores que minimicen los ruidos y vibraciones de la máquina.

Tendrá las siguientes características de trabajo.

### UNIDAD AUDITORIO

|  |                       |
|--|-----------------------|
| - Cantidad                                 | Una (1)               |
| - Aire exterior                            | 1900 CFM              |
| - Aire de recirculación.                   | 4100CFM               |
| - Aire de suministro                       | 6000 CFM              |
| - Presión estática                         | 1 1/2" c.a.           |
| - Motor del ventilador                     | 3 HP                  |
| - Carga de Refrigeración                   | 240000 BTU/Hr.        |
| - Condiciones de entrada aire al serpentín | 80 °F db/69.9 °F wb   |
| - Condiciones salida aire del serpentín    | 54.6 °F db/54.3 °F wb |
| - Caudal de agua fría                      | 45.6 GPM              |
| - Temperatura de entrada del agua          | 45 °F                 |
| - Temperatura de salida del agua           | 55 °F                 |
| - Velocidad del ventilador                 | 600 RPM               |
| - Máxima pérdida presión de agua           | 15' c.a.              |
| - Máxima pérdida presión de aire           | 0.70" c.a.            |
| - Área mínima del serpentín                | 14 Ft <sup>2</sup>    |

### UNIDADES ACONDICIONADORAS INDIVIDUALES

Se instalarán veinticinco (25) Unidades Acondicionadoras de Aire Individuales (Fan - coils), del tipo horizontal, consistiendo cada una de los siguientes elementos básicos:

Un serpentín de enfriamiento, construido en tubería de cobre sin costuras y expandido hidráulicamente dentro de aletas de aluminio. El serpentín estará provisto de válvula de purga y bandeja de drenaje, la cual se extenderá por debajo de las válvulas de entrada y de salida del serpentín.

Uno o dos ventiladores centrífugos de doble entrada, directamente accionados por motor eléctrico de tres velocidades, siendo la máxima de 1050 RPM y para trabajar a 120 voltios.

Dos válvulas de paso de  $\phi$  1/2" para entrada y salida de agua a cada Unidad.

Una válvula automática de tres vías que corte el flujo de agua a la Unidad cuando el ventilador no trabaje, y un termostato de ambiente, completo con interruptor remoto para apagar y prender la unidad y trabajar en cualquiera de sus tres velocidades.

Un juego de filtros metálicos. Una compuerta de inspección incorporada a la Rejilla de Retorno con sitio para los filtros, construida en aluminio.

Las unidades a instalar tendrán las siguientes capacidades mínimas y condiciones de trabajo:

#### UNIDADES DE TEXUN

|                        | UNIDAD A            | UNIDAD B             |
|------------------------|---------------------|----------------------|
| - Cantidad             | Dos (2)             | Una (1)              |
| - Capacidad total mín. | 21000 BTU/HR        | 13164 BTU/HR         |
| - Caudal de Agua       | 5.12 GPM            | 3.64 GPM             |
| - Agua entrada         | 45 °F               | 45 °F                |
| - Aire entra           | 76.2 °F db/64.8°Fwb | 74.2 °F db/58.1 °Fwb |
| - Aire suministro      | 1200 CFM            | 900 CFM              |

#### UNIDAD OFICINA DE INFORMACION

|                          |                       |
|--------------------------|-----------------------|
| - Capacidad total mínima | 8186 BTU/HR           |
| - Caudal de Agua         | 3.64 GPM              |
| - Agua entrada           | 45 °F                 |
| - Aire entra             | 74.0 °F db/58.1 °F wb |
| - Aire suministro        | 900 CFM               |

#### UNIDAD OFICINA DE RECURSOS HUMANOS

|                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| - Capacidad total    | 13668 BTU/HR         |
| - Caudal de agua     | 5.12 GPM             |
| - Agua entrada       | 45°F                 |
| - Aire entra         | 74.0°F db/ 58.1°F wb |
| - Aire de suministro | 1200 CFM             |

#### UNIDADES OFICINA DE TESORERIA

|                          |                      |
|--------------------------|----------------------|
| - Cantidad total         | Dos(2)               |
| - Capacidad total mínima | 7719 BTU/HR          |
| - Caudal de agua         | 3.64 GPM             |
| - Agua entrada           | 45°F                 |
| - Aire entra             | 74.0°F db/ 58.1°F wb |
| - Aire de suministro     | 900 CFM              |

