

ESTUDIO TÉCNICO Y FINANCIERO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN
SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO CENTRAL CON DESTINO A UNA
CONSTRUCCIÓN TÍPICA HOSPITALARIA

CARLOS ALBERTO BARAJAS FORERO

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN Y GERENCIA DE PROYECTOS
BUCARAMANGA
2014

ESTUDIO TÉCNICO Y FINANCIERO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN
SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO CENTRAL CON DESTINO A UNA
CONSTRUCCIÓN TÍPICA HOSPITALARIA

CARLOS ALBERTO BARAJAS FORERO

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
Especialista en Evaluación y Gerencia de Proyectos

Director:
DR. JOSÉ NEIL GONZÁLEZ

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
ESPECIALIZACIÓN EN EVALUACIÓN Y GERENCIA DE PROYECTOS
BUCARAMANGA
2014

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	17
1. OBJETIVOS	18
1.1 OBJETIVO GENERAL	18
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
2. ALCANCE	19
3. LOCALIZACIÓN	20
4. DEFINICIÓN DE ASPECTOS TÉCNICOS Y OTROS	21
4.1 SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO	21
4.2 QUÉ ES EL AIRE	21
4.3 COMO TRABAJA UN EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO	22
4.4 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO	23
4.4.1 Refrigeración por compresión	23
4.4.1.1 Sistemas de expansión directa	23
4.4.1.1.1 Equipos tipo ventana	23
4.4.1.1.2 Equipos tipo Split	24
4.4.1.1.3 Equipos tipo mini split de capacidad constante	24
4.4.1.1.4 Equipos tipo mini split de capacidad variable (inverter)	25
4.4.1.1.5 Equipos tipo paquete	26
4.4.1.1.6 Equipos de refrigerante variable	26
4.4.1.1.7 Sistemas de expansión directa condensados por agua	27

4.4.1.2 Sistemas de expansión indirecta.	28
4.4.2 Refrigeración por absorción.	29
4.5 CALIDAD DEL AIRE INTERIOR	31
4.6 REQUERIMIENTOS AMBIENTALES	31
5. DEFINICIÓN DE UNA CONSTRUCCIÓN TÍPICA HOSPITALARIA	32
6. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	33
7. ESTUDIO DE LA NECESIDAD	34
8. ESTUDIO TÉCNICO	35
8.1 ANÁLISIS DE COSTOS POR MANTENIMIENTO	48
8.2 Análisis de costos de operación	51
9. ANÁLISIS AMBIENTAL Y NORMATIVA VIGENTE	62
10. ANÁLISIS DE PRECIOS Y CANTIDADES UNITARIAS	64
11. ESTRUCTURACIÓN Y EVALUACIÓN FINANCIERA	73
11.1 FLUJOS DE CAJA DE LAS ALTERNATIVAS	73
11.2 ANÁLISIS DE FLUJOS DE CAJA	77
11.3 ANÁLISIS DE BENEFICIOS	84
12. CONCLUSIONES	85
13. RECOMENDACIONES	86
BIBLIOGRAFÍA	87
ANEXOS	88

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Carta Psicrométrica	21
Figura 2. Circuito básico de refrigeración	22
Figura 3. Aire de ventana típico	23
Figura 4. Equipo tipo Split	24
Figura 5. Equipo Mini Split típico	25
Figura 6. Equipo tipo paquete	26
Figura 7 Sistema de refrigerante variable	27
Figura 8. Condensación por agua	28
Figura 9. Sistema Chiller	29
Figura 10. Refrigeración por absorción	30
Figura 11. Planta del hospital	36
Figura 12. Localización equipos alternativa 1	42
Figura 13. Localización equipos alternativa 2	43
Figura 14. Localización equipos alternativa 3	44

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Reporte 1 del cálculo de carga térmica	38
Cuadro 2. Reporte 2 del cálculo de carga térmica	39
Cuadro 3. Reporte 3 del cálculo de carga térmica	40
Cuadro 4. Requerimientos de capacidad por área sistema mini split inverter	41
Cuadro 5. Listado de equipos alternativa 2	46
Cuadro 6. Listado de equipos alternativa 3	49
Cuadro 7. Tarifas vigentes para el mantenimiento de los equipos de aire acondicionado	50
Cuadro 8. Costo anual del mantenimiento para la alternativa 1	50
Cuadro 9. Costo anual de mantenimiento para la alternativa 2	51
Cuadro 10. Costo anual de mantenimiento para la alternativa 3	51
Cuadro 11. Eficiencia equipos Mini Split	52
Cuadro 12. Perfil de carga 1	53
Cuadro 13. Perfil de carga 2	53
Cuadro 14. Perfil de carga 3	54
Cuadro 15. Carga térmica mensual	54
Cuadro 16. Costos de operación alternativa 1	56
Cuadro 17. Costos de operación enfriador alternativa 2	57
Cuadro 18. Caudal de la bomba	58

Cuadro 19. RPM de la bomba	58
Cuadro 20. Costo de operación bomba alternativa 2	59
Cuadro 21. Potencia de motores	60
Cuadro 22. Comparativo costos de operación	60
Cuadro 23. Costos de operación alternativa 3	61
Cuadro 24. Cuadro de costos alternativa 1	65
Cuadro 25. Cantidades y costos unitarios sistema Chiller	67
Cuadro 26. Cantidades y costos unitarios sistema refrigerante variable	71
Cuadro 27. Datos de entrada	74
Cuadro 28. Flujo de caja alternativa 1	75
Cuadro 29. Flujo de caja alternativa 2	75
Cuadro 30. Flujo de caja alternativa 3	76
Cuadro 31. Diferencia de flujos netos entre alternativa 1 y alternativa 2	76
Cuadro 32. Diferencia de flujos netos entre alternativa 1 y alternativa 3	76
Cuadro 33. Perfil de carga área de administración	78
Cuadro 34. Cálculo de carga térmica área de administración	79
Cuadro 35. Costos de operación situación actual área de administración	80
Cuadro 36. Costos de operación alternativa 3, área de administración	81
Cuadro 37. Costos de mantenimiento equipos actuales administración	82
Cuadro 38. Costos de mantenimiento alternativa 3 para administración	82

Cuadro 39. Datos para el área de administración	83
Cuadro 40. Flujo de caja situación actual área de administración vs alternativa	384
Cuadro 41. Resumen de costos	84

LISTA DE FOTOS

	pág.
Foto 1. Localización del Hospital de Los Patios	20

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Características de equipos	89

GLOSARIO

ASHRAE: American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning engineers.

EER: cantidad de btu/hr generada por cada vatio de potencia consumida. Es un indicador de eficiencia energética del equipo.

Tonelada de refrigeración (TR): cantidad de calor latente absorbida por la fusión de una tonelada corta de hielo sólido puro en 24 horas. Se utiliza como parámetro para señalar la capacidad de un equipo de aire acondicionado.

Btu/hr: unidad térmica británica. Representa la cantidad de energía que se requiere para elevar en un grado Fahrenheit la temperatura de una libra de agua en condiciones atmosféricas normales.

Cfm: pies cúbicos por minuto.

Presión estática: es la que tiene un fluido independientemente de la velocidad del mismo y se puede medir por medio de un manómetro.

Ducto: medio por el cual se transporta el aire. Se utiliza en varios materiales como fibra de vidrio y lámina galvanizada. Puede ser rectangular, ovalado o redondo.

Rejilla: dispositivo para regular la salida o entrada del aire.

Difusor: dispositivo para regular la salida o entrada del aire.

Filtro de aire: elemento que permite retener partículas para eliminarlas de la corriente de aire.

Carga térmica: cantidad de calor que recibe un local.

Compresor: elemento mecánico que eleva la presión y la temperatura del refrigerante.

Serpentín: elemento fabricado generalmente en cobre que se utiliza para la evaporación del refrigerante o la condensación del mismo según donde se instale.

Unidad manejadora: equipo que entrega el aire al local acondicionado. Se usa para volúmenes mayores. Generalmente requiere cuarto de máquinas.

Fan coil: serpentín ventilador. Equipo que entrega el aire al local acondicionado. Se usa para volúmenes menores. Puede ser instalado dentro de cielos rasos.

Refrigerante: sustancia química que hace parte del circuito de refrigeración absorbiendo calor del local acondicionado y liberándolo en su paso por la unidad condensadora.

Ventilador: elemento mecánico que produce el movimiento del aire.

Ventilación: término al cual se hace referencia para indicar renovación del aire.

Expansión directa: proceso de intercambio de calor entre el refrigerante y el aire por medio de un serpentín.

Expansión indirecta: proceso de enfriamiento del aire por medio de un refrigerante secundario.

Refrigeración por absorción: sistema de refrigeración que no utiliza el ciclo de compresión y en su lugar se llevan a cabo procesos físico-químicos.

Refrigeración por compresión: sistema de refrigeración que utiliza compresores para el proceso de enfriamiento.

Refrigerante variable: sistema de refrigeración que utiliza la tecnología inverter para regular el flujo de refrigerante. Utilizado para grandes capacidades.

Termostato: instrumento de control de temperatura.

Variador de frecuencia: dispositivo para controlar la velocidad de rotación de un motor.

RESUMEN

TITULO: ESTUDIO TÉCNICO Y FINANCIERO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO CENTRAL CON DESTINO A UNA CONSTRUCCIÓN TÍPICA HOSPITALARIA*

AUTOR: CARLOS ALBERTO BARAJAS FORERO**

PALABRAS CLAVE: AIRE ACONDICIONADO, HOSPITAL, EFICIENCIA ENERGÉTICA, COSTOS OPERATIVOS, CALIDAD DEL AIRE, COMPATIBILIDAD AMBIENTAL

DESCRIPCIÓN:

El uso racional de la energía eléctrica es de suma importancia para controlar el agotamiento de los recursos naturales no renovables que se emplean en la generación de la misma. Por esta razón las industrias y usuarios particulares, así como las entidades del estado deben propender por implementar políticas de reducción del consumo eléctrico reemplazando en la medida de lo posible equipos y maquinaria que malgasten estos recursos. Los ahorros obtenidos al realizar el cambio a equipos dotados de tecnologías eficientes redundan en mayores inversiones en sectores que como el de la salud necesitan una mejor administración de su presupuesto a fin de mejorar la calidad de la atención a sus usuarios. Igualmente, el uso de tecnologías amigables con el medio ambiente favorece la disminución de problemas de salud derivados de los cambios climáticos y el agotamiento de la capa de ozono producida por el uso de agentes químicos que causan su deterioro.

El presente trabajo tiene como propósito analizar diferentes alternativas que contribuyan a un mejor uso de la energía eléctrica para el logro de las condiciones ambientales apropiadas en una institución de salud de primer nivel de atención, teniendo en cuenta el aspecto financiero, que será finalmente, el que determinará la conveniencia o no de las alternativas consideradas.

* Monografía

** Facultad de Ingenierías, Escuela de estudios Industriales y Empresariales. Director: Dr. José Neil González

ABSTRACT

TITULO: FINANCIAL AND TECHNICAL STUDY FOR THE IMPLEMENTATION OF A CENTRAL AIR CONDITIONING SYSTEM FOR USE IN A TYPICAL HOSPITAL CONSTRUCTION*

AUTHOR: CARLOS ALBERTO BARAJAS FORERO**

KEYWORDS: AIR CONDITIONING, HOSPITAL, ENERGY EFFICIENCY, OPERATING COSTS, AIR QUALITY, ENVIRONMENTAL COMPATIBILITY

DESCRIPTION:

The rational use of electricity is critical to control the depletion of non-renewable natural resources used to generate it. For this reason the industries and users, as well as state institutions must seek to implement policies to reduce electricity consumption by replacing as far as possible equipment and machinery who squander these resources. The savings made when changing to machinery with efficient technologies result in increased investment in sectors such as health that needs better management of your budget in order to improve the quality of care to its users. Likewise, the use of friendly technology environment favors the reduction of health problems arising from climate change and the depletion of the ozone layer caused by the use of chemical agents that cause spoilage.

This paper aims to analyze different alternatives that contribute to a better use of power to achieve appropriate health care environmental conditions at an institution of primary services , taking into account the financial aspect, which will be finally the that will determine whether or not the alternatives considered are valid.

* Monograph

** Faculty of Engineering Physical Mechanical School of Industrial and Management Studies-Specialization in Evaluation and Project Management-Director: Dr.José Neil González

INTRODUCCIÓN

La razón de este ejercicio académico es poner en práctica los conocimientos adquiridos durante la especialización, para demostrar la aplicabilidad de los mismos y dar cumplimiento al requisito exigido para el grado como especialista en evaluación y gerencia de proyectos.

El estudio que servirá para el propósito mencionado está basado en la necesidad evidente de optimizar el consumo de la energía eléctrica que, como sabemos, está sustentada en un altísimo porcentaje en la utilización de recursos naturales no renovables para su generación. Adicionalmente, la eliminación de sustancias químicas que causen deterioro a la atmósfera es un imperativo que organismos internacionales y gobiernos están promoviendo para evitar consecuencias funestas a mediano y largo plazo en la salud de la población mundial.

Es igualmente importante garantizar que la calidad del aire, sobre todo en instituciones de salud sea la mejor posible en razón al tipo de servicio que éstas prestan. Otro aspecto a considerar tiene que ver con la reducción de costos que se esperaría obtener en la operación de los equipos con la instalación de sistemas más eficientes por causa de su menor consumo eléctrico y en el mantenimiento de los mismos. El fin de este estudio, es en consecuencia, evaluar el impacto que en el aspecto financiero se obtiene al implementarse una solución que logre los objetivos mencionados.

Como objeto de estudio se ha tomado el Hospital de Los Patios, localizado en el municipio del mismo nombre en el departamento Norte de Santander y que pertenece al sector oficial.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Llevar a cabo un estudio técnico y financiero que permita analizar la viabilidad de reemplazar los equipos actuales de aire acondicionado del Hospital de Los Patios por un sistema que cumpla con los requerimientos de calidad del aire para instituciones de salud, esté acorde a las exigencias en materia ambiental y reduzca los costos de operación por medio del manejo más eficiente de la energía eléctrica.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Elaborar el estudio técnico para la implementación de un sistema central de aire acondicionado.

Determinar las características de los equipos actualmente instalados en el Hospital y determinar si cumplen con la normativa ambiental y de ser así analizar sus costos de operación y mantenimiento.

Comparar los flujos de caja generados por la situación actual en caso de cumplirse el paso anterior contra los flujos de caja que se ocasionarían al implementar un sistema central teniendo en cuenta sus costos de operación y mantenimiento.

Comparar flujos de caja entre alternativas para establecer cuál es la mejor opción.

2. ALCANCE

Elaboración del estudio técnico que permita determinar los costos de suministro, montaje, operación y mantenimiento de un sistema de aire acondicionado central que reemplace los equipos actuales.

Elaboración de los flujos de caja para las alternativas propuestas.

Analizar la información obtenida para determinar qué sistema es más conveniente para implementar.

Concluir y recomendar la acción a tomar.

3. LOCALIZACIÓN

El Hospital de Los patios se encuentra localizado en el municipio del mismo nombre en el departamento Norte de Santander en las coordenadas $7^{\circ} 49' 10''$ N $72^{\circ} 30' 50''$ W. a 420 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura promedio de bulbo seco de 30 C y una humedad relativa del 72%.

Foto 1. Localización del Hospital de Los Patios



Fuente: [www.google earth](http://www.google.com/earth)

4. DEFINICIÓN DE ASPECTOS TÉCNICOS Y OTROS

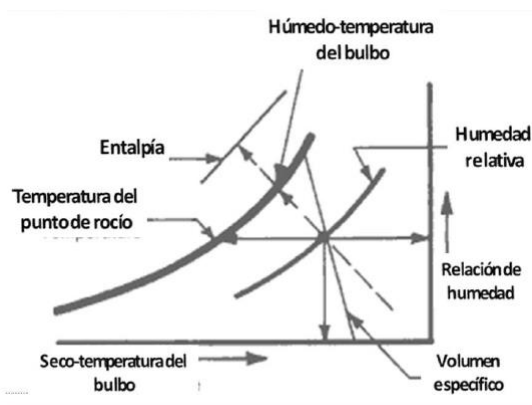
4.1 SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO

Un sistema de aire acondicionado es un conjunto de equipos, tuberías e instalaciones eléctricas que tienen como objetivo modificar las propiedades del aire para proporcionar condiciones ambientales controladas desde el punto de vista de temperatura y humedad relativa. Para lograr esto se debe estudiar la composición del aire y cómo los elementos mecánicos pueden modificar las variables antes mencionadas utilizando para ello diferentes métodos.

4.2 QUÉ ES EL AIRE

Es el fluido que forma la atmósfera de la Tierra, constituido por una mezcla gaseosa cuya composición es, cuando menos, de veinte por ciento (20%) de oxígeno, setenta y siete por ciento (77%) de nitrógeno y proporciones variables de gases inertes y vapor de agua, en relación volumétrica. El contenido de humedad del aire puede variar dependiendo de las condiciones de presión y temperatura a las cuales se encuentra sometido en un momento determinado. La forma como se mezclan el aire y el vapor de agua se puede representar en forma gráfica por medio de una carta Psicrométrica como se representa en la siguiente figura, la cual relaciona sus diferentes parámetros como son: temperatura, humedad relativa, entalpía, punto de rocío y volumen específico.

Figura 1. Carta Psicrométrica

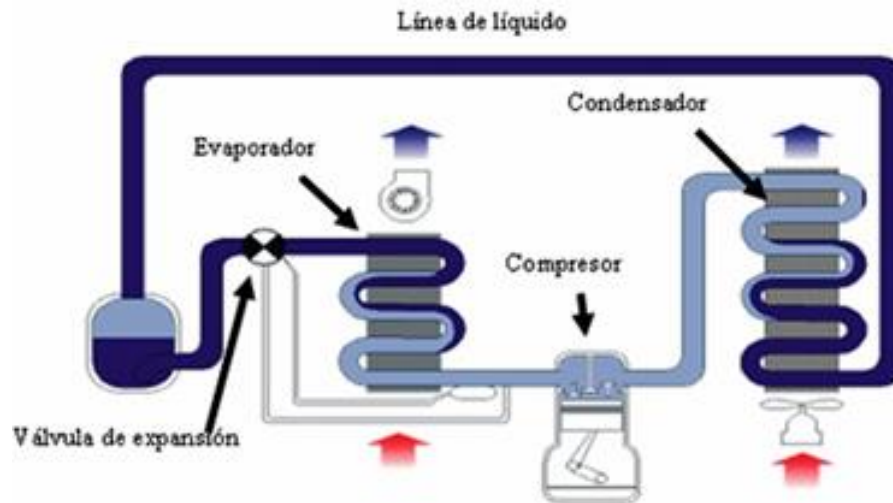


Fuente: Analisisbioclimaticos.blogspot.com. Carta psicrometrica. Disponible en internet en <http:// analisisbioclimaticos.blogspot.com/2012/02/carta-psicrometica.html>

4.3 COMO TRABAJA UN EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO

El sistema básico se compone de evaporador, condensador, compresor, tuberías de refrigeración y aparato de regulación de flujo de refrigerante. La función del evaporador es tomar el aire ambiente del lugar donde se encuentra instalado y lo hace pasar por medio de un ventilador a través del serpentín para propiciar el intercambio de calor entre el refrigerante que circula por la tubería del evaporador y el aire que lo rodea. De esta manera el refrigerante absorbe el calor del aire y éste se enfría. Este ciclo es permanente y mientras el compresor esté operando se produce el enfriamiento del aire. Cuando no es así simplemente el evaporador crea recirculación sin enfriamiento.

Figura 2. Circuito básico de refrigeración



Fuente: Absorsistem. Ciclo de compresión. Disponible en internet en: <http://www.absorsistem.com/tecnologia/compresion/ciclo-de-compresion>

El compresor tiene como función elevar la presión y la temperatura del refrigerante que en estado gaseoso a baja temperatura ha salido del evaporador para hacerlo pasar por el condensador que en un intercambio de calor con la atmósfera cede el exceso de calor y lo convierte en líquido nuevamente, a alta presión y alta temperatura, después de lo cual se conduce al evaporador, pasando previamente por el dispositivo de regulación de flujo de refrigerante que se encarga de provocar un estrangulamiento que reduce la presión y favorece la evaporación para realizar un nuevo ciclo de enfriamiento.

El sistema descrito corresponde a un ciclo de refrigeración por compresión. Seguidamente se revisarán otro tipo sistemas y configuraciones.

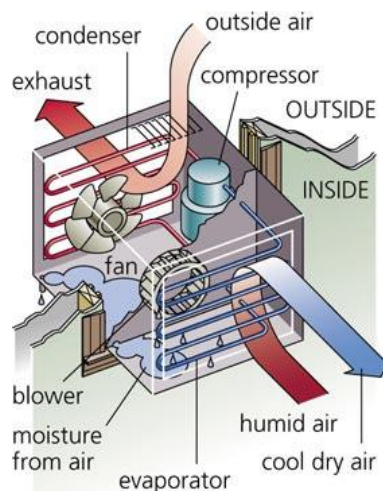
4.4 CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AIRE ACONDICIONADO

4.4.1 Refrigeración por compresión. Son los siguientes:

4.4.1.1 Sistemas de expansión directa. El término expansión directa hace referencia a la evaporación del refrigerante por la absorción de calor del aire que se pretende enfriar, es decir, del local a acondicionar, proceso que se produce en el evaporador del equipo. Como se vio en la descripción anterior, los sistemas por compresión se componen de los elementos básicos mencionados y pueden presentarse en diferentes configuraciones, las cuales se presentan a continuación.

4.4.1.1.1 Equipos tipo ventana. Son equipos de capacidades bajas para aplicaciones individuales y tienen todos sus componentes en un solo mueble. Como su nombre lo indica se instalan en ventanas existentes o en algunos casos en muros a los cuales se les ha practicado el agujero correspondiente. Estos equipos responden a las demandas de carga utilizando el compresor a plena capacidad durante el tiempo que se requiere y apagándolo cuando las condiciones de temperatura son satisfechas. No se caracterizan por ser muy eficientes.

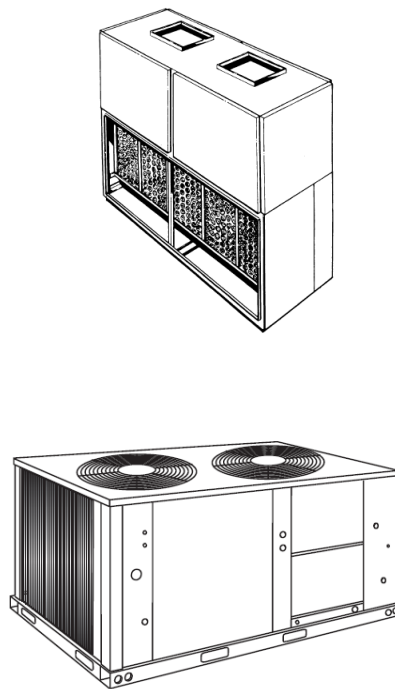
Figura 3. Aire de ventana típico



Fuente: Arquigráfico, blog. Como reducir el ruido del Compresor del Aire Acondicionado. Disponible en internet en: <http://www.arquigrafico.com/ruidos-en-los-equipos-de-aire-acondicionado-como-eliminarlos-o-reducirlos/>

4.4.1.1.2 Equipos tipo Split. Se utilizan para capacidades mayores y se componen de unidades evaporadoras y condensadoras separadas, conectadas por medio de tuberías. Pueden tener uno o varios compresores y se pueden dividir circuitos de forma que se alimenten varios evaporadores independientemente. Normalmente la distribución del aire se logra por medio de ductos conectados a las unidades manejadoras que entregan el flujo por medio de rejillas instaladas ya sea en el cielo raso o en paredes. Cubren grandes áreas que pueden ser acondicionadas por separado, haciendo la distribución adecuada del sistema de circulación de aire. El hecho de poder utilizar varios compresores favorece el uso más racional de la energía ya que se pueden controlar por etapas de forma que sólo se pongan en funcionamiento los compresores que sean necesarios según los requerimientos de carga.

Figura 4. Equipo tipo Split

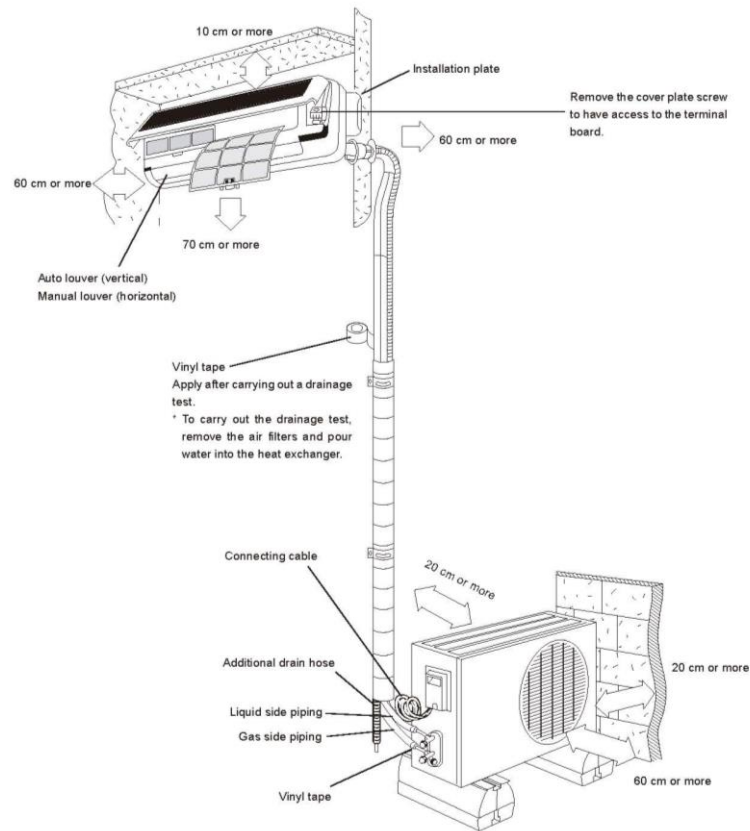


Fuente: Imágenes tomada de catálogos York International

4.4.1.1.3 Equipos tipo mini split de capacidad constante. Son de uso residencial o para pequeños espacios y al igual que el sistema Split, las unidades condensadoras y evaporadoras están separadas, siendo éstas conectadas por

medio de tuberías. Se operan por medio de un control remoto inalámbrico en donde se selecciona la temperatura de confort deseada y se puede controlar el movimiento de las rejillas de dispersión del aire. Al igual que en los equipos tipo ventana el compresor trabaja a plena carga hasta cuando se consigue el punto de confort para luego entrar en un período de descanso. La vida útil de estos equipos es en promedio de 10 años.

Figura 5. Equipo Mini Split típico



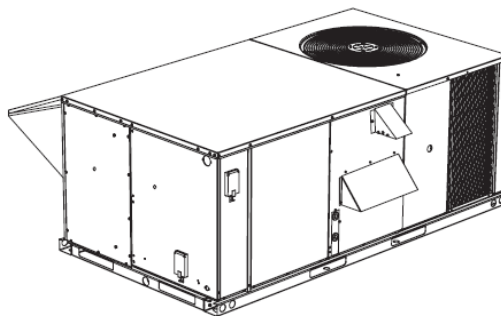
Fuente: Imágenes tomada de catálogos York International

4.4.1.1.4 Equipos tipo Mini Split de capacidad variable (inverter). También son para uso en áreas relativamente pequeñas. La gran diferencia con los Mini Split convencionales es que los Inverter pueden regular la capacidad del compresor de acuerdo a la demanda de carga y de esta manera pueden mantener la temperatura sin cambios bruscos como sucede con los equipos tipo ventana y mini split. Para lograrlo varían la velocidad de rotación de compresor modificando su

frecuencia. Cuando se presentan grandes variaciones en la demanda de capacidad es cuando se hace notoria su habilidad para reducir su consumo. También están orientados al mercado general y por tanto su vida útil es similar al mini Split convencional, es decir, 10 años aproximadamente.

4.4.1.1.5 Equipos tipo paquete. Poseen todos sus componentes en un solo mueble. Están diseñados para distribuir el aire por medio de ductos los cuales se conectan a las bocas que posee el equipo para el suministro y el retorno del aire. Cubre un amplio rango de capacidades y su localización más común es sobre las cubiertas de las áreas a acondicionar. Pueden poseer uno o varios compresores dependiendo de su capacidad. Estos pueden ser de velocidad constante o variable (Inverter).

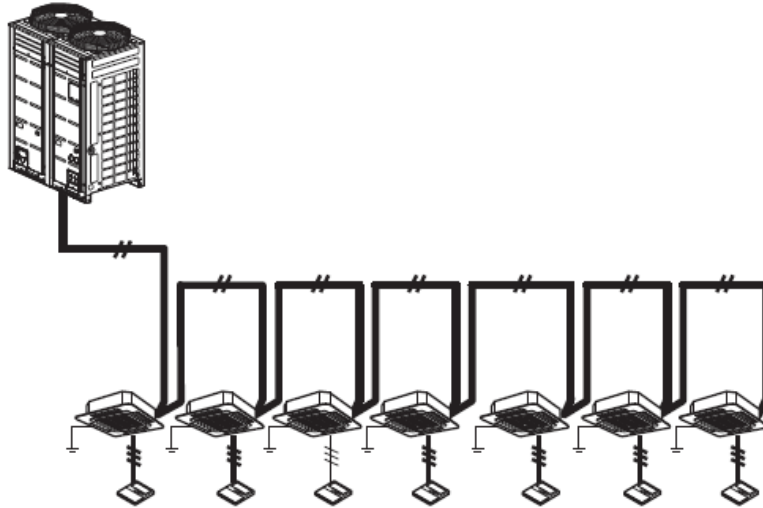
Figura 6. Equipo tipo paquete



Fuente: Imágenes tomada de catálogos York International

4.4.1.1.6 Equipos de refrigerante variable. Son sistemas para grandes capacidades que se componen de una o varias unidades condensadoras operando en paralelo, provistas de compresores Inverter, una red de tuberías y tantas unidades evaporadoras como se necesiten. Al ser los compresores de capacidad variable, el sistema puede ajustarse a la demanda real de carga por medio de la regulación del refrigerante que se hace circular. Son ideales para ser utilizados en grandes espacios que se subdividan en pequeñas áreas ya que cada una de ellas puede manejar de forma independiente sus condiciones ambientales por medio del control individual de cada evaporador. Adicionalmente permite la programación de los parámetros de operación desde un tablero central de forma que no sea necesaria la manipulación individual de cada evaporador si así se requiriera.

Figura 7 Sistema de refrigerante variable



Fuente: Imagen tomada de catálogo LG Electronics

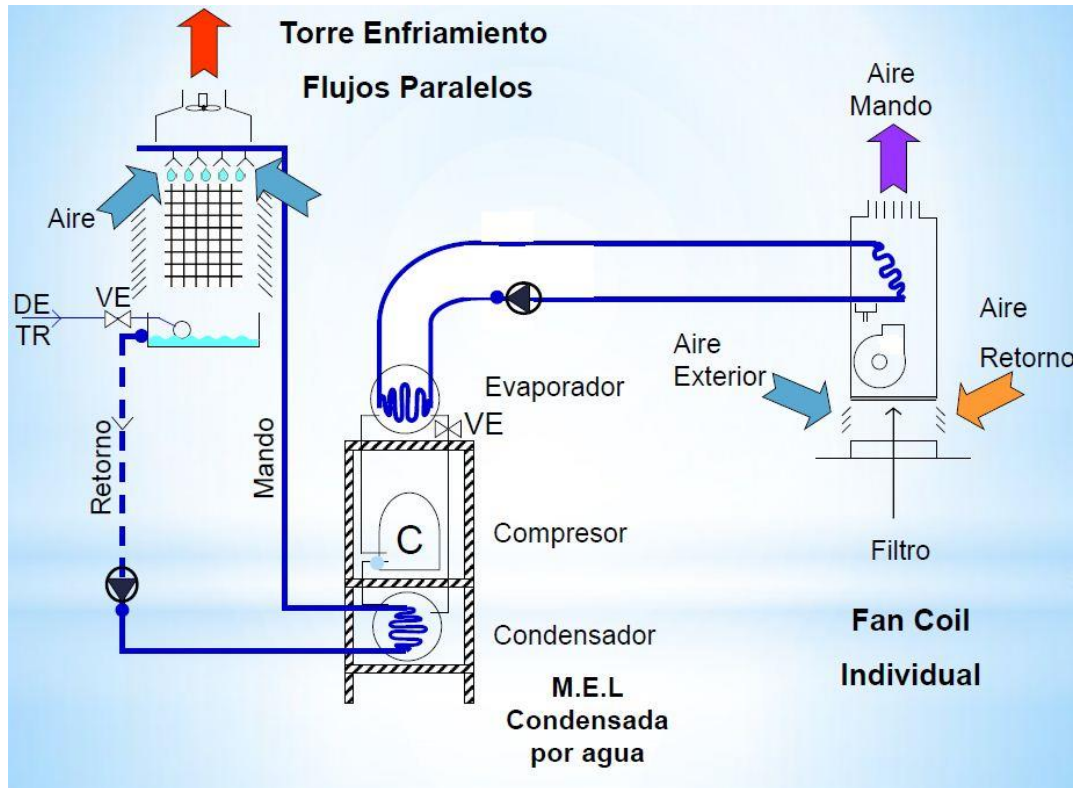
4.4.1.1.7 Sistemas de expansión directa condensados por agua. En la explicación de la forma como trabaja un equipo de aire acondicionado se mencionaba que el condensador cede el exceso de calor a la atmósfera para permitir la liberación del calor absorbido por el refrigerante en el proceso y de esta forma cambiar el estado de éste a su forma líquida para continuar el ciclo de refrigeración.

Bien, este proceso puede ser como se mostró en la figura, es decir, por medio de un ventilador que hace circular aire del medio ambiente a través del condensador o también por medio de un intercambiador de calor que utiliza agua para absorber el calor del refrigerante, el cual se libera a la atmósfera por medio de una torre de enfriamiento. En la figura 8 se puede apreciar el proceso.

Los equipos así dispuestos se denominan condensados por agua. Este tipo de intercambio de calor entre el refrigerante y el agua es más eficiente que entre el aquel y el aire.

Sin embargo el uso de torres de enfriamiento requiere de más espacio para su localización, sistemas de bombeo adicionales y mantenimiento muy dedicado ya que las impurezas del agua tienden a taponar los aspersores de la torre de enfriamiento haciendo que con el tiempo pierda eficiencia.

Figura 8. Condensación por agua



Fuente: Acondicionamiento térmico en la arquitectura, página web. Disponible en internet en: <http://acondicionamientotermicoarquitectura.blogspot.com/2013/02/sistemas-de-expansion-indirecta-todo.html>

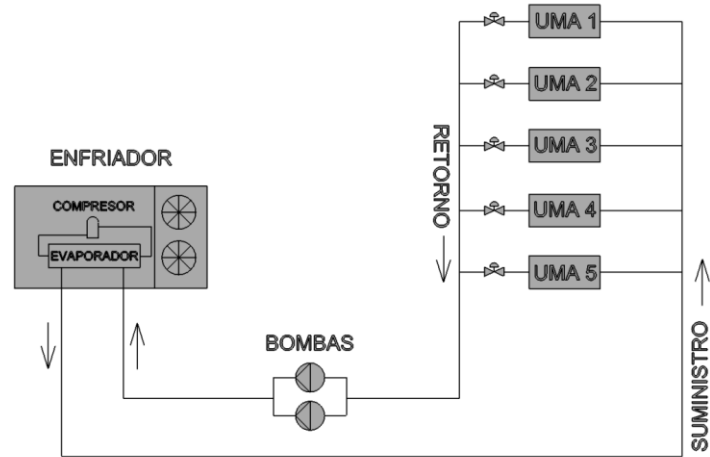
El uso más común de esta forma de condensación es en equipos paquete de gran capacidad y Chillers. Es de anotar que la condensación por agua es más costosa en términos de inversión inicial.

4.4.1.2 Sistemas de expansión indirecta. La expansión indirecta utiliza un paso intermedio para lograr el enfriamiento del aire a acondicionar. En este caso hablamos del uso de agua como refrigerante secundario. El sistema que utiliza esta forma de enfriamiento es el conocido como Chiller, el cual se compone de un enfriador, red de tuberías, bombas de agua, válvulas, unidades terminales de aire y controles. El enfriador puede ser condensado por aire o por agua. El sistema opera así:

En cada local a acondicionar se ubica una unidad terminal de aire de que según su tamaño puede ser manejadora (las hay para capacidades mayores a 3 TR en

adelante) o fan coil (los hay para capacidades menores o iguales a 5 TR), las cuales enfrían el aire al contacto de este con el serpentín de la unidad terminal que en este caso transporta agua a baja temperatura en lugar de refrigerante como ocurre en los sistemas de expansión directa. El agua es distribuida en el sistema por la red de tuberías siendo impulsada por las bombas que hacen circular el fluido hacia el enfriador, el cual se encarga de reducir su temperatura por medio de un evaporador que utiliza refrigerante. De esta forma, el agua es enfriada, luego distribuida y finalmente en su paso por las unidades de cada área enfría el aire. En este proceso el agua sufre un aumento de temperatura y regresa al Enfriador. Como se observa se utiliza el agua como medio para lograr el objetivo de forma indirecta.

Figura 9. Sistema Chiller



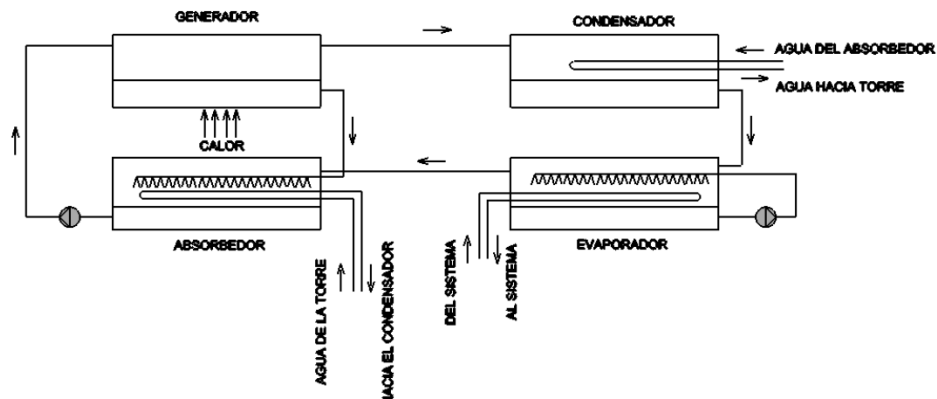
Fuente: BARAJAS, Carlos. Autor del proyecto

4.4.2 Refrigeración por absorción. Este sistema basa su funcionamiento en la propiedad que tienen algunas sustancias de absorber calor cuando se produce el cambio de fase de líquido a vapor. Adicionalmente se utiliza una característica de algunas sustancias como el bromuro de litio de absorber agua mientras esta se encuentra en su fase de vapor. El proceso se lleva a cabo en cuatro etapas las cuales son evaporación, absorción, generación y condensación.

El agua se utiliza como refrigerante en el evaporador, el cual se encuentra a muy baja presión. En este recipiente se encuentra un serpentín que transporta el agua que pertenece al circuito de enfriamiento y que será el encargado de enfriar el aire de los locales a acondicionar. El refrigerante absorbe calor del agua del serpentín produciendo su enfriamiento y el vapor producido es recogido en el absorbedor por el bromuro de litio el cual es conducido al generador donde por medio de un

aporte de calor externo se desprende el agua de la solución en forma de vapor y pasa al condensador en donde se produce su cambio de estado a líquido para pasar nuevamente al evaporador y continuar el ciclo.

Figura 10. Refrigeración por absorción



Fuente: BARAJAS, Carlos. Autor del proyecto

Como se puede observar, el enfriamiento por absorción elimina el uso de los compresores para captar el vapor refrigerante del evaporador, siendo reemplazado por el bromuro de litio que se encarga de absorber el vapor de agua.

El bromuro de litio absorbe mejor el vapor de agua en la medida en que su temperatura no sea alta, por tal motivo en el absorbedor se utiliza agua de enfriamiento para reducirla ya que en el generador por causa de la fuente de calor externo la solución sube su temperatura antes de ser conducida nuevamente al absorbedor.

Generalmente se utiliza una torre de enfriamiento para el agua del absorbedor que luego pasa al condensador para propiciar el cambio de estado del vapor de agua a su fase líquida antes de ser llevada al evaporador. La recirculación se logra por medio de bombas, las cuales se configuran de tal forma que siempre se tenga un respaldo en caso de falla de alguna de ellas. El mismo cuidado se tiene con el agua de helada que sale del evaporador al sistema de enfriamiento.

El uso de esta tecnología está dirigido a sectores industriales que tienen fuentes residuales de calor, como por ejemplo vapor de otros procesos, esto debido a que el rendimiento de este sistema es menor que el obtenido con el ciclo de compresión.

4.5 CALIDAD DEL AIRE INTERIOR

El término se utiliza para definir las características del ambiente presente en edificios o instalaciones tales como oficinas, colegios, hospitales, almacenes y todas aquellas áreas en donde no se realicen procesos industriales. Normalmente la concentración de contaminantes presentes en estos ambientes no difiere significativamente de las encontradas en los exteriores de estas edificaciones y son mucho menores que las presentes en ambientes industriales. Sin embargo suele suceder que algunas personas sienten incomodidad cuando permanecen largo tiempo en espacios cerrados. A raíz de esta situación se empezó a estudiar el tema alrededor de los años 70.

Producto de este análisis fueron emergiendo normas para garantizar la confortabilidad de los espacios ocupados, al punto que al día de hoy contamos con el Estandart 62.1 emitido por ASHRAE (American Society of Heating , Refrigerating and Air ConditionigEngineers), el cual contiene los requerimientos de ventilación necesarios para diferentes clases de áreas ocupadas. Así mismo, las recomendaciones en cuanto a temperatura y humedad relativa están dadas por el ASHRAE Handbook—HVAC Applications (ASHRAE 2011b) y por el HVAC Design Manual for Hospitals and Clinics Second Edition(ASHRAE 2013).

Como se mencionó los ambientes no industriales y que no se encuentren en cercanías de estos, poseen características similares en cuanto a la presencia de contaminantes, pero, en las áreas cerradas se hace necesario proveer la renovación del aire a una tasa determinada según el uso del espacio, para diluir los contaminantes generados por los procesos metabólicos de los ocupantes (espiración).

Los valores de aire exterior para cada área se toman en consecuencia de los recomendados por el Estándar 62.1, ya que es de aceptación internacional para aplicaciones de aire acondicionado.

4.6 REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

La afectación que una instalación de equipos de aire acondicionado tiene sobre el medio ambiente está relacionada principalmente con el impacto que para la atmósfera representa la utilización de gases refrigerantes. Por tal motivo el presente estudio se centrará en este aspecto y la normativa que lo regula. Este tema se revisará con más detenimiento en el capítulo sobre análisis ambiental y normatividad vigente.

5. DEFINICIÓN DE UNA CONSTRUCCIÓN TÍPICA HOSPITALARIA

En Colombia, los servicios de salud son atendidos por las Instituciones prestadoras de salud (IPS), las cuales pueden ser públicas o privadas y dentro de ellas están los hospitales, clínicas, centros de salud, consultorios, laboratorios, etc.

Según la resolución 5261 de 1994 las instituciones de salud están clasificadas en niveles de complejidad, los cuales dependen de su capacidad instalada, servicios prestados, tecnología y personal. Las categorías son las siguientes:

Nivel de atención 1, Bajo nivel de complejidad: Desarrollan actividades de promoción en salud y prevención de enfermedades, medicina general, urgencias, consulta odontológica, hospitalización, farmacia, apoyo de diagnóstico y atención de partos.

Nivel de atención 2, mediana complejidad: Prestan servicios en pediatría, cirugía general, medicina interna, ortopedia y ginecobstetricia, consulta externa, laboratorio, urgencias con disponibilidad las 24 horas.