#### UNIDAD ENTIDAD FINANCIERA

|                          |                      |
|--------------------------|----------------------|
| - Capacidad total mínima | 9793 BTU/HR          |
| - Caudal de agua         | 3.64 GPM             |
| - Agua entrada           | 45°F                 |
| - Aire entra             | 74.0°F db/ 58.1°F wb |
| - Aire de suministro     | 900 CFM              |

#### UNIDAD DESPACHO DEL RECTOR      UNIDAD ANTESALA DE RECTORIA

|                          |                      |                      |
|--------------------------|----------------------|----------------------|
| - Capacidad total mínima | 6057 BTU/HR          | 6332 BTU/HR          |
| - Caudal de agua         | 2.46 GPM             | 2.46 GPM             |
| - Agua entrada           | 45°F                 | 45°F                 |
| - Aire entra             | 74.0°F db/ 58.1°F wb | 74.0°F db/ 58.1°F wb |
| - Aire de suministro     | 600 CFM              | 600 CFM              |

#### UNIDADES DE SALA DE JUNTAS RECTORIA

|                          |                      |
|--------------------------|----------------------|
| - Cantidad total         | Dos(2)               |
| - Capacidad total mínima | 8933 BTU/HR          |
| - Caudal de agua         | 3.64 GPM             |
| - Agua entrada           | 45°F                 |
| - Aire entra             | 74.0°F db/ 58.1°F wb |
| - Aire de suministro     | 900 CFM              |

#### U. DE SALA DE JUNTAS PLANEACION      U. OFICINA DE PLANEACION

|                          |                      |                      |
|--------------------------|----------------------|----------------------|
| - Capacidad total mínima | 10496 BTU/HR         | 5518 BTU/HR          |
| - Caudal de agua         | 2.46 GPM             | 5.12 GPM             |
| - Agua entrada           | 45°F                 | 45°F                 |
| - Aire entra             | 74.0°F db/ 58.1°F wb | 74.0°F db/ 58.1°F wb |
| - Aire de suministro     | 600 CFM              | 1200 CFM             |

#### UNIDADES VICERECTORIA ADMINISTRATIVA

|                          |                      |
|--------------------------|----------------------|
| - Cantidad total         | Dos(2)               |
| - Capacidad total mínima | 8314 BTU/HR          |
| - Caudal de agua         | 3.64 GPM             |
| - Agua entrada           | 45°F                 |
| - Aire entra             | 74.0°F db/ 58.1°F wb |
| - Aire de suministro     | 900 CFM              |

#### UNIDADES OFICINA DE CONTROL INTERNO

|                          |                      |
|--------------------------|----------------------|
| - Cantidad total         | Dos(2)               |
| - Capacidad total mínima | 7968 BTU/HR          |
| - Caudal de agua         | 3.64 GPM             |
| - Agua entrada           | 45°F                 |
| - Aire entra             | 74.0°F db/ 58.1°F wb |
| - Aire de suministro     | 900 CFM              |

#### UNIDADES VICE-RECTORIA ACADEMICA      UNIDAD SALA DE JUNTAS VICERECTORIA

|                          |                      |                      |
|--------------------------|----------------------|----------------------|
| - Cantidad total         | Dos (2)              |                      |
| - Capacidad total mínima | 8270 BTU/HR          | 8432 BTU/HR          |
| - Caudal de agua         | 3.64 GPM             | 3.64 GPM             |
| - Agua entrada           | 45°F                 | 45°F                 |
| - Aire entra             | 74.0°F db/ 58.1°F wb | 74.0°F db/ 58.1°F wb |
| - Aire de suministro     | 900 CFM              | 900 CFM              |

#### UNIDADES DIBUJO PLANEACION

|                          |                      |
|--------------------------|----------------------|
| - Cantidad total         | Dos(2)               |
| - Capacidad total mínima | 8861 BTU/HR          |
| - Caudal de agua         | 3.64 GPM             |
| - Agua entrada           | 45°F                 |
| - Aire entra             | 74.0°F db/ 58.1°F wb |
| - Aire de suministro     | 900 CFM              |