Nivel de atención 3, alta complejidad: Prestan servicios de neurocirugía, cirugía vascular, neumología, nefrología, dermatología, entre otras, con atención por especialista las 24 horas, consulta, servicio de urgencias, radiología intervencionista, medicina nuclear, unidades especiales como cuidados intensivos y unidad renal. Estas Instituciones con servicios de alta complejidad atienden el tercer nivel de atención, que incluye casos y eventos o tratamientos considerados como de alto costo en el POS.

Para el tema que nos ocupa nos centraremos en una institución hospitalaria de bajo nivel de complejidad, es decir, nivel 1 de atención. El ejercicio se ha desarrollado para el Hospital de Los Patios, Norte de Santander, el cual posee esta clasificación y pertenece al sector público.

El Hospital de Los Patios tiene una población de referencia de 35.000 habitantes dentro de los cuales se encuentran usuarios del régimen subsidiado y en algunos casos del contributivo. Posee un área construida de 1300 m² y se ubica en el contexto departamental como el cuarto hospital de la región en cuanto a volumen de prestación de servicios. En el ámbito local, es decir, el área metropolitana de Cúcuta, ocupa el segundo lugar. Actualmente cuenta con una planta de personal de 70 trabajadores, de los cuales 30 son profesionales.

6. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El hospital de Los Patios cuenta en la actualidad con equipos de aire acondicionado tipo ventana y mini split de velocidad constante para diversas áreas, sin embargo, algunas de ellas como el área de Partos y de Hospitalización aún no cuentan con ninguna clase de equipo de aire acondicionado por ser construcciones recientes.

Las características principal de estos equipos mini split y ventana es que cuando la temperatura llega al nivel elegido, el compresor se apaga y queda en operación el ventilador del evaporador hasta cuando el nivel de temperatura se eleva nuevamente, demandando el encendido del compresor, produciéndose de esta forma un continuo encendido y apagado de la unidad durante su período de funcionamiento. Lo anterior ocurre por cuanto los compresores no están habilitados para regular su capacidad. Este comportamiento causa que se presenten grandes variaciones en la temperatura del local acondicionado, lo que no es recomendable.

Al tener una gran cantidad de equipos operando en estas condiciones se genera un alto consumo de energía por cuanto éstos siempre trabajarán a plena carga. Adicionalmente, un gran número de equipos se traduce en un mayor número de elementos que requieren mantenimientos periódicos y susceptibles de sufrir averías y generar costos por reparaciones.

Otro factor a tener en cuenta es el tipo de refrigerante que utilizan para su ciclo de enfriamiento. Actualmente operan con refrigerante R-22, el cual, de acuerdo al protocolo de Montreal, al que está suscrita Colombia, debe ser eliminado en los sistemas de refrigeración y sustituido por refrigerantes que no afecten la capa de ozono como el R410A, entre otros. En consecuencia, la razón de ser de este estudio es revisar las diferentes alternativas que permitan reducir el consumo de energía, operar con un refrigerante que no agote la capa de ozono y disminuir los costos por mantenimiento seleccionando la más conveniente teniendo en cuenta un horizonte de 20 años.

7. ESTUDIO DE LA NECESIDAD

Como es bien conocido, el presupuesto para salud en Colombia es relativamente bajo (18 billones), si lo comparamos por ejemplo, con el destinado a defensa (27.7 billones). Es decir, del total de 203 billones para el 2014¹, sólo el 8.86% se destina al sector salud. Por tal motivo se hace imperioso que las administraciones de los entes públicos se interesen por dar un manejo eficiente a los recursos, reduciendo sus costos de funcionamiento sin afectar la calidad del servicio y orientando sus esfuerzos en el logro de niveles de satisfacción de los usuarios cada día mayores, teniendo presente al factor medio ambiental para que sus procesos estén acordes a las tendencias de sostenibilidad de las instituciones.

Este concepto lleva a plantear alternativas que para el caso del Hospital de Los Patios, represente un ahorro en materia de gastos de operación y mantenimiento de sus equipos al igual que una forma de estar a tono con la protección del medio ambiente.

Como se ha visto en la descripción de los diferentes sistemas de aire acondicionado, hay opciones que permiten disminuir el consumo de energía de manera significativa. Sin embargo, también hay que considerar como se comportan los gastos relacionados con el mantenimiento de los equipos ya que de ello depende que se presente un menor número de fallas o paradas por reparaciones, así como el monto de la inversión.

En consecuencia, la idea es analizar las diferentes alternativas que al ser comparadas en los aspectos mencionados ofrezcan como resultado la mejor opción para ser implementada.

¹ Colombia. Ministerio de Hacienda y Crédito Público. Presupuesto general de la Nación [en línea]. Bogotá. s.f. (Consultado el 21/07/2014). Disponible en internet en: <http://www.minhacienda.gov.co/presupuesto2014/index.html#secondPage>

8. ESTUDIO TÉCNICO

En esta sección se procederá a determinar la capacidad, características, cantidad y localización de los equipos necesarios, así como los elementos complementarios que en su conjunto ofrezcan las condiciones de confort requeridas de acuerdo al uso de las diferentes áreas. Se tendrán en cuenta los requerimientos de ventilación que de acuerdo al Estándar 62.1 de ASHRAE permiten obtener una calidad de aire interior adecuada para el bienestar de los ocupantes y las recomendaciones de ASHRAE Handbook—HVAC Applications (ASHRAE 2011b) y por el HVAC Design Manual for Hospitals and Clinics Second Edition (ASHRAE 2013) para los valores de temperatura y humedad relativa de las diferentes áreas.

Inicialmente se procede a calcular la capacidad de los equipos para lo cual se utilizaron planos actualizados y visitas al Hospital para la toma de información relacionada el número de ocupantes y uso de cada área y características particulares. En la figura 11 se observa la planta del Hospital, donde se aprecian las siguientes áreas:

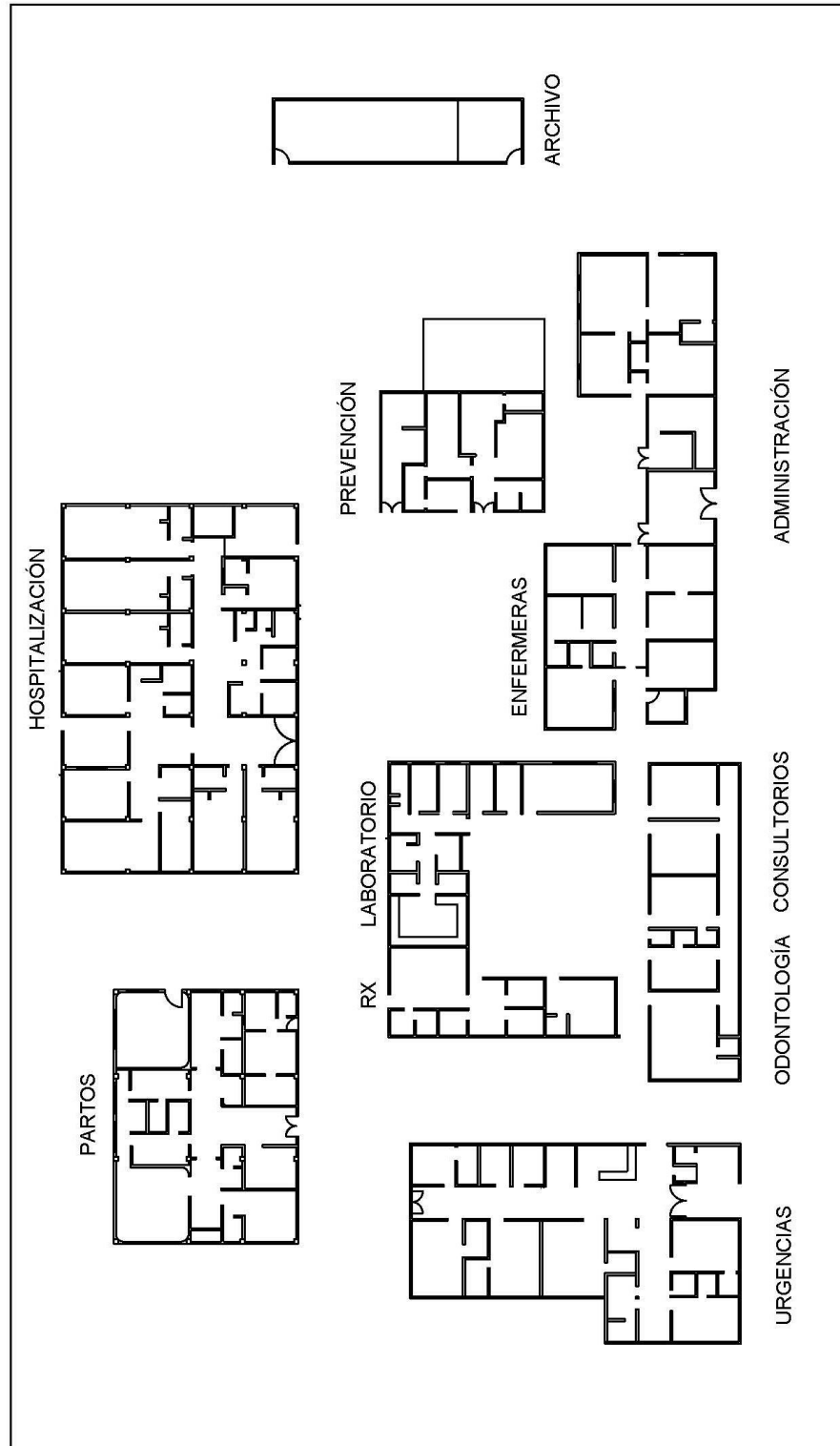
Oficinas de administración, Estación de enfermeras, Prevención, Archivo, Laboratorio, Rayos X, Consultorios, Odontología, Urgencias, Hospitalización y Partos. Cabe anotar que este hospital por ser de primer nivel no está habilitado para la realización de cirugías y por tanto no cuenta con quirófanos.

El primer paso es el cálculo de la carga térmica, el cual se realiza por medio de software especializado. En este caso se utilizó el desarrollado por Elite Software Development Inc. que se encuentra avalado por ASHRAE.

El resultado del cálculo se puede observar en los cuadros 1, 2 y 3, los cuales presentan el reporte emitido por el programa en donde se detallan las cargas térmicas a través de las diferentes estructuras del edificio así como las correspondientes a aparatos eléctricos, ocupantes, iluminación, aire de ventilación, techos, muros, ventanas, entre otros.

También se obtiene un reporte del perfil de carga para cada hora del día (cuadros 12, 13 y 14). En este caso se seleccionó como horario de operación el período comprendido entre las 7:00 A.M. y las 6:00 P.M.

Figura 11. Planta del hospital



Con base en la capacidad calculada se pasa a la etapa siguiente que corresponde a la selección de los equipos. La idea es comparar varias alternativas a fin de revisar sus costos tanto de implementación como de operación y mantenimiento para al final llevar a cabo la evaluación financiera y determinar la opción más conveniente.

De acuerdo a lo comentado con anterioridad acerca de los diferentes sistemas existentes, se van a estudiar tres alternativas que por sus ventajas respecto al consumo de energía sobresalen. Estas son: 1-Equipos mini Split inverter . 2-Sistema Chiller . 3- Sistema de Refrigerante Variable. Inicialmente se establecerán las características y localización de los equipos para las diferentes alternativas y luego se analizarán sus costos en el capítulo relacionado con análisis de precios y cantidades unitarias.

Para la primera alternativa es necesario establecer la capacidad requerida para cada área del hospital. Esta información se obtiene del cálculo de carga térmica y se observa en los Cuadros 1,2 y 3. De acuerdo a ello podemos establecer la capacidad de cada equipo Mini Split Inverter, teniendo en cuenta los tamaños estándar comerciales.

Es de anotar que este tipo de equipo es suministrado con un kit de instalación que comprende 5 mts de tubería de cobre para la interconexión de las máquinas. En caso de necesitarse más tubería por la distancia que para algunas áreas pueda ser mayor entre unidades se tendrá en cuenta a la hora de establecer los costos de los suministros. En la figura 12 se observa la localización de los equipos mini split. La segunda alternativa corresponde a un sistema de expansión indirecta o Chiller. En este caso se seleccionará la unidad enfriadora de acuerdo a la capacidad calculada para todo el Hospital, haciendo la salvedad que la zona de archivo que se encuentra separada del resto de la edificación por medio de una vía interna deberá ser atendida por un equipo aparte, que debido a su baja capacidad será de expansión directa. Lo anterior por cuanto es poco práctico romper la vía para instalar tuberías y acometidas si se quisiera integrar al sistema central.

Con base en lo anterior, la unidad enfriadora seleccionada será de 125 TR de capacidad, que es el resultado de la suma de las cargas térmicas de todas las áreas del Hospital sin incluir el archivo. Como se anotó en la descripción de los diferentes sistemas, optar por un enfriador condensado por aire es la mejor elección si se tiene en cuenta que requieren menos componentes y por tanto menor espacio, adicionalmente reduce los problemas de mantenimiento si se compara con la condensación por agua.

Cuadro 1. Reporte 1 del cálculo de carga térmica

Chvac - Full Commercial HVAC Loads Calculation Program					Elite Software Development, Inc.		
Ing. Carlos Barajas Forero Cucuta, Colombia, 11111					Hospital De Los Patios Page 1		
Building Summary Loads							
Building peaks in February at 3pm.							
Bldg Load Descriptions	Area Quan	Sen Loss	%Tot Loss	Lat Gain	Sen Gain	Net Gain	%Net Gain
Roof	5,413	0	0.00	0	207,515	207,515	35.21
Wall	2,108	0	0.00	0	33,742	33,742	5.72
Glass	590	0	0.00	0	24,475	24,475	4.15
Floor Slab	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Skin Loads		0	0.00	0	265,731	265,731	45.08
Lighting	7,517	0	0.00	0	28,214	28,214	4.79
Equipment	12,250	0	0.00	0	45,979	45,979	7.80
Pool Latent	0	0	0.00	0	0	0	0.00
People	191	0	0.00	38,200	52,525	90,725	15.39
Partition	2,042	0	0.00	0	10,811	10,811	1.83
Cool. Pret.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Heat. Pret.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Cool. Vent.	1,253	0	0.00	107,437	30,153	137,590	23.34
Heat. Vent.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Cool. Infil.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Heat. Infil.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Draw-Thru Fan	0	0	0.00	0	10,391	10,391	1.76
Blow-Thru Fan	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Reserve Cap.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Reheat Cap.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Supply Duct	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Return Duct	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Misc. Supply	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Misc. Return	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Building Totals		0	0.00	145,637	443,804	589,441	100.00
Building Summary	Sen Loss	%Tot Loss	Lat Gain	Sen Gain	Net Gain	%Net Gain	
Ventilation	0	0.00	107,437	30,153	137,590	23.34	
Infiltration	0	0.00	0	0	0	0.00	
Pretreated Air	0	0.00	0	0	0	0.00	
Room Loads	0	0.00	38,200	403,260	441,460	74.89	
Plenum Loads	0	0.00	0	0	0	0.00	
Fan/Duct/Misc Loads	0	0.00	0	10,391	10,391	1.76	
Building Totals	0	0.00	145,637	443,804	589,441	100.00	
Check Figures							
Total Building Supply Air (based on a 17° TD):				23,254	CFM		
Total Building Vent. Air (5.39% of Supply):				1,253	CFM		
Total Conditioned Air Space:				4,965	Sq.ft		
Supply Air Per Unit Area:				4,6835	CFM/Sq.ft		
Area Per Cooling Capacity:				101.1	Sq.ft/Ton		
Cooling Capacity Per Area:				0.0099	Tons/Sq.ft		
Heating Capacity Per Area:				0.00	Btuh/Sq.ft		
Total Heating Required With Outside Air:				0	Btuh		
Total Cooling Required With Outside Air:				49.12	Tons		

Cuadro 2. Reporte 2 del cálculo de carga térmica

Chvac - Full Commercial HVAC Loads Calculation Program					Elite Software Development, Inc.		
Ing. Carlos Barajas Forero					Hospital De Los Patios		
Cucuta, Colombia, 11111					Page 1		
Building Summary Loads							
Building peaks in June at 3pm.							
Bldg Load Descriptions	Area Quan	Sen Loss	%Tot Loss	Lat Gain	Sen Gain	Net Gain	%Net Gain
Roof	5,180	0	0.00	0	195,172	195,172	35.57
Wall	3,260	0	0.00	0	54,391	54,391	9.91
Glass	1,151	0	0.00	0	54,636	54,636	9.96
Floor Slab	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Skin Loads		0	0.00	0	304,198	304,198	55.44
Lighting	7,220	0	0.00	0	27,099	27,099	4.94
Equipment	12,450	0	0.00	0	46,729	46,729	8.52
Pool Latent	0	0	0.00	0	0	0	0.00
People	100	0	0.00	20,000	27,500	47,500	8.66
Partition	2,917	0	0.00	0	23,090	23,090	4.21
Cool. Pret.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Heat. Pret.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Cool. Vent.	811	0	0.00	69,528	19,514	89,042	16.23
Heat. Vent.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Cool. Infil.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Heat. Infil.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Draw-Thru Fan	0	0	0.00	0	11,067	11,067	2.02
Blow-Thru Fan	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Reserve Cap.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Reheat Cap.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Supply Duct	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Return Duct	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Misc. Supply	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Misc. Return	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Building Totals		0	0.00	89,528	459,197	548,725	100.00
Building Summary	Sen Loss	%Tot Loss	Lat Gain	Sen Gain	Net Gain	%Net Gain	
Ventilation	0	0.00	69,528	19,514	89,042	16.23	
Infiltration	0	0.00	0	0	0	0.00	
Pretreated Air	0	0.00	0	0	0	0.00	
Room Loads	0	0.00	20,000	428,617	448,617	81.76	
Plenum Loads	0	0.00	0	0	0	0.00	
Fan/Duct/Misc Loads	0	0.00	0	11,067	11,067	2.02	
Building Totals	0	0.00	89,528	459,197	548,725	100.00	
Check Figures							
Total Building Supply Air (based on a 17° TD):				24,765	CFM		
Total Building Vent. Air (3.27% of Supply):				811	CFM		
Total Conditioned Air Space:				5,180	Sq.ft		
Supply Air Per Unit Area:				4.7806	CFM/Sq.ft		
Area Per Cooling Capacity:				113.3	Sq.ft/Ton		
Cooling Capacity Per Area:				0.0088	Tons/Sq.ft		
Heating Capacity Per Area:				0.00	Btuh/Sq.ft		
Total Heating Required With Outside Air:				0	Btuh		
Total Cooling Required With Outside Air:				45.73	Tons		

Cuadro 3. Reporte 3 del cálculo de carga térmica

Chvac - Full Commercial HVAC Loads Calculation Program					Elite Software Development, Inc.		
Ing. Carlos Barajas Forero Cucuta, Colombia, 11111					Hospital De Los Patios Page 1		
Building Summary Loads							
Building peaks in February at 3pm.							
Bldg Load Descriptions	Area Quan	Sen Loss	%Tot Loss	Lat Gain	Sen Gain	Net Gain	%Net Gain
Roof	3,728	0	0.00	0	142,901	142,901	34.13
Wall	1,651	0	0.00	0	28,904	28,904	6.90
Glass	482	0	0.00	0	21,970	21,970	5.25
Floor Slab	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Skin Loads		0	0.00	0	193,775	193,775	46.28
Lighting	5,567	0	0.00	0	20,895	20,895	4.99
Equipment	15,850	0	0.00	0	59,491	59,491	14.21
Pool Latent	0	0	0.00	0	0	0	0.00
People	89	0	0.00	17,800	24,475	42,275	10.10
Partition	2,684	0	0.00	0	20,725	20,725	4.95
Cool. Pret.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Heat. Pret.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Cool. Vent.	669	0	0.00	57,338	16,092	73,430	17.54
Heat. Vent.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Cool. Infil.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Heat. Infil.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Draw-Thru Fan	0	0	0.00	0	8,081	8,081	1.93
Blow-Thru Fan	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Reserve Cap.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Reheat Cap.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Supply Duct	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Return Duct	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Misc. Supply	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Misc. Return	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Building Totals		0	0.00	75,138	343,534	418,672	100.00
Building Summary	Sen Loss	%Tot Loss	Lat Gain	Sen Gain	Net Gain	%Net Gain	
Ventilation	0	0.00	57,338	16,092	73,430	17.54	
Infiltration	0	0.00	0	0	0	0.00	
Pretreated Air	0	0.00	0	0	0	0.00	
Room Loads	0	0.00	17,800	319,361	337,161	80.53	
Plenum Loads	0	0.00	0	0	0	0.00	
Fan/Duct/Misc Loads	0	0.00	0	8,081	8,081	1.93	
Building Totals		0	0.00	75,138	343,534	418,672	100.00
Check Figures							
Total Building Supply Air (based on a 17° TD):				18,453	CFM		
Total Building Vent. Air (3.62% of Supply):				669	CFM		
Total Conditioned Air Space:				3,728	Sq.ft		
Supply Air Per Unit Area:				4.9503	CFM/Sq.ft		
Area Per Cooling Capacity:				106.8	Sq.ft/Ton		
Cooling Capacity Per Area:				0.0094	Tons/Sq.ft		
Heating Capacity Per Area:				0.00	Btuh/Sq.ft		
Total Heating Required With Outside Air:				0	Btuh		
Total Cooling Required With Outside Air:				34.89	Tons		

Cuadro 4. Requerimientos de capacidad por área sistema mini split inverter

ZONA	CARGA TERMICA*	TR**	ZONA	CARGA TERMICA*	TR**	ZONA	CARGA TERMICA*	TR**	ZONA	CARGA TERMICA*	TR**	ZONA	CARGA TERMICA*	TR**
1	17428	1.50	21	3832	0.75	41	16805	1.5	61	10820	1	81	16634	1.5
2	32197	3.00	22	4964	0.75	42	6706	0.75	62	9775	1	82	13179	1
3	29073	3.00	23	7761	0.75	43	31435	3	63	N.A.		83	6151	0.75
4	18594	1.50	24	24785	2	44	23457	2	64	16474	1.5	84	13180	1
5	20263	2.00	25	5763	0.75	45	22448	2	65	5454	0.75	85	17538	1.5
6	32111	3.00	26	3336	0.75	46	21992	2	66	6693	0.75	86	11970	1
7	17912	1.50	27	3757	0.75	47	14767	1.5	67	N.A.		87	30200	3
8	14472	1.50	28	10609	1	48	8287	0.75	68	23778	2	88	11870	1
9	21635	2.00	29	7406	0.75	49	8494	0.75	69	21532	2	89	13273	1.5
10	8146	0.75	30	4685	0.75	50	8138	0.75	70	19568	2	90	11093	1
11	22458	2	31	N.A.		51	6445	0.75	71	7259	0.75	91	32261	3
12	16705	1.5	32	15835	1.5	52	45945	4	72	33029	3	92	20599	2
13	17877	1.5	33	24401	2	53	N.A.		73	18536	1.5	93	2860	0.75
14	21628	2	34	12299	1	54	3510	0.75	74	23508	2	94	30342	3
15	8405	0.75	35	13800	1.5	55	31518	3	75	22633	2	95	20710	2
16	6827	0.75	36	13756	1.5	56	N.A.		76	32514	3	96	44696	4
17	6539	0.50	37	18422	1.5	57	4039	0.75	77	32225	3			
18	14472	1.5	38	35435	3	58	8966	0.75	78	31918	3			
19	4138	0.75	39	N.A.		59	8581	0.75	79	43253	4			
20	26767	3.0	40	16584	1.5	60	20856	2	80	21224	2			
* BTU/HR ** Tonelada de refrigeración N.A. No aplica														

Figura 12. Localización equipos alternativa 1

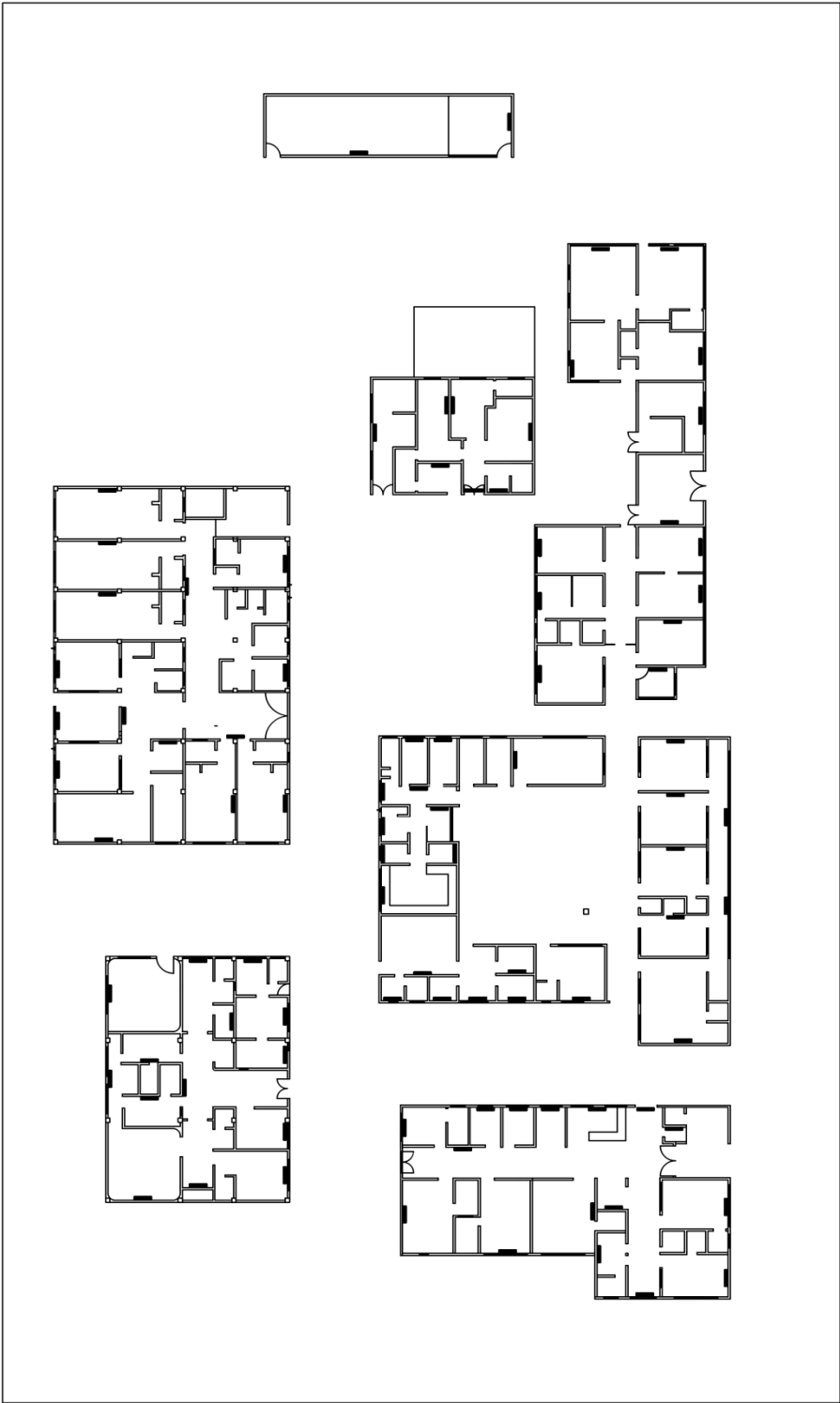


Figura 13. Localización equipos alternativa 2

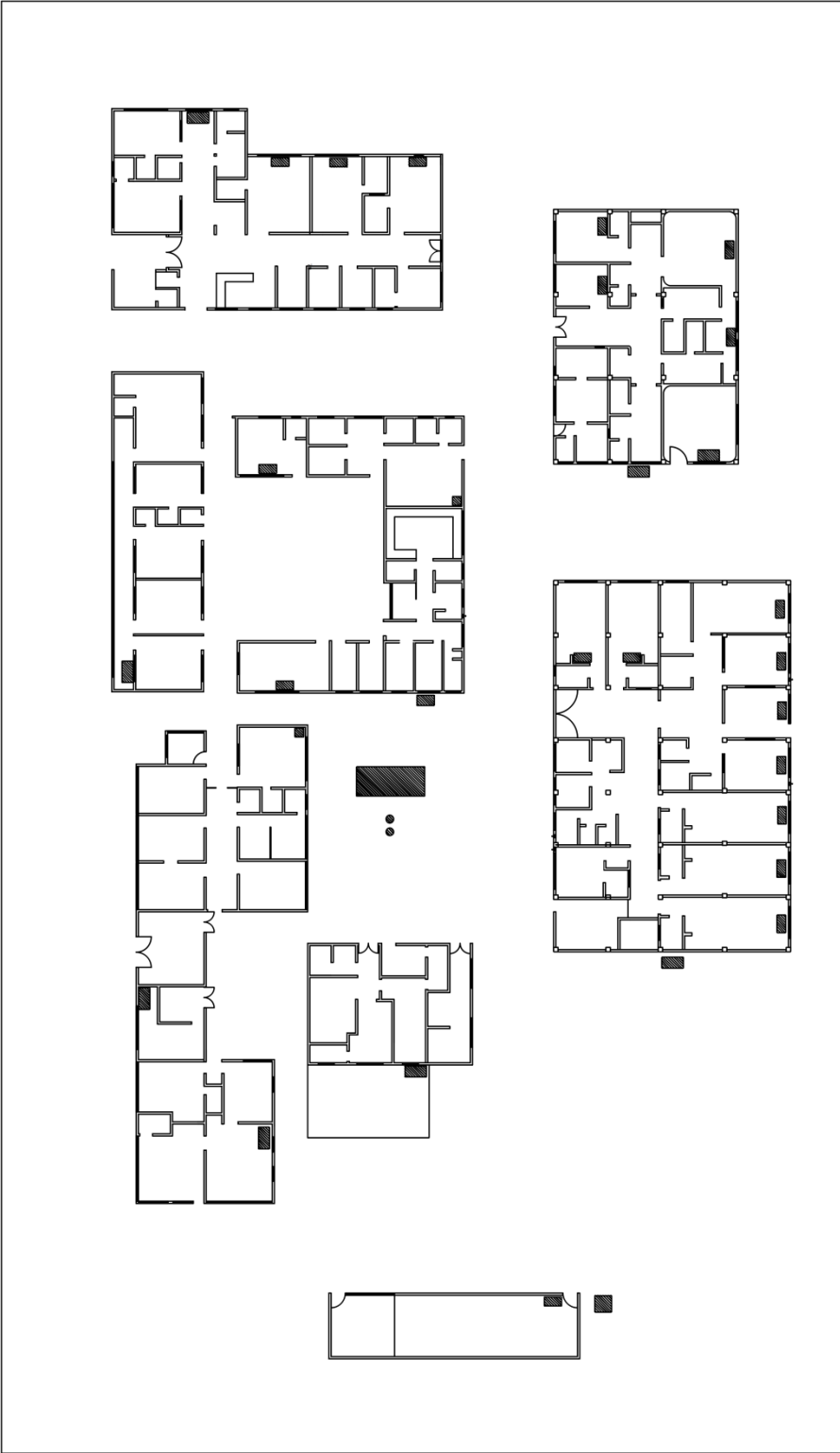
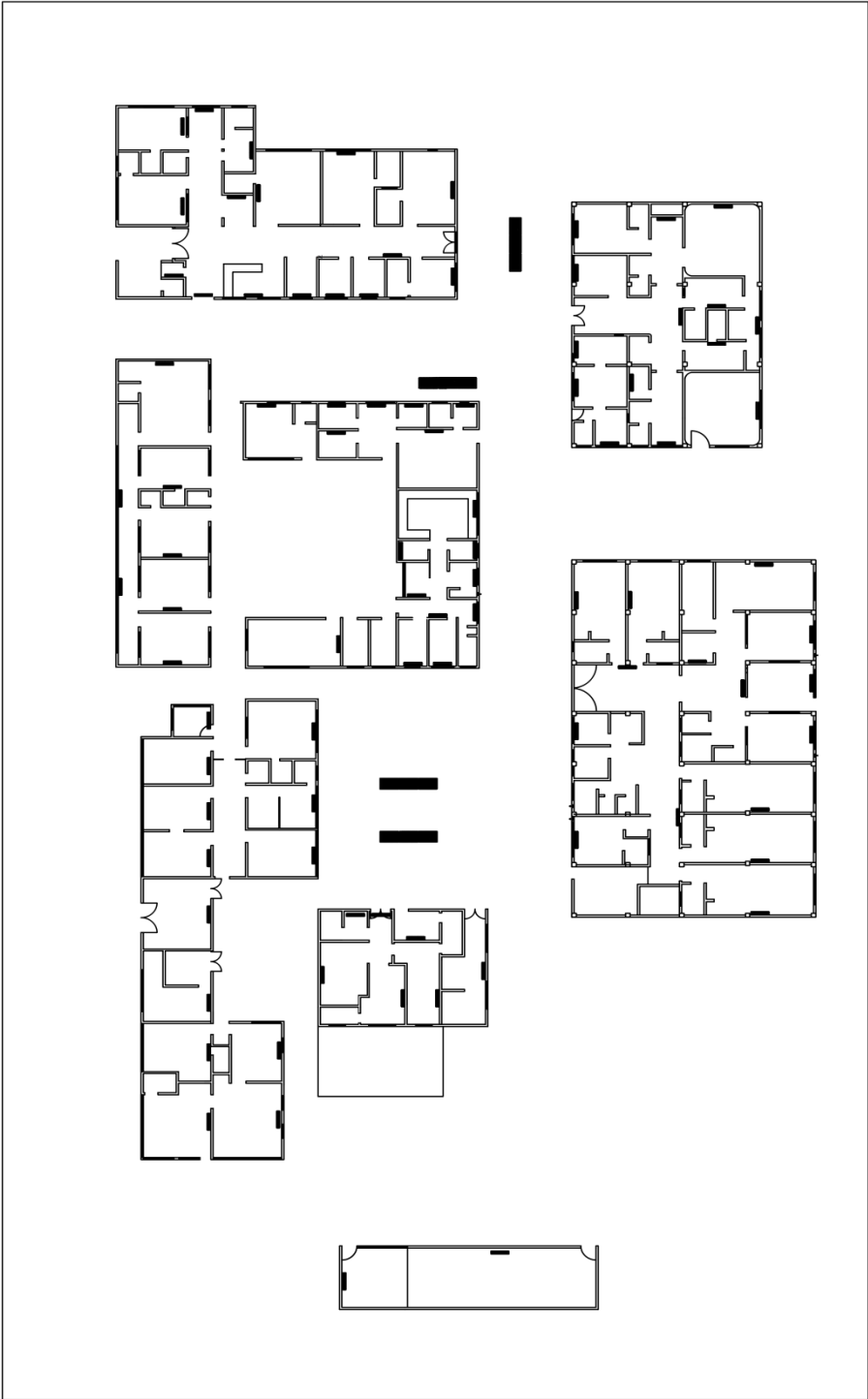


Figura 14. Localización equipos alternativa 3



Ahora para el interior del Hospital se deben seleccionar las unidades manejadoras de aire y fan coils según se requiera. Para ello, al igual que en la alternativa precedente (Inverter), se listarán las capacidades de cada zona y de acuerdo a ello se establecerá que tipo de equipo es el más indicado.

Para algunas zonas por su cercanía y tipo de uso es más adecuado utilizar unidades manejadoras para acondicionarlas con un solo equipo. Para otras es preferible equipo individual, en especial las que albergan pacientes ya que no siempre estarán ocupadas y por tanto integrarlas dentro de un solo equipo sería un desperdicio de energía.

En la cuadro 2 se listan las zonas y los equipos seleccionados para ellas. Se aprecia que zonas que no son consecutivas en la numeración pertenecen al mismo equipo ya que físicamente están localizadas en lo que se podría llamar un área común.

El segundo paso en esta alternativa es la selección de los materiales de los ductos para la distribución de aire de las unidades manejadoras y las tuberías para el circuito de agua fría (suministro y retorno). En el primer caso se seleccionará la lámina galvanizada y con aislamiento externo en fibra de vidrio. Lo anterior por cuanto no es deseable que en la corriente de aire haya presencia de partículas que puedan causar alguna molestia, sobretodo en pacientes con heridas abiertas, en las cuales podrían ingresar elementos extraños.

Adicionalmente la lámina galvanizada es menos susceptible de deterioro por golpes en el evento que se presenten trabajos de mantenimiento cerca de ellos. Para el caso de las tuberías de agua fría se selecciona como material el PVC RDE-21 ya que las presiones con las que opera normalmente una instalación de agua fría no superan los 50 PSI. El material seleccionado está diseñado para 125 PSI, por tanto es perfectamente aceptable, además que reduce costos comparado con el acero SCH40 y es más fácil de manipular e instalar.

Estas tuberías por transportar agua a bajas temperaturas deben ser aisladas. Para ello se selecciona el poliuretano con densidad de 35kg/m³ y según el diámetro de la tubería tendrá un determinado espesor. Esta información se observará en el cuadro de cantidades de obra.

Cuadro 5. Listado de equipos alternativa 2

ELECCIÓN DE EQUIPOS POR ÁREA SISTEMA CHILLER														
ZON A	CARGA TERMICA*	EQUIP O	ZON A	CARGA TERMICA*	EQUIP O	ZON A	CARGA TERMICA*	EQUIP O	ZON A	CARGA TERMICA*	EQUIP O	ZON A	CARGA TERMICA*	EQUIPO
1	17428	UMA1	21	3832	UMA6	41	16805	UMA8	61	10820	UMA4	81	16634	UMA10
2	32197	UMA1	22	4964	UMA6	42	6706	UMA8	62	9775	UMA4	82	13179	UMA10
3	29073	UMA1	23	7761	UMA6	43	31435	FC43	63	N.A.	N.A.	83	6151	UMA10
4	18594	UMA1	24	24785	UMA7	44	23457	FC44	64	16474	UMA9	84	13180	FC84
5	20263	UMA2	25	5763	UMA7	45	22448	FC45	65	5454	UMA9	85	17538	FC85
6	32111	UMA2	26	3336	UMA7	46	21992	UMA8	66	6693	UMA9	86	11970	UMA10
7	17912	UMA2	27	3757	UMA7	47	14767	UMA8	67	N.A.	N.A.	87	30200	FC87
8	14472	UMA2	28	10609	UMA7	48	8287	UMA8	68	23778	UMA9	88	11870	FC88
9	21635	UMA2	29	7406	UMA7	49	8494	UMA8	69	21532	FC69	89	13273	FC88
10	8146	UMA2	30	4685	UMA7	50	8138	UMA8	70	19568	FC70	90	11093	FC88
11	22458	UMA3	31	N.A.	N.A.	51	6445	UMA8	71	7259	UMA9	91	32261	FC91
12	16705	UMA3	32	15835	FC32	52	45945	UMA8	72	33029	FC72	92	20599	UMA10
13	17877	UMA3	33	24401	UMA5	53	N.A.	N.A.	73	18536	FC73	93	2860	UMA10
14	21628	FC14	34	12299	UMA5	54	3510	UMA8	74	23508	FC74	94	30342	UMA10
15	8405	UMA6	35	13800	UMA5	55	31518	UMA4	75	22633	FC75	95	20710	EED
16	6827	UMA6	36	13756	UMA5	56	N.A.	N.A.	76	32514	FC76	96	44696	EED
17	6539	UMA6	37	18422	UMA5	57	4039	UMA4	77	32225	FC77			
18	14472	UMA6	38	35435	UMA5	58	8966	UMA4	78	31918	FC78			
19	4138	UMA6	39	N.A.	N.A.	59	8581	UMA4	79	43253	UMA9			
20	26767	UMA6	40	16584	UMA8	60	20856	UMA4	80	21224	UMA9			
EED Exp. Directa * En BTU/HR FC Fan coil UMA Unidad manejadora de aire														

Como se hace necesario un sistema de bombeo, se seleccionan dos bombas de igual capacidad y potencia. Lo anterior para mantener una en funcionamiento y la otra en Stand-by para ser utilizada en caso de falla de la primera. Para su selección se calcula la cabeza de la bomba de acuerdo al flujo de agua, diámetros de tubería, material de la misma y recorridos. Esta información también se observará en el cuadro de cantidades de obra.

Adicionalmente la instalación de este sistema requerirá de tableros eléctricos, controles, dispositivos de medición de presión y temperatura, rejillas de distribución de aire, válvulas y otra serie de elementos que se encontrarán listados en las cantidades de obra ya mencionadas.

Hay de otra parte, trabajos complementarios como son: obras civiles, cárcamos para tuberías, bases, cuartos de máquinas, desmonte de cielo falso y posterior instalación, que deben ser considerados y también se presentarán en el cuadro de cantidades de obra.

La tercera alternativa, sistema de refrigerante variable, requiere la selección de equipos con base en la carga térmica al igual que en las alternativas precedentes. En este caso es necesario utilizar el software del fabricante para la selección de los equipos por cuanto éstos requieren de un delicado balance entre las capacidades individuales, distancia y diámetro de tuberías, elevación de los equipos respecto de las unidades exteriores y entre unidades interiores, además de la capacidad de las unidades condensadoras. Se utilizará el software LATS de LG Electronics para el sistema de refrigerante variable MultiV (Marca del fabricante).

En el siguiente cuadro se observa el listado de equipos luego de correr el software respectivo. Se debe observar que en este caso se distribuyeron los sistemas por sectores Administración-Odontología-Prevención, Laboratorio – Rx -Urgencias, Partos, Hospitalización. En total cuatro sistemas, debido a que las capacidades de las unidades condensadoras tienen limitaciones de tamaño.

El software provee información acerca de los diámetros de tuberías que deben ser instalados de acuerdo a la capacidad de los ramales así como de los elementos complementarios. Todos estos elementos se verán relacionados en el cuadro de cantidades de obra.

Al igual que en la alternativa anterior (Chiller), se deben tener en cuenta los trabajos complementarios como bases y cárcamos para tuberías con el fin de determinar los costos.

Hay un punto que merece especial atención y es el relacionado con los sistemas de ventilación para el cumplimiento de los requerimientos de calidad del aire interior. Como se mencionó con anterioridad, cada área debe renovar en cierta cantidad el volumen de aire para evitar efectos molestos en los ocupantes. Según la alternativa seleccionada los sistemas de ventilación varían. Es decir, para el caso de la instalación con equipos Mini Split Inverter individuales y Refrigerante Variable, es necesario proveer ventilación mecánica adicional para la introducción de aire exterior en cada espacio. Esto se debe a que las unidades fan coil o también llamadas consolas, de los sistemas referidos no poseen la capacidad de suministrar por sí mismos este caudal de aire ya que no es posible conectarles un ducto desde ellos hacia el exterior, pues su disposición de fábrica no lo permite. Por tal razón se deben instalar ventiladores adicionales que de acuerdo a los volúmenes calculados para el aire exterior suministren el caudal necesario. Estos ventiladores estarán distribuyendo el aire por medio de ductos y rejillas. En el caso del archivo es suficiente con ventiladores de pared para cada una de las 2 zonas. En las cantidades de obra de cada alternativa podrán observar los ítems correspondientes a los elementos mencionados. En el sistema Chiller las unidades fan coil sí permiten la conexión por medio de ducto a una rejilla de aire localizada en el exterior. En las figuras 12, 13 y 14 se observa la ubicación de los equipos para cada una de las tres alternativas.

8.1 ANÁLISIS DE COSTOS POR MANTENIMIENTO

Para el correcto funcionamiento de los equipos es imprescindible asegurar el mantenimiento periódico de los mismos. En esta sección se efectuará el análisis de los costos que por este concepto tendría cada una de las alternativas planteadas tomando como base el contrato vigente de mantenimiento que tiene el Hospital de Los Patios.