#### UNIDAD SECRETARIA GENERAL

|                          |                      |
|--------------------------|----------------------|
| - Capacidad total mínima | 9825 BTU/HR          |
| - Caudal de agua         | 3.64 GPM             |
| - Agua entrada           | 45°F                 |
| - Aire entra             | 74.0°F db/ 58.1°F wb |
| - Aire de suministro     | 900 CFM              |

## UNIDAD OFICINA JURIDICA

|                          |                      |
|--------------------------|----------------------|
| - Capacidad total mínima | 11842 BTU/HR         |
| - Caudal de agua         | 5.12 GPM             |
| - Agua entrada           | 45°F                 |
| - Aire entra             | 74.0°F db/ 58.1°F wb |
| - Aire de suministro     | 200 CFM              |

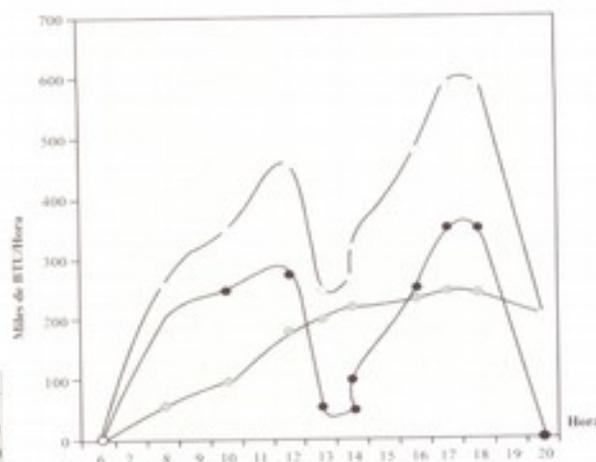
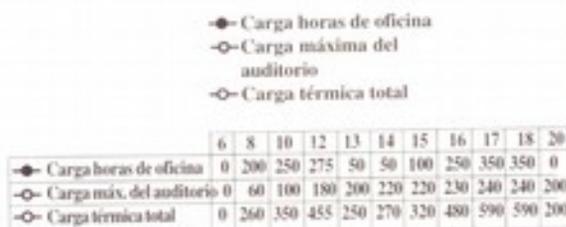


Fig. 3 Variación carga térmica horaria del edificio torre administrativa miles de BTU/Hora

## CONCLUSIONES

El estudio típico de demanda de carga térmica de las zonas de oficinas del edificio muestra la existencia de dos picos a las horas 12M. y 5 PM. Considerando que el horario de trabajo es de 8 am. a 6 p.m., con algunas excepciones se observa entonces que el lapso de tiempo durante el cual se presenta la mayor demanda por aire acondicionado es relativamente corto, probablemente durante menos de una hora. Fig. 3.

Ahora bien, si la carga térmica antes señalada le adicionamos la proveniente del Auditorio, como consecuencia de su utilización eventual o esporádica, se presentará el caso de copar la capacidad total del equipo seleccionado (600.000 BTU/hora) bajo condiciones ambientales severas, con ocupación total del auditorio y de las oficinas durante el tiempo comprendido entre las 17 y las 18 horas, de hecho, esta situación extrema sucederá en raras ocasiones.

La alternativa seleccionada (enfriamiento de agua) cumple con las condiciones de mínimo espacio para la ubicación de equipos y variabilidad de la demanda térmica. Los controles de capacidad de equipo recomendado brindan la oportunidad de suministrar proporcionalmente hasta 1/6 de su capacidad total, dependiendo de la necesidad térmica del edificio.

El consumo de energía será el mínimo dada la alta relación de eficiencia energética (EER) que ofrecen estos equipos, y cuya modulación permite suplir automáticamente la carga de refrigeración en respuesta a la demanda requerida.

Se menciona en el proyecto la posibilidad de implementar al sistema equipos de autodiagnóstico y autocorrección, como técnicas eficaces en operaciones de mantenimiento.

## BIBLIOGRAFIA

- CARRIER CORPORATION. System Design Manual. Air Conditioning Company, 1985.  
 JOHNSON CONTROLS. Johnson Field Training Handbook. Johnson controls International, Inc, 1988.  
 YORK INTERNATIONAL. Air Conditioning Training Handboook. York Division, 1986.  
 THE TRANE COMPANY. The Trane Series R. Chiller, North American Commercial Group, 1995.  
 ASHRAE HANDBOOK. Fundamentals. American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc, 1995.