La frecuencia de mantenimiento para los equipos de aire acondicionado que se encuentran instalados actualmente es cada tres meses y las tarifas están establecidas como se aprecia en el siguiente cuadro:

Cuadro 6. Listado de equipos alternativa 3

LISTADO DE EQUIPOS POR ÁREA SISTEMA REFRIGERANTE VARIABLE														
ZON A	CARGA TERMICA*	EQUIP O	ZON A	CARGA TERMICA*	EQUIP O	ZON A	CARGA TERMICA*	EQUIP O	ZON A	CARGA TERMICA*	EQUIP O	ZON A	CARGA TERMICA*	EQUIPO
1	17428	FC1	21	3832	FC21	41	16805	FC39	61	10820	FC57	81	16634	FC75
2	32197	FC2	22	4964	FC22	42	6706	FC40	62	9775	FC58	82	13179	FC76
3	29073	FC3	23	7761	FC23	43	31435	FC41	63	N.A.		83	6151	FC77
4	18594	FC4	24	24785	FC24	44	23457	FC42	64	16474	FC59	84	13180	FC78
5	20263	FC5	25	5763	FC25	45	22448	FC43	65	5454	FC60	85	17538	FC79
6	32111	FC6	26	3336	FC26	46	21992	FC44	66	6693	FC61	86	11970	FC80
7	17912	FC7	27	3757	FC27	47	14767	FC45	67	N.A.		87	30200	FC81
8	14472	FC8	28	10609	FC28	48	8287	FC46	68	23778	FC62	88	11870	FC82
9	21635	FC9	29	7406	FC29	49	8494	FC47	69	21532	FC63	89	13273	FC83
10	8146	FC10	30	4685	FC30	50	8138	FC48	70	19568	FC64	90	11093	FC84
11	22458	FC11	31	N.A.		51	6445	FC49	71	7259	FC65	91	32261	FC85
12	16705	FC12	32	15835	FC31	52	45945	FC50	72	33029	FC66	92	20599	FC86
13	17877	FC13	33	24401	FC32	53	N.A.		73	18536	FC67	93	2860	FC87
14	21628	FC14	34	12299	FC33	54	3510	FC51	74	23508	FC68	94	30342	FC88
15	8405	FC15	35	13800	FC34	55	31518	FC52	75	22633	FC69	95	20710	MS1
16	6827	FC16	36	13756	FC35	56	N.A.		76	32514	FC70	96	44696	MS2
17	6539	FC17	37	18422	FC36	57	4039	FC53	77	32225	FC71			
18	14472	FC18	38	35435	FC37	58	8966	FC54	78	31918	FC72			
19	4138	FC19	39	N.A.		59	8581	FC55	79	43253	FC73			
20	26767	FC20	40	16584	FC38	60	20856	FC56	80	21224	FC74			
MS Mini Split * En BTU/HR FC Fan coil														

Cuadro 7. Tarifas vigentes para el mantenimiento de los equipos de aire acondicionado

TIPO DE EQUIPO	TARIFA(\$)	PERIODICIDAD
VENTANA	70,000	TRIMESTRAL
MINI SPLIT	70,000	TRIMESTRAL
CENTRAL	120,000	TRIMESTRAL

Fuente: Hospital de Los Patios

Con base en el cuadro 7 para la alternativa 1, equipos Mini Split Inverter, los costos para la misma frecuencia de servicio serán:

Cuadro 8. Costo anual del mantenimiento para la alternativa 1

TIPO DE EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA (\$)	SERVICIOS/AÑO	COSTO/AÑO
MINI SPLIT	90	70,000	4	25,200,000
VENTILADORES	9	35000	4	1,260,000
			TOTAL	26,460,000

La alternativa 2, sistema Chiller se compone de los siguientes elementos: un enfriador, dos bombas centrífugas, 10 unidades manejadoras de aire y 19 fan coils. Como se observa en el cuadro 7, un sistema Mini Split tiene una tarifa de \$70.000, pero se compone de dos unidades, la consola o fan coil y la unidad condensadora. Para establecer el costo para el fan coil solamente, se puede dividir en dos la tarifa más un 43% para un costo de \$50.000.

Los equipos centrales se componen de una condensadora y una manejadora de aire. De acuerdo a la tarifa del cuadro 7 se puede establecer el costo para la unidad manejadora dividiendo entre dos la tarifa de \$120.000 y agregándole un 50% para tener en cuenta que el tamaño de las manejadoras de la alternativa 2 son mayores que las instaladas actualmente. Esto arroja un valor de \$90.000.

La unidad enfriadora y sistema de bombeo se puede valorar como un solo conjunto. Las tareas de mantenimiento de un enfriador son básicamente el lavado del serpentín, lubricación de motores, revisión de consumos e inspección de tablero eléctrico. Las bombas requieren inspección visual, revisión de consumos y lubricación. Esta labor se puede establecer en \$500.000 como tarifa de mantenimiento trimestral.

De esta manera se tiene que el costo anual de mantenimiento para este sistema sería:

Cuadro 9. Costo anual de mantenimiento para la alternativa 2

TIPO DE EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA (\$)	SERVICIOS/AÑO	COSTO/AÑO
ENF Y BOMBAS	1	500,000	4	2,000,000
MANEJADORAS	10	90000	4	3,600,000
FAN COILS	19	50000	4	3,800,000
SPLIT ARCHIVO	1	120000	4	480,000
			TOTAL	9,880,000

La tercera alternativa, sistema de refrigerante variable se compone de 4 unidades condensadoras y 89 fan coils. Como se indicó el archivo por estar separado mediante una vía deberá acondicionarse con equipos independientes, en este caso tipo Mini Split. Sus costos de mantenimiento serían como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 10. Costo anual de mantenimiento para la alternativa 3

TIPO DE EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA (\$)	SERVICIOS/AÑO	COSTO/AÑO
CONDENSADORAS	4	300,000	4	4,800,000
FAN COILS	89	35000	4	12,460,000
MINI SPLIT	2	70000	4	560,000
VENTILADORES	9	35000	4	1,260,000
			TOTAL	19,080,000

8.2 ANÁLISIS DE COSTOS DE OPERACIÓN

Para establecer estos costos es necesario revisar el comportamiento de la carga térmica para cada hora del día durante el año ya que como se mencionó en la descripción de los diferentes sistemas tanto los Mini Split Inverter como el sistema de Refrigerante Variable pueden adaptarse muy eficientemente a los cambios de la demanda y solo consumir lo necesario para manejar la carga que se requiera. Este mismo análisis se llevará a cabo para el sistema Chiller, el cual, aunque modula su capacidad, es menos eficiente que los dos sistemas anteriores.

En los cuadros 12, 13 y 14 se observa el reporte del perfil de carga térmica emitido por el software para cada una de las zonas en las que se dividió el cálculo. Ahora se deben integrar en un solo cuadro, para obtener los totales y con base en ella determinar los consumos en kilovatios que cada alternativa arrojaría.

La primera alternativa a analizar corresponde a los equipos Mini Split Inverter cuya eficiencia energética se puede determinar por los datos del fabricante (Véase el Anexo A).

Cuadro 11. Eficiencia equipos Mini Split

EFICIENCIA ENERGÉTICA EQUIPOS MINI SPLIT INVERTER			
CAPACIDAD (BTU/HR)	TR	EER	CANTIDAD
9000	0.75	10.2	27
12000	1	11.61	9
18000	1.5	11.61	19
24000	2	12.4	20
36000	3	12.4	14
48000	4	12.4	1

Valor promedio ponderado para EER: 11.88

En el cuadro 11 se incluyen la cantidad de equipos de cada capacidad que deben ser instalados, basados en el Cuadro 1 y para establecer la eficiencia energética de esta alternativa ponderamos los resultados, obteniendo un valor EER de 11.88.

Como se ha definido, el valor EER representa la cantidad de Btu/hr que son producidos al suministrar un vatio de potencia. Es decir, un EER de 11.88 significa que por cada vatio de potencia suministrada se producen 11.88 Btu/hr.

En el cuadro 15 se tiene la capacidad total de Btu/hr requerida durante el año, sobre la cual se calcula la potencia necesaria utilizando para ello la eficiencia del sistema y posteriormente con la tarifa aplicada por kilovatio se establece el costo de operación de la alternativa 1.

Cuadro 12. Perfil de carga 1

Chvac - Full Commercial HVAC Loads Calculation Program				Elite Software Development, Inc.		
Ing. Carlos Barajas Forero				Hospital De Los Patios		
Cucuta, Colombia, 11111				Page 1		
Building Load Profiles						
Bldg. Hour	January Net Load	February Net Load	March Net Load	April Net Load	May Net Load	June Net Load
7am	273,390	277,624	277,416	280,103	285,369	288,644
8am	299,233	303,463	303,223	306,000	311,720	315,237
9am	332,548	336,740	336,438	339,347	345,690	349,539
10am	362,324	366,406	365,984	369,008	375,910	380,058
11am	394,385	398,325	397,761	400,928	408,483	412,979
12pm	420,291	424,118	423,436	426,681	434,638	439,351
1pm	445,973	449,779	449,042	452,322	460,564	465,428
2pm	459,775	463,669	462,948	466,190	474,507	479,411
3pm	463,874	467,933	467,295	470,462	478,680	483,531
4pm	457,010	461,249	460,718	463,760	471,646	476,319
5pm	444,040	448,413	447,977	450,992	458,828	463,474
6pm	417,864	422,326	422,005	425,185	433,460	438,338
Bldg. Hour	July Net Load	August Net Load	September Net Load	October Net Load	November Net Load	December Net Load
7am	285,655	280,363	277,445	277,559	273,364	271,029
8am	312,044	306,290	303,247	303,379	299,199	296,861
9am	346,069	339,688	336,467	336,637	332,504	330,176
10am	376,343	369,404	366,028	366,291	362,274	359,983
11am	408,982	401,394	397,832	398,201	394,328	392,088
12pm	435,178	427,190	423,521	423,985	420,228	418,029
1pm	461,124	452,843	449,113	449,623	445,901	443,706
2pm	475,055	466,679	462,967	463,471	459,687	457,456
3pm	479,198	470,896	467,248	467,692	463,771	461,475
4pm	472,112	464,119	460,602	460,972	456,896	454,532
5pm	459,277	451,320	447,826	448,117	443,920	441,503
6pm	433,954	425,563	421,884	422,050	417,753	415,300

Cuadro 13. Perfil de carga 2

Chvac - Full Commercial HVAC Loads Calculation Program				Elite Software Development, Inc.		
Ing. Carlos Barajas Forero				Hospital De Los Patios		
Cucuta, Colombia, 11111				Page 1		
Building Load Profiles						
Bldg. Hour	January Net Load	February Net Load	March Net Load	April Net Load	May Net Load	June Net Load
7am	357,744	360,848	357,968	355,775	355,711	356,778
8am	388,934	391,925	388,916	386,725	386,833	387,991
9am	430,685	433,483	430,262	428,071	428,411	429,696
10am	465,451	467,933	464,385	462,166	462,717	464,117
11am	505,503	507,610	503,678	501,433	502,230	503,765
12pm	536,260	538,074	533,839	531,557	532,500	534,116
1pm	567,585	569,269	564,873	562,552	563,587	565,253
2pm	583,649	585,400	581,012	578,642	579,670	581,332
3pm	587,453	589,441	585,229	582,828	583,779	585,400
4pm	578,920	581,216	577,259	574,826	575,616	577,148
5pm	562,918	565,446	561,691	559,269	560,021	561,531
6pm	529,345	532,061	528,514	526,205	527,141	528,747
Bldg. Hour	July Net Load	August Net Load	September Net Load	October Net Load	November Net Load	December Net Load
7am	355,820	355,871	357,967	360,799	357,722	356,187
8am	386,957	386,836	388,913	391,860	388,903	387,410
9am	428,559	428,205	430,260	433,397	430,642	429,221
10am	462,889	462,331	464,392	467,825	465,394	464,093
11am	502,434	501,636	503,701	507,479	505,431	504,272
12pm	532,723	531,783	533,869	537,922	536,175	535,128
1pm	563,815	562,779	564,888	569,092	567,488	566,489
2pm	579,883	578,838	580,983	585,189	583,539	582,514
3pm	583,966	582,975	585,146	589,203	587,336	586,218
4pm	575,768	574,917	577,122	580,959	578,800	577,563
5pm	560,157	559,330	561,523	565,181	562,798	561,471
6pm	527,295	526,285	528,361	531,817	529,237	527,837

Cuadro 14. Perfil de carga 3

Chvac - Full Commercial HVAC Loads Calculation Program				Elite Software Development, Inc.		
Ing. Carlos Barajas Forero Cucuta, Colombia, 11111				Hospital De Los Patios Page 1		
Building Load Profiles						
Bldg. Hour	January Net Load	February Net Load	March Net Load	April Net Load	May Net Load	June Net Load
7am	262,163	265,531	264,344	261,886	259,985	260,010
8am	284,336	287,745	286,471	283,863	281,869	281,846
9am	312,904	316,226	314,803	312,110	310,123	310,104
10am	336,677	339,774	338,117	335,382	333,457	333,474
11am	362,712	365,480	363,546	360,831	359,052	359,149
12pm	382,791	385,282	383,128	380,443	378,786	378,951
1pm	403,063	405,418	403,146	400,467	398,873	399,072
2pm	413,614	415,973	413,702	411,026	409,449	409,658
3pm	416,170	418,672	416,522	413,848	412,245	412,437
4pm	409,951	412,639	410,667	408,014	406,370	406,539
5pm	398,452	401,277	399,445	396,825	395,182	395,351
6pm	375,893	378,817	377,124	374,596	373,053	373,273
Bldg. Hour	July Net Load	August Net Load	September Net Load	October Net Load	November Net Load	December Net Load
7am	259,904	261,709	264,088	265,322	262,081	260,455
8am	281,751	283,615	286,120	287,459	284,224	282,579
9am	309,994	311,837	314,410	315,897	312,773	311,160
10am	333,338	335,122	337,728	339,429	336,537	335,010
11am	358,966	360,626	363,210	365,152	362,573	361,173
12pm	378,732	380,292	382,846	384,976	382,657	381,364
1pm	398,832	400,336	402,883	405,117	402,929	401,689
2pm	409,409	410,896	413,438	415,671	413,479	412,237
3pm	412,194	413,698	416,237	418,363	416,035	414,738
4pm	406,309	407,847	410,368	412,333	409,820	408,452
5pm	395,118	396,652	399,142	400,979	398,327	396,905
6pm	373,005	374,447	376,851	378,549	375,781	374,321

Cuadro 15. Carga térmica mensual

RESUMEN TODAS LAS ÁREAS												
HORA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DIEMBRE
7	893297	904003	899728	897764	901065	905432	901379	897943	899500	903680	893167	887671
8	972503	983133	978610	976588	980422	985074	980752	976741	978280	982698	972326	966850
9	1076137	1086449	1081503	1079528	1084224	1089339	1084622	1079730	1081137	1085931	1075919	1070557
10	1164452	1174113	1168486	1166556	1172084	1177649	1172570	1166857	1168148	1173545	1164205	1159086
11	1262600	1271415	1264985	1263192	1269765	1275893	1270382	1263656	1264743	1270832	1262332	1257533
12	1339342	1347474	1340403	1338681	1345924	1352418	1346633	1339265	1340236	1346883	1339060	1334521
1	1416621	1424466	1417061	1415341	1423024	1429753	1423771	1415958	1416884	1423832	1416318	1411884
2	1457038	1465042	1457662	1455858	1463626	1470401	1464347	1456413	1457388	1464331	1456705	1452207
3	1467497	1476046	1469046	1467138	1474704	1481368	1475358	1467569	1468631	1475258	1467142	1462431
4	1445881	1455104	1448644	1446600	1453632	1460006	1454189	1446883	1448092	1454264	1445516	1440547
5	1405410	1415136	1409113	1407086	1414031	1420356	1414552	1407302	1408491	1414277	1405045	1399879
6	1323102	1333204	1327643	1325986	1333654	1340358	1334254	1326295	1327096	1332416	1322771	1317458
TOTALES/DIA	15223880	15335585	15262884	15240318	15316155	15388047	15322809	15244612	15258626	15327947	15220506	15160624
TOTAL/MES	471940280	429396380	473149404	457209540	474800805	461641410	475007079	472582972	457758780	475166357	456615180	469979344

Carga térmica en btu/hr

La misma metodología se emplea para determinar los costos de operación de la alternativa 2, es decir, el sistema de agua helada o Chiller.

En este caso se utiliza la eficiencia energética del enfriador que de acuerdo a catálogos, para una capacidad de 125 TR, es de 9.9 (Véase el Anexo A). En el Cuadro 17 se observan los resultados.

Adicionalmente al consumo del enfriador hay que tener en cuenta el relacionado con la bomba de agua de recirculación, cuyo caudal es variable y depende de la carga térmica que se requiere remover en un momento determinado.

En el cuadro 18 se presenta el caudal requerido. Con base en el caudal se calculan las RPM (cuadro 19) correspondientes y luego la potencia requerida expresada en kilovatios para posteriormente calcular el costo de acuerdo a la tarifa del kilovatio/hora (cuadro 20).

También se debe calcular el costo de la energía empleada por los motores de las unidades manejadoras y fan coils.

En el cuadro 5 se listaron los equipos necesarios, ahora se establece la potencia de los motores de acuerdo a datos del fabricante para fan coils y selección de motores de acuerdo al caudal y caídas de presión para las unidades manejadoras. En el cuadro 21 se presenta la información.

Cuadro 16. Costos de operación alternativa 1

RESUMEN TODAS LAS ÁREAS												
HORA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
7	893.297	904.003	899.728	897.764	901.065	905.432	901.379	897.943	899.500	903.680	893.167	887.671
8	972.503	983.133	978.610	976.588	980.422	985.074	980.752	976.741	978.280	982.698	972.326	966.850
9	1.076.137	1.086.449	1.081.503	1.079.528	1.084.224	1.089.339	1.084.622	1.079.730	1.081.137	1.085.931	1.075.919	1.070.557
10	1.164.452	1.174.113	1.168.486	1.166.556	1.172.084	1.177.649	1.172.570	1.166.857	1.168.148	1.173.545	1.164.205	1.159.086
11	1.262.600	1.271.415	1.264.985	1.263.192	1.269.765	1.275.893	1.270.382	1.263.656	1.264.743	1.270.832	1.262.332	1.257.533
12	1.339.342	1.347.474	1.340.403	1.338.681	1.345.924	1.352.418	1.346.633	1.339.265	1.340.236	1.346.883	1.339.060	1.334.521
1	1.416.621	1.424.466	1.417.061	1.415.341	1.423.024	1.429.753	1.423.771	1.415.958	1.416.884	1.423.832	1.416.318	1.411.884
2	1.457.038	1.465.042	1.457.662	1.455.858	1.463.626	1.470.401	1.464.347	1.456.413	1.457.388	1.464.331	1.456.705	1.452.207
3	1.467.497	1.476.046	1.469.046	1.467.138	1.474.704	1.481.368	1.475.358	1.467.569	1.468.631	1.475.258	1.467.142	1.462.431
4	1.445.881	1.455.104	1.448.644	1.446.600	1.453.632	1.460.006	1.454.189	1.446.883	1.448.092	1.454.264	1.445.516	1.440.547
5	1.405.410	1.415.136	1.409.113	1.407.086	1.414.031	1.420.356	1.414.552	1.407.302	1.408.491	1.414.277	1.405.045	1.399.879
6	1.323.102	1.333.204	1.327.643	1.325.986	1.333.654	1.340.358	1.334.254	1.326.295	1.327.096	1.332.416	1.322.771	1.317.458
TOTALES/DIA	15.223.880	15.335.585	15.262.884	15.240.318	15.316.155	15.388.047	15.322.809	15.244.612	15.258.626	15.327.947	15.220.506	15.160.624
TOTAL/MES	471.940.280	429.396.380	473.149.404	457.209.540	474.800.805	461.641.410	475.007.079	472.582.972	457.758.780	475.166.357	456.615.180	469.979.344

TOTAL ANUAL 5.575.247.531 BTU/HR
 EER 11,88
 POTENCIA 469.297 KILOVATIOS
 \$/KILOVATIO 364
 COSTO ALT 1 170.824.083

Cuadro 17. Costos de operación enfriador alternativa 2

RESUMEN TODAS LAS ÁREAS												
HORA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
7	893.297	904.003	899.728	897.764	901.065	905.432	901.379	897.943	899.500	903.680	893.167	887.671
8	972.503	983.133	978.610	976.588	980.422	985.074	980.752	976.741	978.280	982.698	972.326	966.850
9	1.076.137	1.086.449	1.081.503	1.079.528	1.084.224	1.089.339	1.084.622	1.079.730	1.081.137	1.085.931	1.075.919	1.070.557
10	1.164.452	1.174.113	1.168.486	1.166.556	1.172.084	1.177.649	1.172.570	1.166.857	1.168.148	1.173.545	1.164.205	1.159.086
11	1.262.600	1.271.415	1.264.985	1.263.192	1.269.765	1.275.893	1.270.382	1.263.656	1.264.743	1.270.832	1.262.332	1.257.533
12	1.339.342	1.347.474	1.340.403	1.338.681	1.345.924	1.352.418	1.346.633	1.339.265	1.340.236	1.346.883	1.339.060	1.334.521
1	1.416.621	1.424.466	1.417.061	1.415.341	1.423.024	1.429.753	1.423.771	1.415.958	1.416.884	1.423.832	1.416.318	1.411.884
2	1.457.038	1.465.042	1.457.662	1.455.858	1.463.626	1.470.401	1.464.347	1.456.413	1.457.388	1.464.331	1.456.705	1.452.207
3	1.467.497	1.476.046	1.469.046	1.467.138	1.474.704	1.481.368	1.475.358	1.467.569	1.468.631	1.475.258	1.467.142	1.462.431
4	1.445.881	1.455.104	1.448.644	1.446.600	1.453.632	1.460.006	1.454.189	1.446.883	1.448.092	1.454.264	1.445.516	1.440.547
5	1.405.410	1.415.136	1.409.113	1.407.086	1.414.031	1.420.356	1.414.552	1.407.302	1.408.491	1.414.277	1.405.045	1.399.879
6	1.323.102	1.333.204	1.327.643	1.325.986	1.333.654	1.340.358	1.334.254	1.326.295	1.327.096	1.332.416	1.322.771	1.317.458
TOTALES/DIA	15.223.880	15.335.585	15.262.884	15.240.318	15.316.155	15.388.047	15.322.809	15.244.612	15.258.626	15.327.947	15.220.506	15.160.624
TOTAL/MES	471.940.280	429.396.380	473.149.404	457.209.540	474.800.805	461.641.410	475.007.079	472.582.972	457.758.780	475.166.357	456.615.180	469.979.344

TOTAL ANUAL 5.575.247.531 BTU/HR
 EER 9,9
 POTENCIA 563.156 KILOVATIOS
 \$/KILOVATIO 364
 COSTO \$ 204.988.899,12

Cuadro 18. Caudal de la bomba

GPM BOMBA

HORA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DIEMBRE
7	179	181	180	180	180	181	180	180	180	181	179	178
8	195	197	196	195	196	197	196	195	196	197	194	193
9	215	217	216	216	217	218	217	216	216	217	215	214
10	233	235	234	233	234	236	235	233	234	235	233	232
11	253	254	253	253	254	255	254	253	253	254	252	252
12	268	269	268	268	269	270	269	268	268	269	268	267
1	283	285	283	283	285	286	285	283	283	285	283	282
2	291	293	292	291	293	294	293	291	291	293	291	290
3	293	295	294	293	295	296	295	294	294	295	293	292
4	289	291	290	289	291	292	291	289	290	291	289	288
5	281	283	282	281	283	284	283	281	282	283	281	280
6	265	267	266	265	267	268	267	265	265	266	265	263

Cuadro 19. RPM de la bomba

RPM BOMBA

HORA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DIEMBRE
7	1,027	1,040	1,035	1,032	1,036	1,041	1,037	1,033	1,034	1,039	1,027	1,021
8	1,118	1,131	1,125	1,123	1,127	1,133	1,128	1,123	1,125	1,130	1,118	1,112
9	1,238	1,249	1,244	1,241	1,247	1,253	1,247	1,242	1,243	1,249	1,237	1,231
10	1,339	1,350	1,344	1,342	1,348	1,354	1,348	1,342	1,343	1,350	1,339	1,333
11	1,452	1,462	1,455	1,453	1,460	1,467	1,461	1,453	1,454	1,461	1,452	1,446
12	1,540	1,550	1,541	1,539	1,548	1,555	1,549	1,540	1,541	1,549	1,540	1,535
1	1,629	1,638	1,630	1,628	1,636	1,644	1,637	1,628	1,629	1,637	1,629	1,624
2	1,676	1,685	1,676	1,674	1,683	1,691	1,684	1,675	1,676	1,684	1,675	1,670
3	1,688	1,697	1,689	1,687	1,696	1,704	1,697	1,688	1,689	1,697	1,687	1,682
4	1,663	1,673	1,666	1,664	1,672	1,679	1,672	1,664	1,665	1,672	1,662	1,657
5	1,616	1,627	1,620	1,618	1,626	1,633	1,627	1,618	1,620	1,626	1,616	1,610
6	1,522	1,533	1,527	1,525	1,534	1,541	1,534	1,525	1,526	1,532	1,521	1,515

Cuadro 20. Costo de operación bomba alternativa 2

HORA	KW BOMBA											
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
8	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
9	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
10	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3
11	4	5	4	4	4	5	5	5	4	4	5	4
12	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
1	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
2	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
3	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
4	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
SUBTOTALES	58	59	58	58	59	60	59	58	58	59	58	57
SUBTOTAL MES	1790	1650	1801	1736	1821	1787	1823	1795	1742	1824	1731	1769

K VAT/AÑO 21,268
 \$/KVATIO 364
 COSTO ANUAL \$ 7,741,606

Cuadro 21. Potencia de motores

POTENCIA DE MOTORES MANEJADORAS Y FAN COILS					
EQUIPO	KW	EQUIPO	KW	EQUIPO	KW
UMA1	1.5	FC14	0.25	FC75	0.32
UMA2	2.2	FC32	0.25	FC76	0.49
UMA3	1.1	FC43	0.49	FC77	0.49
UMA4	1.5	FC44	0.32	FC78	0.49
UMA5	2.2	FC45	0.32	FC84	0.25
UMA6	1.5	FC69	0.32	FC85	0.25
UMA7	1.5	FC70	0.32	FC87	0.49
UMA8	2.2	FC72	0.32	FC88	0.49
UMA9	2.2	FC73	0.25	FC91	0.49
UMA10	1.5	FC74	0.32	TOTAL KW	24

Como se observa, el consumo de los motores es de 24 Kw por hora. Ahora calculando para 12 horas diarias y 365 días al año obtenemos: $24 \times 12 \times 365 = 105120$ Kilovatios que a la tarifa de \$364 arroja un valor de \$ 38,263,680.

En resumen, el consumo de la alternativa 2 será de: \$ \$204,988,899.12+ \$7,741,606 +\$38,263,680.= \$250,994,185.

Finalmente, para la alternativa 3 procedemos de forma similar como se hizo para la alternativa 1, es decir, se calcula la carga térmica anual y se le aplica el factor de eficiencia que para un sistema de refrigerante variable el EER es de 14.33. Esta información se ha tomado del catálogo del fabricante (Véase el Anexo A). El siguiente cuadro nos muestra los resultados.

De acuerdo a lo anterior los costos de operación para cada alternativa serán:

Cuadro 22. Comparativo costos de operación

COSTOS DE OPERACIÓN	
ALTERNATIVA1	\$170,824,083
ALTERNATIVA2	\$250,994,185
ALTERNATIVA3	\$147,230,297

Cuadro 23. Costos de operación alternativa 3

RESUMEN TODAS LAS ÁREAS												
HORA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
7	893297	904003	899728	897764	901065	905432	901379	897943	899500	903680	893167	887671
8	972503	983133	978610	976588	980422	985074	980752	976741	978280	982698	972326	966850
9	1076137	1086449	1081503	1079528	1084224	1089339	1084622	1079730	1081137	1085931	1075919	1070557
10	1164452	1174113	1168486	1166556	1172084	1177649	1172570	1166857	1168148	1173545	1164205	1159086
11	1262600	1271415	1264985	1263192	1269765	1275893	1270382	1263656	1264743	1270832	1262332	1257533
12	1339342	1347474	1340403	1338681	1345924	1352418	1346633	1339265	1340236	1346883	1339060	1334521
1	1416621	1424466	1417061	1415341	1423024	1429753	1423771	1415958	1416884	1423832	1416318	1411884
2	1457038	1465042	1457662	1455858	1463626	1470401	1464347	1456413	1457388	1464331	1456705	1452207
3	1467497	1476046	1469046	1467138	1474704	1481368	1475358	1467569	1468631	1475258	1467142	1462431
4	1445881	1455104	1448644	1446600	1453632	1460006	1454189	1446883	1448092	1454264	1445516	1440547
5	1405410	1415136	1409113	1407086	1414031	1420356	1414552	1407302	1408491	1414277	1405045	1399879
6	1323102	1333204	1327643	1325986	1333654	1340358	1334254	1326295	1327096	1332416	1322771	1317458
TOTALES/DIA	15223880	15335585	15262884	15240318	15316155	15388047	15322809	15244612	15258626	15327947	15220506	15160624
TOTAL/MES	471940280	429396380	473149404	457209540	474800805	461641410	475007079	472582972	457758780	475166357	456615180	469979344

TOTAL ANUA \$ 5,575,247,531 BTU/HR
 EER \$ 14.33
 POTENCIA \$ 389,061 KILOVATIOS
 \$/KILOVATIC \$ 364
 COSTO \$ 147,230,297

CONSUMO DE MOTORES Y FAN COILS 15417.6
 CONSUMO TOTAL ALTERNATIVA 3 \$ 404,479

9. ANÁLISIS AMBIENTAL Y NORMATIVA VIGENTE

Como se mencionó brevemente en la definición de aspectos técnicos y otros, la incidencia de una instalación de equipos de aire acondicionado sobre el medio ambiente está relacionada con el impacto que para la atmósfera tiene la manipulación y ocasional liberación de gases refrigerantes, ya que como se ha demostrado por medio de numerosos estudios, algunos de ellos agotan la capa de ozono, la cual está situada entre los 15 y 50 kms de altitud y tiene la capacidad de absorber en un altísimo porcentaje la radiación ultravioleta principalmente generada por los rayos solares.

Esta radiación tiene efectos nocivos para la salud ya que fomenta el apareamiento de cáncer de piel, envejecimiento de la misma, arrugas, manchas y adicionalmente puede ser causante del lupus eritematoso sistémico, el cual afecta el tejido conjuntivo.

Como se aprecia, es de suma importancia preservar la capa de ozono por lo que los gobiernos de diferentes países han suscrito acuerdos en pro de evitar el deterioro de la misma tomando medidas para restringir el uso de sustancias peligrosas para ella.

Colombia apoya las tendencias globales en materia de desarrollo sostenible, las cuales quedaron plasmadas desde 1982 en la “Cumbre de Rio” y se ha unido a múltiples manifestaciones relacionadas con la conservación del medio ambiente tales como:

La Declaración de Rio sobre el Medio ambiente y Desarrollo que “Con el objetivo de establecer una alianza mundial nueva y equitativa mediante la creación de nuevos niveles de cooperación entre los Estados, los sectores claves de las sociedades y las personas, procurando alcanzar acuerdos internacionales en los que se respeten los intereses de todos y se proteja la integridad del sistema ambiental y de desarrollo mundial”.

La ley 164 de Octubre 27 de 1994, “Por medio de la cual se aprueba la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, hecha en Nueva York el 9 de mayo de 1992. La ley 629 del 27 de Diciembre de 2000, “Por medio de la cual se aprueba el Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, hecho en Kyoto el 11 de diciembre de 1997.

Ley 29 de 1992, "Por medio de la cual se aprueba el Protocolo de Montreal relativo a las sustancias agotadoras de la capa de ozono, suscrito en Montreal el 16 de septiembre de 1987, con sus enmiendas adoptadas en Londres el 29 de junio de 1990 y en Nairobi el 21 de junio de 1991".

Ley 306 del 5 de Agosto de 1996, "Por medio de la cual se aprueba la Enmienda de Copenhague al Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de Ozono, suscrito en Copenhague, el 25 de noviembre de 1992."

Ley 960 de 28 de Junio de 2005, Por medio de la cual se aprueba la "Enmienda del Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono", adoptada en Beijing, China, el 3 de diciembre de 1999.

Ley 30 de 5 de Marzo de 1990, "Por medio de la cual se aprueba el Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono, Viena, 22 de marzo de 1985."

Es entonces necesario que los equipos a instalar sean compatibles con el medio ambiente. Los fabricantes hoy en día incorporan en sus productos refrigerantes que no deterioran la capa de ozono como el R410a por lo que la selección de los equipos debe tener presente este aspecto.

En el estudio técnico se mencionaron los diferentes sistemas que podrían ser alternativas y se describieron los elementos que son necesarios para cumplir el cometido de mantener condiciones confortables al interior del Hospital. Queda entonces ahora, seleccionar los equipos con ese lineamiento ambiental presente.

Para las tres alternativas se seleccionarán equipos que trabajen con refrigerante 410a de manera que se cumpla este requisito.

10. ANÁLISIS DE PRECIOS Y CANTIDADES UNITARIAS

Alternativa 1, sistemas Mini Split Inverter: Se tomaron los precios vigentes en el mercado tanto para los equipos como para los elementos complementarios como tuberías, ventiladores, ductos, rejillas, etc. En la cuadro 24 se aprecia el resumen de costos.

Alternativa 2, sistema Chiller: Se tomaron al igual que en la alternativa anterior los precios vigentes en el mercado tanto para los equipos y componentes como para las obras complementarias que se requieren para la implementación de este sistema, como son obras civiles y trabajos relacionados con el cielo raso, el cual es necesario desmontar en algunos sectores para la instalación de ductos. El cuadro 25 refleja estos costos.

Alternativa 3, sistema refrigerante variable: Como en las alternativas anteriores, se utilizaron precios de mercado. Los valores se indican en el cuadro 26.

Cuadro 24. Cuadro de costos alternativa 1

CUADRO DE CANTIDADES Y COSTOS UNITARIOS EQUIPOS MINI SPLIT INVERTER

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio-(\$)	Total-(\$)
1.EQUIPOS					
1.1	MINI SPLIT INVERTER R410A 9000 BTUH	Unidad	27	1085000	29295000
1.2	MINI SPLIT INVERTER R410A 12000 BTUH	Unidad	9	1242000	11178000
1.3	MINI SPLIT INVERTER R410A 18000 BTUH	Unidad	21	1583000	33243000
1.4	MINI SPLIT INVERTER R410A 24000 BTUH	Unidad	18	1994000	35892000
1.5	MINI SPLIT INVERTER R410A 36000 BTUH	Unidad	13	3520000	45760000
1.6	MINI SPLIT INVERTER R410A 48000 BTUH	Unidad	3	3225000	9675000
1.7	VENTILADOR 774 CFM	Unidad	1	1800000	1800000
1.8	VENTILADOR 469 CFM	Unidad	1	1600000	1600000
1.9	VENTILADOR 411CFM	Unidad	1	1600000	1600000
1.10	VENTILADOR 407 CFM	Unidad	1	1600000	1600000
1.11	VENTILADOR 251CFM	Unidad	1	1300000	1300000
1.12	VENTILADOR 177 CFM	Unidad	1	1200000	1200000
1.13	VENTILADOR 166 CFM	Unidad	1	1200000	1200000
1.14	VENTILADOR 50 CFM	Unidad	2	900000	1800000
					177143000
2. DUCTOS					
2.1	DUCTOS EN LAMINA GALVANIZADA C24	M2	250	66384	16596000
					16596000
3. DIFUSORES Y REJILLAS					
3.1	REJILLAS DE SUMINISTRO EN ALUMINIO 6"x6" CON DAMPER	Unidad	89	35000	3115000
					3115000
4. TUBERÍAS DE REFRIGERACIÓN Y ACCESORIOS					
4.1	LOTE DE TUBERÍA	GLB	1	900000	900000
					900000
5.0 TABLEROS ELÉCTRICOS Y DE CONTROL					
5.1	TABLERO ELÉCTRICO TE-1	Unidad	1	1500000	1500000
5.2	TABLERO ELÉCTRICO TE-2	Unidad	1	300000	300000
5.3	TABLERO ELÉCTRICO TE-3	Unidad	1	300000	300000
5.4	TABLERO ELÉCTRICO TE-4	Unidad	1	300000	300000
5.5	TABLERO ELÉCTRICO TE-5	Unidad	1	300000	300000
5.6	TABLERO ELÉCTRICO TE-6	Unidad	1	300000	300000
5.7	TABLERO ELÉCTRICO TE-7	Unidad	2	300000	600000
5.8	TABLERO ELÉCTRICO TE-8	Unidad	1	300000	300000
					3900000

Cuadro 24. (Continuación)

6.0 ACOMETIDAS ELÉCTRICAS					
6.1	ACOMETIDAS DE TE-1A TABLEROS	ML	200	10675	2135000
6.2	ACOMETIDAS DE TE-1A EVAPORADORES	ML	77	15675	1206975
6.3	ACOMETIDAS DE TE-2 A EVAPORADORES	ML	110	15675	1724250
6.4	ACOMETIDAS DE TE-3 A EVAPORADORES	ML	74	15675	1159950
6.5	ACOMETIDAS DE TE-4 A EVAPORADORES	ML	80	15675	1254000
6.6	ACOMETIDAS DE TE-5 A EVAPORADORES	ML	37	15675	579975
6.7	ACOMETIDAS DE TE-6 A EVAPORADORES	ML	83	15675	1301025
6.8	ACOMETIDAS DE TE-7 A EVAPORADORES	ML	37	15675	580012
6.9	ACOMETIDAS DE TE-8 A EVAPORADORES	ML	50	15675	783750
					10724937

7.0 MONTAJE DE EQUIPOS					
7.1	MONTAJE MINISPLITS	GLB	91	200000	18200000
7.3	MONTAJE VENTILADORES	GLB	1	200000	200000
					18400000

TOTAL COSTOS DIRECTOS	\$ 230,778,937.00
ADMINISTRACIÓN (15%)	\$ 34,616,840.55
IMPREVISTOS (1%)	\$ 2,307,789
UTILIDADES (5%)	\$ 11,538,946.85
IVA SOBRE UTILIDAD (16%)	\$ 1,846,231.50
TOTAL	\$ 281,088,745.27

Cuadro 25. Cantidades y costos unitarios sistema Chiller

CUADRO DE CANTIDADES Y COSTOS UNITARIOS SISTEMA CHILLER

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio-(\$)	Total-(\$)
1.EQUIPOS					
11	CHILLER 120 TR	Unidad	1	125,000,000	125,000,000
12	UMA 4173 CFM	Unidad	1	6,542,400	6,542,400
13	UMA 5113 CFM	Unidad	1	8,658,240	8,658,240
14	UMA 6868 CFM	Unidad	1	9,799,680	9,799,680
15	UMA 3895 CFM	Unidad	1	6,542,400	6,542,400
16	UMA 5552 CFM	Unidad	1	8,658,240	8,658,240
17	UMA 4032 CFM	Unidad	1	6,542,400	6,542,400
18	UMA 2617 CFM	Unidad	1	3,480,000	3,480,000
19	UMA 4424 CFM	Unidad	1	6,542,400	6,542,400
110	UMA 5274 CFM	Unidad	1	8,658,240	8,658,240
111	UMA 2845 CFM	Unidad	1	3,480,000	3,480,000
112	FAN COIL AGUA FRIA 543 CFM	Unidad	1	839,376	839,376
113	FAN COIL AGUA FRIA 775 CFM	Unidad	1	839,376	839,376
114	FAN COIL AGUA FRIA 1375 CFM	Unidad	1	1,783,152	1,783,152
115	FAN COIL AGUA FRIA 1290 CFM	Unidad	1	1,783,152	1,783,152
116	FAN COIL AGUA FRIA 1407 CFM	Unidad	1	1,783,152	1,783,152
117	FAN COIL AGUA FRIA 987 CFM	Unidad	1	1,237,488	1,237,488
118	FAN COIL AGUA FRIA 873 CFM	Unidad	1	1,237,488	1,237,488
119	FAN COIL AGUA FRIA 1291CFM	Unidad	1	1,783,152	1,783,152
120	FAN COIL AGUA FRIA 746 CFM	Unidad	1	839,376	839,376
121	FAN COIL AGUA FRIA 860 CFM	Unidad	1	1,237,488	1,237,488
122	FAN COIL AGUA FRIA 810 CFM	Unidad	1	1,237,488	1,237,488
123	FAN COIL AGUA FRIA 1249 CFM	Unidad	1	1,783,152	1,783,152
124	FAN COIL AGUA FRIA 1232 CFM	Unidad	1	1,783,152	1,783,152
125	FAN COIL AGUA FRIA 1214 CFM	Unidad	1	1,783,152	1,783,152
126	FAN COIL AGUA FRIA 1458 CFM	Unidad	1	1,783,152	1,783,152
127	FAN COIL AGUA FRIA 1017 CFM	Unidad	1	1,237,488	1,237,488
128	FAN COIL AGUA FRIA 959 CFM	Unidad	1	1,237,488	1,237,488
129	FAN COIL AGUA FRIA 949 CFM	Unidad	1	1,237,488	1,237,488
130	FAN COIL AGUA FRIA 754 CFM	Unidad	1	839,376	839,376
131	BOMBA DE AGUA FRIA 10 HP 300GPM 75 FTWG	Unidad	2	17,000,000	34,000,000
132	EQUIPO TIPO SPLIT 5TR	Unidad	1	5,600,000	5,600,000
133	TANQUE DE EXPANSIÓN Y SEPARADOR DE AIRE	Unidad	1	7,000,000	7,000,000
					266,789,136

Cuadro 25. (Continuación)

2. MONTAJE EQUIPOS					
2.1	MONTAJE CHILLER	Unidad	1	7,000,000	7,000,000
2.2	MONTAJE UNIDADES MANEJADORAS (UMA)	Unidad	10	1,200,000	12,000,000
2.3	MONTAJE FAN COILS	Unidad	19	150,000	2,850,000
2.4	MONTAJE BOMBAS	Unidad	2	1,000,000	2,000,000
2.5	MONTAJE EQUIPO SPLIT 5TR	Unidad	1	700,000	700,000
					24,550,000

3. DUCTOS Y AISLAMIENTO					
3.1	DUCTOS EN LAMINA GALVANIZADA C24	M2	460	66,384	30,536,640
3.2	DUCTOS EN LAMINA GALVANIZADA C22	M2	110	78,831	8,671,410
3.3	AISLAMIENTO EN DUCTWRAPP	M2	570	24,000	13,680,000
					52,888,050

4. DIFUSORES Y REJILLAS					
4.1	DIFUSORES EN ALUMINIO 24"x24"	Unidad	2	185,000	370,000
4.2	DIFUSORES EN ALUMINIO 18"x18"	Unidad	6	165,000	990,000
4.3	DIFUSORES EN ALUMINIO 15"x15"	Unidad	46	150,000	6,900,000
4.4	DIFUSORES EN ALUMINIO 12"x12"	Unidad	18	142,000	2,556,000
4.5	DIFUSORES EN ALUMINIO 10"x10"	Unidad	8	120,000	960,000
4.6	DIFUSORES EN ALUMINIO 8"x8"	Unidad	1	96,000	96,000
4.7	DIFUSORES EN ALUMINIO 6"x6"	Unidad	2	72,000	144,000
4.8	REJILLA DE SUMINISTRO 40"x8"	Unidad	19	120,000	2,280,000
4.9	REJILLA DE SUMINISTRO 20"x8"	Unidad	2	54,593	109,186
4.10	REJILLA DE SUMINISTRO 22"x8"	Unidad	3	59,760	179,280
4.11	REJILLA DE SUMINISTRO 18"x8"	Unidad	1	48,784	48,784
4.12	REJILLA DE SUMINISTRO 14"x8"	Unidad	1	42,975	42,975
4.13	REJILLA DE SUMINISTRO 28"x12"	Unidad	1	109,325	109,325
4.14	REJILLA DE SUMINISTRO 32"x10"	Unidad	1	109,325	109,325
4.15	REJILLA DE SUMINISTRO 24"x10"	Unidad	4	97,000	388,000
4.16	REJILLA DE SUMINISTRO 6"x6"	Unidad	19	35,000	665,000
4.17	REJILLA DE RETORNO 30"x12"	Unidad	1	135,000	135,000
4.18	REJILLA DE RETORNO 20"x10"	Unidad	1	68,000	68,000
4.19	REJILLA DE RETORNO 24"x12"	Unidad	1	97,000	97,000
4.20	REJILLA DE RETORNO 18"x18"	Unidad	5	93,000	465,000
4.21	REJILLA DE RETORNO 12"x12"	Unidad	2	45,000	90,000
4.22	REJILLA DE RETORNO 16"x16"	Unidad	3	75,000	225,000
4.23	TOMAS DE AIRE EXTERIOR	GLB	1	750,000	750,000
4.24	REJILLAS EN ACRÍLICO	Unidad	19	12,000	228,000
					18,005,875

Cuadro 25. (Continuación)

5. RED DE AGUA FRIA					
5.1	TUBERÍA PVC RDE214"	ML	30	119,013	3,570,390
5.2	TUBERÍA PVC RDE213"	ML	21	81,432	1,710,072
5.3	TUBERÍA PVC RDE212 1/2"	ML	50	65,910	3,295,500
5.4	TUBERÍA PVC RDE212"	ML	70	50,583	3,540,810
5.5	TUBERÍA PVC RDE211 1/2"	ML	165	44,491	7,341,015
5.6	TUBERÍA PVC RDE211 1/4"	ML	124	41,590	5,157,160
5.7	TUBERÍA PVC RDE21 1"	ML	107	37,767	4,041,069
5.8	TUBERÍA PVC RDE213/4"	ML	60	33,106	1,986,360
5.9	TUBERÍA PVC RDE21 1/2"	ML	20	32,138	642,760
					31,285,136

6. AISLAMIENTO TÉRMICO (INCLUYE CHAQUETA DE ALUMINIO)					
6.1	AISLAMIENTO TÉRMICO EN POLIURETANO 4"	ML	30	85,127	2,553,810
6.2	AISLAMIENTO TÉRMICO EN POLIURETANO 3"	ML	21	68,034	1,428,714
6.3	AISLAMIENTO TÉRMICO EN POLIURETANO 2 1/2"	ML	50	63,788	3,189,400
6.4	AISLAMIENTO TÉRMICO EN POLIURETANO 2"	ML	70	61,207	4,284,490
6.5	AISLAMIENTO TÉRMICO EN POLIURETANO 1 1/2"	ML	165	58,714	9,687,810
6.6	AISLAMIENTO TÉRMICO EN POLIURETANO 1 1/4"	ML	124	55,670	6,903,080
6.7	AISLAMIENTO TÉRMICO EN POLIURETANO 1"	ML	107	53,246	5,697,322
6.8	AISLAMIENTO TÉRMICO EN POLIURETANO 3/4"	ML	60	49,678	2,980,680
6.9	AISLAMIENTO TÉRMICO EN POLIURETANO 1/2"	ML	20	47,532	950,640
					37,675,946

7. VÁLVULAS					
7.1	VÁLVULAS CIRCUIT SETTER 1 1/2"	Unidad	1	450,000	450,000
7.2	VÁLVULAS CIRCUIT SETTER 1 1/4"	Unidad	7	450,000	3,150,000
7.3	VÁLVULAS CIRCUIT SETTER 1"	Unidad	2	397,000	794,000
7.4	VÁLVULAS DE 2 VIAS 1 1/2"	Unidad	1	1,200,000	1,200,000
7.5	VÁLVULAS DE 2 VIAS 1 1/4"	Unidad	7	1,200,000	8,400,000
7.6	VÁLVULAS DE 2 VIAS 1"	Unidad	2	1,100,000	2,200,000
7.7	VÁLVULAS DE 2 VIAS 3/4"	Unidad	19	450,000	8,550,000
7.8	VÁLVULAS DE BOLA 1 1/2"	Unidad	2	93,000	186,000
7.9	VÁLVULAS DE BOLA 1 1/4"	Unidad	14	85,000	1,190,000
7.10	VÁLVULAS DE BOLA 1"	Unidad	4	73,000	292,000
7.11	VÁLVULAS DE BOLA 3/4"	Unidad	38	52,000	1,976,000
7.12	VÁLVULAS DE GLOBO 3/4"	Unidad	19	97,000	1,843,000
7.13	JUNTAS ANTIVIBRATORIAS 1 1/2"	Unidad	2	210,000	420,000
7.14	JUNTAS ANTIVIBRATORIAS 1 1/4"	Unidad	14	193,000	2,702,000
7.15	JUNTAS ANTIVIBRATORIAS 1"	Unidad	4	185,000	740,000
7.16	JUNTAS ANTIVIBRATORIAS 3/4"	Unidad	38	143,000	5,434,000
7.17	VÁLVULAS MARIPOSA 4"	Unidad	4	498,000	1,992,000
7.18	VÁLVULA TRIPLE 4"	Unidad	2	1,200,000	2,400,000
					43,919,000

Cuadro 25. (Continuación)

8.0 CONTROLES					
8.1	TERMOSTATO PROPORCIONAL	Unidad	10	350,000	3,500,000
8.2	TERMOSTATO CON SWITCH DE TRES VELOCIDADES PARA FAN COIL	Unidad	19	190,000	3,610,000
8.3	TERMOSTATO DE BULBO	Unidad	10	156,000	1,560,000
8.4	TERMÓMETRO TIPO WECKSLER	Unidad	2	280,000	560,000
8.5	MANOMETRO 4" 0-100 PSI	Unidad	2	210,000	420,000
					9,650,000

9.0 TABLEROS ELÉCTRICOS Y DE CONTROL					
9.1	TABLERO ELÉCTRICO TE-1	Unidad	1	11,000,000	11,000,000
9.2	TABLERO ELÉCTRICO TE-2	Unidad	1	600,000	600,000
9.3	TABLERO ELÉCTRICO TE-3	Unidad	1	600,000	600,000
9.4	TABLERO ELÉCTRICO TE-4	Unidad	1	600,000	600,000
9.5	TABLERO ELÉCTRICO TE-5	Unidad	1	600,000	600,000
					13,400,000

10.0 ACOMETIDAS ELÉCTRICAS					
10.1	ACOMETIDAS A CHILLER (EMT 3" ,6#300MCM)	Glb	1	10,204,260	10,204,260
10.2	ACOMETIDAS A BOMBAS (EMT 1/2" ,3#10)	Glb	1	510,000	510,000
10.3	ACOMETIDAS A MANEJADORAS(CONDUIT PVC 1/2" ,3#12)	Glb	1	2,135,000	2,135,000
10.4	ACOMETIDAS A TABLEROS TE-2,TE-3,TE-4,TE-5(CONDUIT PVC 1/2" ,3#10)	Glb	1	2,555,000	2,555,000
10.5	ACOMETIDAS A FAN COILS(CONDUIT PVC 1/2" ,3#12)	Glb	1	2,028,250	2,028,250
10.6	ACOMETIDAS A VENTILADORES (CONDUIT PVC 1/2" ,2#12)	Glb	1	937,500	937,500
					18,370,010

11. OBRAS ADICIONALES					
11.1	CÁRCAMO PARA TUBERÍAS 0.20M x0.3M CON TAPA REJILLA	ML	90	120,000	10,800,000
11.2	BASES PARA CHILLER, MANEJADORAS,TANQUE EXP	M3	2	270,000	405,000
11.3	DESMONTE DE CIELO RASO	M2	200	5,000	1,000,000
11.4	MONTAJE DE CIELO RASO	M2	200	15,000	3,000,000
11.5	CUARTOS DE MAQUINAS	UN	4	1,200,000	4,800,000
					20,005,000

TOTAL COSTOS DIRECTOS	\$	536,538,153
ADMINISTRACIÓN (15%)	\$	80,480,723
IMPREVISTOS (1%)	\$	5,365,382
UTILIDADES (5%)	\$	26,826,908
IVA SOBRE UTILIDAD (16%)	\$	4,292,305
TOTAL	\$	653,503,470

Cuadro 26. Cantidades y costos unitarios sistema refrigerante variable

Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio-(\$)	Total-(\$)
1.EQUIPOS					
1.1	TANDEM CONDENSADORAS ARUV600BTR4	Unidad	2	61,000,000	122,000,000
1.2	TANDEM CONDENSADORAS ARUV520BTR4	Unidad	1	54,000,000	54,000,000
1.3	TANDEM CONDENSADORAS ARUV360BTR4	Unidad	1	38,000,000	38,000,000
1.4	EVAPORADOR ARNU05GSBA2	Unidad	2	750,000	1,500,000
1.5	EVAPORADOR ARNU07GSEA2	Unidad	9	802,000	7,218,000
1.6	EVAPORADOR ARNU09GSEA2	Unidad	7	851,000	5,957,000
1.7	EVAPORADOR ARNU12GSEA2	Unidad	10	950,000	9,500,000
1.8	EVAPORADOR ARNU15GSEA2	Unidad	5	1,100,000	5,500,000
1.9	EVAPORADOR ARNU18GS5A2	Unidad	10	1,180,000	11,800,000
1.10	EVAPORADOR ARNU24GS5A2	Unidad	23	1,180,000	27,140,000
1.11	EVAPORADOR URNU36GVKA2	Unidad	15	1,960,000	29,400,000
1.12	EVAPORADOR URNU48GVLA2	Unidad	9	2,700,000	24,300,000
1.13	MINISPLIT INVERTER R410A 48000 BTUH	Unidad	1	3,225,000	3,225,000
1.14	MINISPLIT INVERTER R410A 18000 BTUH	Unidad	1	1,583,000	1,583,000
1.15	VENTILADOR 774 CFM	Unidad	1	1,800,000	1,800,000
1.16	VENTILADOR 469 CFM	Unidad	1	1,600,000	1,600,000
1.17	VENTILADOR 411CFM	Unidad	1	1,600,000	1,600,000
1.18	VENTILADOR 407 CFM	Unidad	1	1,600,000	1,600,000
1.19	VENTILADOR 251CFM	Unidad	1	1,300,000	1,300,000
1.20	VENTILADOR 177 CFM	Unidad	1	1,200,000	1,200,000
1.21	VENTILADOR 166 CFM	Unidad	1	1,200,000	1,200,000
1.22	VENTILADOR 50 CFM	Unidad	2	900,000	1,800,000
					353,223,000
2. DUCTOS					
2.1	DUCTOS EN LAMINA GALVANIZADA C24	M2	250	66,384	16,596,000
					16,596,000
3. DIFUSORES Y REJILLAS					
3.1	REJILLAS DE SUMINISTRO EN ALUMINIO 6"x6" CON DAMPER	Unidad	89	35,000	3,115,000
					3,115,000
4. TUBERÍAS DE REFRIGERACIÓN Y ACCESORIOS					
4.1	TUBERÍA DE COBRE 15/8" AISLADA	ML	70	85,191	5,963,370
4.2	TUBERÍA DE COBRE 11/2" AISLADA	ML	10	85,191	851,910
4.3	TUBERÍA DE COBRE 13/8" AISLADA	ML	5	65,697	328,485
4.4	TUBERÍA DE COBRE 11/4" AISLADA	ML	23	65,697	1,511,031
4.5	TUBERÍA DE COBRE 11/8" AISLADA	ML	55	54,536	2,999,480
4.6	TUBERÍA DE COBRE 1" AISLADA	ML	22	54,536	1,199,792
4.7	TUBERÍA DE COBRE 7/8" AISLADA	ML	80	35,935	2,874,800

Cuadro 26. (Continuación)

4.8	TUBERÍA DE COBRE 3/4" AISLADA	ML	130	30,411	3,953,430
4.9	TUBERÍA DE COBRE 5/8" AISLADA	ML	225	27,174	6,114,150
4.10	TUBERÍA DE COBRE 1/2" AISLADA	ML	165	23,728	3,915,120
4.11	TUBERÍA DE COBRE 3/8" AISLADA	ML	305	22,289	6,798,145
4.12	TUBERÍA DE COBRE 1/4" AISLADA	ML	92	19,720	1,814,240
4.13	REFRIGERANTE R410A	KG	80	15,976	1,278,080
4.14	ACCESORIOS (LINE AND HEADERS BRANCH)	GL	1	21,000,000	21,000,000
					60,602,033

5.0 TABLEROS ELÉCTRICOS Y DE CONTROL

5.1	TABLERO ELÉCTRICO TE-1	Unidad	1	8,721,000	8,721,000
5.2	TABLERO DE CONTROL	Unidad	4	5,000,000	20,000,000
5.3	CONTROL REMOTO INALAMBRICO	Unidad	88	170,000	14,960,000
					43,681,000

6.0 ACOMETIDAS ELÉCTRICAS

6.1	ACOMETIDAS A CONDENSADORAS (EMT 1 1/4", 4#2)	Glb	1	12,500,000	12,500,000
6.2	ACOMETIDAS A EVAPORADORAS (EMT 1/2", 2# 12)	Glb	1	4,550,000	4,550,000
6.3	ACOMETIDAS A VENTILADORES (PVC 1/2", 2# 12)	Glb	1	2,812,500	2,812,500
6.4	CONTROL (EMT 1/2", 2x16 apantallado)	Glb	1	20,000,000	20,000,000
					39,862,500

7.0 MONTAJE DE EQUIPOS

7.1	MONTAJE TANDEM CONDENSADORAS	GLB	1	6,000,000	6,000,000
7.2	MONTAJE FAN COILS	GLB	1	10,800,000	10,800,000
7.3	MONTAJE VENTILADORES	GLB	1	800,000	800,000
					17,600,000

8.0 OBRAS CIVILES

8.1	CÁRCAMO PARA TUBERÍAS 0.20M x 0.3M CON TAPA REJILLA	ML	50	120,000	6,000,000
8.2	BASES PARA CONDENSADORAS	M3	2	270,000	540,000
					6,540,000

TOTAL COSTOS DIRECTOS	541,219,533
ADMINISTRACIÓN (15%)	81,182,930
IMPREVISTOS (1%)	5,412,195
UTILIDADES (5%)	27,060,977
IVA SOBRE UTILIDAD (16%)	4,329,756
TOTAL	659,205,391

11. ESTRUCTURACIÓN Y EVALUACIÓN FINANCIERA

Para la elaboración del modelo financiero se considerará un costo de oportunidad del 4.06%, el cual corresponde a la tasa vigente para el DTF, dato tomado del Banco de la República.

Se asumirá una inflación del 3% anual durante el horizonte del proyecto. Con base en este factor se actualizarán los costos de la energía, el de mantenimiento y los correspondientes a mano de obra y costo de equipos de reposición.

Las depreciaciones y amortizaciones se harán por el método de línea recta a 10 años y se considerará una tasa por impuestos del 0% por cuanto las entidades públicas no pagan impuestos.

Como se mencionó en el planteamiento del problema, el Hospital posee actualmente algunos equipos de aire acondicionado en funcionamiento. Sin embargo no cumplen con los requerimientos en materia ambiental puesto que el refrigerante que utilizan es R22, el cual como se ha anotado, debe ser reemplazado por un refrigerante amigable con el medio ambiente. Además solamente una pequeña parte de las áreas que requieren acondicionamiento está actualmente servida por los equipos instalados.

Inicialmente se compararán los flujos de caja de la opción más favorable en términos de inversión inicial contra las dos alternativas siguientes. Se tendrá en cuenta un precio de venta para los equipos actuales de \$5.000.000 los cuales se encuentran totalmente depreciados. Posteriormente se compararán los flujos de caja de un sector del Hospital que se encuentra acondicionado en la actualidad contra su equivalente en la alternativa que resulte más conveniente de acuerdo al análisis previo.

11.1 FLUJOS DE CAJA DE LAS ALTERNATIVAS

En la definición de aspectos técnicos se mencionó que los equipos Mini Split tienen una vida útil de 10 años. Por este motivo en el período 10 del flujo de caja para la alternativa 1 se incluye el valor de \$ 300,276,040, el cual corresponde a la reposición de equipos incluyendo la mano de obra respectiva.

Cuadro 27. Datos de entrada

Alternativas	Costos				
	Sum e instalación	Oper anual	Mtto anual	Equipos	M de O
No 1(Mini Split)	281088745.3	170824082.6	26460000	201022.374	22,411200
No 2(Chiller)	653503470	250994185.3	9880000		
No 3(Variable)	6592053912	117230296.8	19080000	154,835.814	13,154,400

Alternativas	Valor Kw	\$ 364.00
	Consumo (Ah)	Costo energía
No 1(Mini Split)	469.297	170,824,083
No 2(Chiller)	689.544	250,994,185
No 3(Variable)	404.479	147,230,297

TASAS	
IMPUESTOS	0%
C DE OPOR	4.06%
PRESTAMO	24%

Costo equipos																				
Inflación	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	
PERÍODO >>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Alternativa 1	207053045.2	213264636.6	219662575.7	226252452.9	233040026.5	240031227.3	247232164.1	254649129.1	262288602.9	270157261	278261978.9	286609838.2	295208133.4	304064377.4	313186308.7	322581998	332259354.9	342227135.5	352493949.6	363068768.1
Alternativa 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alternativa 3	159480888.4	164265315.1	169193274.5	174269072.8	179497144.9	184882059.3	190428521.1	196111376.7	202025615	208086386.5	214328978.1	220758847.5	227381612.9	234203061.3	241229153.1	248466027.7	255920008.6	263597608.8	271505537.1	279650703.2

Costo Mano de obra instalación de equipos																				
Inflación	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	
PERÍODO >>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Alternativa 1	23083356	23776042.08	24489323.34	25224003.04	25980723.33	26760144.83	27562949.17	28389837.65	29241532.78	30118778.76	31022342.12	31953012.39	32916022.76	33898950.84	3491919.37	35963396.95	37042298.86	38153567.82	39298174.86	40477120.1
Alternativa 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alternativa 3	13549032	13955502.96	14374168.05	14805393.09	15249554.88	15707041.53	16178252.78	16663600.36	17163508.37	17678413.62	18208766.03	18755029.01	19317679.88	19897210.28	20494126.58	21108950.38	21742218.89	22394485.46	23066320.02	23758309.63

Costo mantenimiento de equipos																				
Inflación	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	
PERÍODO >>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Alternativa 1	27253800	2807144	28913556.42	29780963.11	30674392.01	31594623.77	32542462.48	33519736.35	34524298.44	35560027.4	36626828.22	37725633.07	38857402.06	40023124.12	41223817.84	42460532.38	43734348.35	45046378.8	46397770.16	47789703.27
Alternativa 2	1076400	1048192	10796142.76	1120027.04	1153627.85	1197236.69	1245153.79	1295688.4	1349159.06	13277893.83	13676230.64	14086517.56	14509113.09	14944386.48	15392718.08	15854499.62	16330134.61	16820038.65	17324639.8	17844379
Alternativa 3	16652400	20241972	20849231.16	21474708.09	22189949.34	22927517.62	23685993.35	24469973.6	24895072.35	25641924.52	26411822.25	27203517.72	28019623.25	28860211.95	29726013.31	30617798.86	31536332.82	32482422.81	33456895.49	34460602.36

Costo operación de los equipos																				
Inflación	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	
PERÍODO >>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Alternativa 1	175948805.1	181272269.2	186664087.3	192264009.9	198031930.2	203972888.1	210092074.8	216394837	222886682.1	229573282.6	236460481.1	243554295.5	250860924.4	258386752.1	266138354.7	274122505.3	282346180.5	290816565.9	299541062.8	308527294.7
Alternativa 2	258524010.8	266279731.1	274268123.1	282496166.8	2909719518	299700183.3	308691188.8	317951924.5	327490482.2	337345196.7	347434652.6	357857692.2	368593422.9	379651225.6	391040762.4	402771985.3	414855144.8	427300799.2	44016823.2	453323417.8
Alternativa 3	151647205.7	156196621.9	160882520.5	165708996.1	170680266	175800674	181074694.2	186506935	19212143.1	197865207.4	203801163.6	20995198.5	216212654.5	222699034.1	229380005.1	236261405.3	243349247.4	250649724.9	258169216.6	265914293.1

Depreciaciones y amortizaciones																				
Inflación	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	
PERÍODO >>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Alternativa 1	28108874.53	28108874.53	28108874.53	28108874.53	28108874.53	28108874.53	28108874.53	28108874.53	28108874.53	28108874.53	28108874.53	28108874.53	28108874.53	28108874.53	28108874.53	28108874.53	28108874.53	28108874.53	28108874.53	28108874.53
Alternativa 2	65350347.04	65350347.04	65350347.04	65350347.04	65350347.04	65350347.04	65350347.04	65350347.04	65350347.04	65350347.04	65350347.04	65350347.04	65350347.04	65350347.04	65350347.04	65350347.04	65350347.04	65350347.04	65350347.04	65350347.04
Alternativa 3	65920539.12	65920539.12	65920539.12	65920539.12	65920539.12	65920539.12	65920539.12	65920539.12	65920539.12	65920539.12	65920539.12	65920539.12	65920539.12	65920539.12	65920539.12	65920539.12	65920539.12	65920539.12	65920539.12	65920539.12

Reinversión en equipo y mano de obra																				
PERÍODO >>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Alternativa 1	2301365812	237040678.7	244151899	251476456	259020749.7	266791372.2	274795113.3	283038966.7	291530135.7	300276039.8	309284321	318562850.6	328119736.1	337963328.2	348102228.1	358545294.9	369301653.8	380380703.4	39179214.5	403545888.2
Alternativa 2																				
Alternativa 3																				

precio de venta equipos actual 5,000,000

Cuadro 28. Flujo de caja alternativa 1

PERIODO>>>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Ingresos																						
-Costos y gastos de operación		203,202,605	209,298,683	215,577,644	222,044,973	228,706,322	235,567,512	242,634,537	249,915,573	257,410,981	265,133,310	273,087,309	281,279,929	289,718,326	298,409,876	307,362,173	316,583,038	326,080,529	335,862,945	345,938,833	356,316,998	
-Depreciaciones/Amort		28,108,875	28,108,875	28,108,875	28,108,875	28,108,875	28,108,875	28,108,875	28,108,875	28,108,875	28,108,875	30,027,604	30,027,604	30,027,604	30,027,604	30,027,604	30,027,604	30,027,604	30,027,604	30,027,604	30,027,604	
+Otros Ingresos no operacionales	5,000,000																					
- Otros Gastos no operacionales																						
=UAII	5,000,000	-231311480	-237,407,558	-243,686,518	-250,163,848	-256,815,197	-263,676,386	-270,743,412	-278,022,448	-285,519,855	-293,242,185	-303,114,918	-313,307,533	-319,745,930	-328,437,480	-337,389,776	-346,610,642	-356,108,133	-365,890,549	-375,966,437	-386,344,602	
-Intereses																						
=UAI	5,000,000	-231311480	-237,407,558	-243,686,518	-250,163,848	-256,815,197	-263,676,386	-270,743,412	-278,022,448	-285,519,855	-293,242,185	-303,114,918	-313,307,533	-319,745,930	-328,437,480	-337,389,776	-346,610,642	-356,108,133	-365,890,549	-375,966,437	-386,344,602	
-Impuestos	0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
=U.Neta	5,000,000	-231311480	-237,407,558	-243,686,518	-250,163,848	-256,815,197	-263,676,386	-270,743,412	-278,022,448	-285,519,855	-293,242,185	-303,114,918	-313,307,533	-319,745,930	-328,437,480	-337,389,776	-346,610,642	-356,108,133	-365,890,549	-375,966,437	-386,344,602	
+Depreciaciones/Amort		28,108,875	28,108,875	28,108,875	28,108,875	28,108,875	28,108,875	28,108,875	28,108,875	28,108,875	28,108,875	30,027,604	30,027,604	30,027,604	30,027,604	30,027,604	30,027,604	30,027,604	30,027,604	30,027,604	30,027,604	
-Inversiones activos no corrientes	281088,745																					
-Capital de trabajo																						
+ Valor Terminal																						
+Prestamos																						
-Abonos a capital																						
=Flujo de caja Neto		-276,088,745	-203,202,605	-209,298,683	-215,577,644	-222,044,973	-228,706,322	-235,567,512	-242,634,537	-249,915,573	-257,410,981	-265,409,350	-273,087,309	-281,279,929	-289,718,326	-298,409,876	-307,362,173	-316,583,038	-326,080,529	-335,862,945	-345,938,833	-356,316,998
VALOR PRESENTE NETO	4%	\$	(4,027,459,471)																			

Cuadro 29. Flujo de caja alternativa 2

PERIODO>>>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Ingresos																						
-Costos y gastos de operación		268,700,411	276,761,423	285,064,266	293,618,194	302,424,680	311,497,420	320,842,343	330,467,613	340,381,641	350,593,091	361,110,883	371,944,210	383,102,536	394,595,612	406,433,480	418,626,485	431,185,279	444,120,838	457,444,463	471,167,797	
-Depreciaciones/Amort		65,350,347	65,350,347	65,350,347	65,350,347	65,350,347	65,350,347	65,350,347	65,350,347	65,350,347	65,350,347	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
+ Otros Ingresos no operacionales	5,000,000																					
- Otros Gastos no operacionales																						
=UAII	5,000,000	-334,050,758	-342,111,770	-350,414,613	-358,966,541	-367,775,027	-376,847,767	-386,192,690	-395,817,960	-405,731,988	-415,943,438	-426,451,883	-437,264,210	-448,386,536	-459,819,612	-471,562,880	-483,616,155	-495,981,534	-508,659,013	-521,651,697	-534,970,597	
-Intereses																						
=UAI	5,000,000	-334,050,758	-342,111,770	-350,414,613	-358,966,541	-367,775,027	-376,847,767	-386,192,690	-395,817,960	-405,731,988	-415,943,438	-426,451,883	-437,264,210	-448,386,536	-459,819,612	-471,562,880	-483,616,155	-495,981,534	-508,659,013	-521,651,697	-534,970,597	
-Impuestos	0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
=U.Neta	5,000,000	-334,050,758	-342,111,770	-350,414,613	-358,966,541	-367,775,027	-376,847,767	-386,192,690	-395,817,960	-405,731,988	-415,943,438	-426,451,883	-437,264,210	-448,386,536	-459,819,612	-471,562,880	-483,616,155	-495,981,534	-508,659,013	-521,651,697	-534,970,597	
+Depreciaciones/Amort		65,350,347	65,350,347	65,350,347	65,350,347	65,350,347	65,350,347	65,350,347	65,350,347	65,350,347	65,350,347	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
-Inversiones activos no corrientes	653,503,470																					
-Capital de trabajo																						
+ Valor Terminal																						
+Prestamos																						
-Abonos a capital																						
=Flujo de caja Neto		-648,503,470	-268,700,411	-276,761,423	-285,064,266	-293,618,194	-302,424,680	-311,497,420	-320,842,343	-330,467,613	-340,381,641	-350,593,091	-361,110,883	-371,944,210	-383,102,536	-394,595,612	-406,433,480	-418,626,485	-431,185,279	-444,120,838	-457,444,463	-471,167,797
VALOR PRESENTE NETO	4%	(5,342,345,394)																				

Cuadro 30. Flujo de caja alternativa 3

PERIODO>>>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Ingresos																						
-Costos y gastos de operación		1'129,606	176,438,594	181,731,752	187,183,704	192,799,215	198,583,192	204,540,688	210,676,908	216,997,215	223,507,132	230,212,346	237,118,716	244,232,278	251,559,246	259,106,023	266,879,204	274,885,580	283,132,148	291,626,112	300,374,895	
-Depreciaciones/Amort		65,920,539	65,920,539	65,920,539	65,920,539	65,920,539	65,920,539	65,920,539	65,920,539	65,920,539	65,920,539	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
+ Otros Ingresos no operacionales	5,000,000																					
- Otros Gastos no operacionales																						
=UAI	5,000,000	-237,220,145	-242,359,133	-247,652,291	-253,104,243	-258,719,754	-264,503,731	-270,461,227	-276,597,447	-282,917,755	-289,427,671	-230,212,346	-237,118,716	-244,232,278	-251,559,246	-259,106,023	-266,879,204	-274,885,580	-283,132,148	-291,626,112	-300,374,895	
-Intereses																						
=UAI	5,000,000	-237,220,145	-242,359,133	-247,652,291	-253,104,243	-258,719,754	-264,503,731	-270,461,227	-276,597,447	-282,917,755	-289,427,671	-230,212,346	-237,118,716	-244,232,278	-251,559,246	-259,106,023	-266,879,204	-274,885,580	-283,132,148	-291,626,112	-300,374,895	
-Impuestos	0%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
=U.Neta	5,000,000	-237,220,145	-242,359,133	-247,652,291	-253,104,243	-258,719,754	-264,503,731	-270,461,227	-276,597,447	-282,917,755	-289,427,671	-230,212,346	-237,118,716	-244,232,278	-251,559,246	-259,106,023	-266,879,204	-274,885,580	-283,132,148	-291,626,112	-300,374,895	
+Depreciaciones/Amort		65,920,539	65,920,539	65,920,539	65,920,539	65,920,539	65,920,539	65,920,539	65,920,539	65,920,539	65,920,539	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-Inversiones activos no corrientes	659,205,391																					
-Capital de trabajo																						
+ Valor Terminal																						
+Préstamos																						
-Abonos a capital																						
=Flujo de caja Neto	-654,205,391	-1'129,606	-176,438,594	-181,731,752	-187,183,704	-192,799,215	-198,583,192	-204,540,688	-210,676,908	-216,997,215	-223,507,132	-230,212,346	-237,118,716	-244,232,278	-251,559,246	-259,106,023	-266,879,204	-274,885,580	-283,132,148	-291,626,112	-300,374,895	
VALOR PRESENTE NETO	4%	(3,646,583,662)																				

Cuadro 31. Diferencia de flujos netos entre alternativa 1 y alternativa 2

DIFERENCIA ENTRE FLUJOS NETOS																					
PERIODO>>>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ALTERNATIVA 2	-648,503,470	-268,700,411	-276,761,423	-285,064,266	-293,616,194	-302,424,680	-311,497,420	-320,842,343	-330,467,619	-340,381,641	-350,593,091	-361,110,883	-371,944,210	-383,102,536	-394,595,612	-406,433,480	-418,626,485	-431,185,279	-444,120,838	-457,444,463	-471,167,797
ALTERNATIVA 1	-276,088,745	-203,202,605	-209,298,683	-215,577,844	-222,044,973	-228,706,322	-235,567,512	-242,634,537	-249,913,573	-257,410,981	-265,109,350	-273,087,309	-281,279,929	-289,713,326	-298,409,876	-307,362,173	-316,583,038	-326,080,529	-335,862,945	-345,938,833	-356,316,998
"ALT2-ALT1"	-372,414,725	-65,497,806	-67,462,740	-69,486,622	-71,571,221	-73,718,357	-75,929,908	-78,207,805	-80,554,040	-82,976,661	-85,483,741	-88,023,574	-90,664,281	-93,384,210	-96,157,736	-99,071,306	-102,043,447	-105,104,751	-108,257,893	-111,505,630	-114,850,799
VALOR PRESENTE NETO	4%	-1314,885,923																			
			>> LA ALTERNATIVA 1 ES MÁS CONVENIENTE																		

Cuadro 32. Diferencia de flujos netos entre alternativa 1 y alternativa 3

DIFERENCIA ENTRE FLUJOS NETOS																					
PERIODO>>>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ALTERNATIVA 3	-654,205,391	-1'129,606	-176,438,594	-181,731,752	-187,183,704	-192,799,215	-198,583,192	-204,540,688	-210,676,908	-216,997,215	-223,507,132	-230,212,346	-237,118,716	-244,232,278	-251,559,246	-259,106,023	-266,879,204	-274,885,580	-283,132,148	-291,626,112	-300,374,895
ALTERNATIVA 1	-276,088,745	-203,202,605	-209,298,683	-215,577,844	-222,044,973	-228,706,322	-235,567,512	-242,634,537	-249,913,573	-257,410,981	-265,109,350	-273,087,309	-281,279,929	-289,713,326	-298,409,876	-307,362,173	-316,583,038	-326,080,529	-335,862,945	-345,938,833	-356,316,998
"ALT3-ALT1"	-378,116,646	-319,403,999	-32,860,089	-33,845,892	-34,861,269	-35,907,107	-36,984,320	-38,093,850	-39,236,665	-40,416,234	-41,637,785	-42,905,826	-44,220,390	-45,582,956	-46,995,370	-48,457,643	-49,970,876	-51,536,079	-53,155,312	-54,827,575	-56,553,867
VALOR PRESENTE NETO	4%	380,875,809																			
			>> LA ALTERNATIVA 3 ES MÁS CONVENIENTE																		

Este valor está actualizado de acuerdo a la inflación como se aprecia en los datos de entrada. En el Cuadro 28 se aprecia el flujo de caja de esta alternativa. El cuadro 29 presenta el flujo de caja de la alternativa 2 y el cuadro 30 la correspondiente a la alternativa 3.

11.2 ANÁLISIS DE FLUJOS DE CAJA

Para realizar el análisis de las diferentes alternativas se utiliza el método de diferencia entre flujos. Inicialmente se comparan las alternativas 1 y 2. El cuadro 31 muestra el resultado y se puede observar que el proyecto con la alternativa 2 no es viable por cuanto el Valor presente neto (VPN) es negativo. Al revisar los datos de entrada se aprecia que aunque la alternativa 2 tiene costos de mantenimiento más bajos que la alternativa 1, sus costos de operación son superiores en un 47%.

Luego se comparan las alternativas 1 y 3. El cuadro 32 muestra los resultados. En este caso la alternativa 3 es más favorable pues la diferencia de flujos muestra que se obtiene un VPN positivo de \$380,875,809. Este resultado es producto de la disminución en costos de operación y de mantenimiento de la alternativa 3 con respecto a la alternativa 1 a pesar que la inversión inicial de la primera es más del doble. Otra causa es que en el período 10 de la alternativa 1 se requiere reposición de equipos lo que afecta el flujo de esta alternativa.

Finalmente, se realiza el análisis de la situación actual del área de administración contra la alternativa 3 que resultó ser la más favorable, teniendo en cuenta para ello el perfil de carga de esa zona (cuadro 33) y la eficiencia promedio de los equipos actuales que de acuerdo a catálogos (Véase el Anexo A) se sitúa en un valor para el EER de 9 para determinar los costos de operación. Los costos de mantenimiento se calcularán con base en el número de equipos instalados para esa zona en la situación actual y los requeridos en la alternativa 3. El monto de la inversión inicial se calculará proporcionalmente con base en la capacidad requerida para la totalidad del Hospital.

En el rubro correspondiente a los ingresos se colocará el valor correspondiente a los costos de operación y mantenimiento de la situación actual. Para los egresos se tomarán los costos de operación y mantenimiento de la alternativa 3. De esta manera se creará un flujo de caja que nos permitirá realizar el análisis de la situación actual contra la mejor alternativa.

Cuadro 33. Perfil de carga área de administración

Chvac - Full Commercial HVAC Loads Calculation Program				Elite Software Development, Inc.		
Ing. Carlos Barajas Forero				Hospital De Los Patios		
Cucuta, Colombia, 11111				Page 8		
Building Load Profiles						
Bldg. Hour	January Net Load	February Net Load	March Net Load	April Net Load	May Net Load	June Net Load
7am	149,446	151,854	151,811	153,935	157,724	159,943
8am	164,005	166,422	166,359	168,536	172,627	175,007
9am	182,466	184,868	184,767	187,028	191,539	194,142
10am	198,995	201,329	201,151	203,489	208,383	211,190
11am	216,840	219,082	218,813	221,253	226,597	229,644
12pm	231,233	233,402	233,057	235,551	241,171	244,367
1pm	245,975	248,144	247,765	250,272	256,075	259,369
2pm	254,133	256,387	256,020	258,475	264,302	267,609
3pm	257,138	259,529	259,220	261,593	267,321	270,574
4pm	253,943	256,479	256,240	258,500	263,970	267,086
5pm	247,187	249,826	249,650	251,876	257,296	260,385
6pm	232,796	235,485	235,384	237,731	243,462	246,715
Bldg. Hour	July Net Load	August Net Load	September Net Load	October Net Load	November Net Load	December Net Load
7am	157,910	154,093	151,806	151,792	149,422	147,993
8am	172,835	168,709	166,344	166,341	163,973	162,538
9am	191,782	187,231	184,750	184,771	182,426	180,994
10am	208,662	203,729	201,142	201,222	198,950	197,541
11am	226,922	221,542	218,824	218,970	216,792	215,415
12pm	241,524	235,869	233,077	233,284	231,180	229,829
1pm	256,439	250,591	247,767	248,004	245,914	244,561
2pm	264,650	258,758	255,968	256,206	254,056	252,669
3pm	267,638	261,821	259,102	259,304	257,045	255,603
4pm	264,244	258,661	256,057	256,215	253,837	252,339
5pm	257,553	252,008	249,433	249,542	247,074	245,536
6pm	243,753	237,902	235,193	235,218	232,690	231,132

Cuadro 34. Cálculo de carga térmica área de administración

Chvac - Full Commercial HVAC Loads Calculation Program				Elite Software Development, Inc.			
Ing. Carlos Barajas Forero Cucuta, Colombia, 11111				Hospital De Los Patios Page 1			
Building Summary Loads (Z)							
Building peaks in June at 3pm.							
Bldg Load Descriptions	Area Quan	Sen Loss	%Tot Loss	Lat Gain	Sen Gain	Net Gain	%Net Gain
Roof	2,363	0	0.00	0	89,026	89,026	32.90
Wall	1,418	0	0.00	0	24,042	24,042	8.89
Glass	756	0	0.00	0	36,871	36,871	13.63
Floor Slab	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Skin Loads		0	0.00	0	149,939	149,939	55.42
Lighting	3,291	0	0.00	0	12,352	12,352	4.57
Equipment	6,000	0	0.00	0	22,520	22,520	8.32
Pool Latent	0	0	0.00	0	0	0	0.00
People	53	0	0.00	10,600	14,575	25,175	9.30
Partition	1,414	0	0.00	0	10,508	10,508	3.88
Cool. Pret.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Heat. Pret.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Cool. Vent.	407	0	0.00	34,881	9,790	44,671	16.51
Heat. Vent.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Cool. Infil.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Heat. Infil.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Draw-Thru Fan	0	0	0.00	0	5,409	5,409	2.00
Blow-Thru Fan	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Reserve Cap.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Reheat Cap.	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Supply Duct	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Return Duct	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Misc. Supply	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Misc. Return	0	0	0.00	0	0	0	0.00
Building Totals		0	0.00	45,481	225,092	270,574	100.00
Building Summary	Sen Loss	%Tot Loss	Lat Gain	Sen Gain	Net Gain	%Net Gain	
Ventilation	0	0.00	34,881	9,790	44,671	16.51	
Infiltration	0	0.00	0	0	0	0.00	
Pretreated Air	0	0.00	0	0	0	0.00	
Room Loads	0	0.00	10,600	209,894	220,494	81.49	
Plenum Loads	0	0.00	0	0	0	0.00	
Fan/Duct/Misc Loads	0	0.00	0	5,409	5,409	2.00	
Building Totals	0	0.00	45,481	225,092	270,574	100.00	
Check Figures							
Total Building Supply Air (based on a 17° TD):			12,104	CFM			
Total Building Vent. Air (3.36% of Supply):			407	CFM			
Total Conditioned Air Space:	2,363	Sq.ft					
Supply Air Per Unit Area:	5.1222	CFM/Sq.ft					
Area Per Cooling Capacity:	104.8	Sq.ft/Ton					
Cooling Capacity Per Area:	0.0095	Tons/Sq.ft					
Heating Capacity Per Area:	0.00	Btuh/Sq.ft					
Total Heating Required With Outside Air:			0	Btuh			
Total Cooling Required With Outside Air:			22.55	Tons			

Cuadro 35. Costos de operación situación actual área de administración

RESUMEN CARGAS ADMINISTRACIÓN (BTU/HR)												
HORA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
7	149446	151854	151811	153935	157724	159943	157910	154093	151806	151792	149422	147993
8	164005	166422	166359	168536	172627	175007	172835	168709	166344	166341	163973	162538
9	182466	184868	184767	187028	191539	194142	191782	187231	184750	184771	182426	180994
10	198995	201329	201151	203489	208383	211190	208662	203729	201142	201222	198950	197541
11	216840	219082	218813	221253	226597	229644	226922	221542	218824	218970	216792	215415
12	231233	233402	233057	235551	241171	244367	241524	235869	233077	233284	231180	229829
1	245975	248144	247765	250272	256075	259369	256439	250591	247767	248004	245914	244561
2	254133	256387	256020	258475	264302	267609	264650	258758	255968	256206	254056	252669
3	257138	259529	259220	261593	267321	270574	267638	261821	259102	259304	257045	255603
4	253943	256479	256240	258500	263970	267086	264244	258661	256057	256215	253837	252339
5	247187	249826	249650	251876	257296	260385	257553	252008	249433	249542	247074	245536
6	232796	235485	235384	237731	243462	246715	243735	237902	235193	235218	232690	231132
TOTALES/DIA	2634157	2662807	2660237	2688239	2750467	2786031	2753894	2690914	2659463	2660869	2633359	2616150
TOTAL/MES	81658867	74558596	82467347	80647170	85264477	83580930	85370714	83418334	79783890	82486939	79000770	81100650

TOTAL ANUAL 979,338,684 BTU/HR
 EER 9.00
 POTENCIA 108815 KILOVATIOS
 \$/KILOVATIO \$ 364.00
 COSTO \$ 39,608,809

Cuadro 36. Costos de operación alternativa 3, área de administración

RESUMEN CARGAS ADMINISTRACIÓN (BTU/HR)												
HORA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
7	149446	151854	151811	153935	157724	159943	157910	154093	151806	151792	149422	147993
8	164005	166422	166359	168536	172627	175007	172835	168709	166344	166341	163973	162538
9	182466	184868	184767	187028	191539	194142	191782	187231	184750	184771	182426	180994
10	198995	201329	201151	203489	208383	211190	208662	203729	201142	201222	198950	197541
11	216840	219082	218813	221253	226597	229644	226922	221542	218824	218970	216792	215415
12	231233	233402	233057	235551	241171	244367	241524	235869	233077	233284	231180	229829
1	245975	248144	247765	250272	256075	259369	256439	250591	247767	248004	245914	244561
2	254133	256387	256020	258475	264302	267609	264650	258758	255968	256206	254056	252669
3	257138	259529	259220	261593	267321	270574	267638	261821	259102	259304	257045	255603
4	253943	256479	256240	258500	263970	267086	264244	258661	256057	256215	253837	252339
5	247187	249826	249650	251876	257296	260385	257553	252008	249433	249542	247074	245536
6	232796	235485	235384	237731	243462	246715	243735	237902	235193	235218	232690	231132
TOTALES/DIA	2634157	2662807	2660237	2688239	2750467	2786031	2753894	2690914	2659463	2660869	2633359	2616150
TOTAL/MES	81658867	74558596	82467347	80647170	85264477	83580930	85370714	83418334	79783890	82486939	79000770	81100650

TOTAL ANUAL 979,338,684 BTU/HR
 EER 14.33
 POTENCIA 68342 KILOVATIOS
 \$/KILOVATIO \$ 364.00
 COSTO \$ 25,705,479

CONSUMO MOTORES FAN COILS
 2278

CONSUMO TOTAL ALTERNATIVA 3
 70619

De acuerdo a lo expresado anteriormente se tiene:

Cuadro 37. Costos de mantenimiento equipos actuales administración

COSTOS DE MANTENIMIENTO SITUACIÓN ACTUAL ÁREA DE ADMINISTRACIÓN				
TIPO DE EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA (\$)	SERVICIOS/AÑO	COSTO/AÑO
VETANA	11	70,000	4	3,080,000
MINI SPLIT	2	70000	4	560,000
TOTAL				3,640,000

Cuadro 38. Costos de mantenimiento alternativa 3 para administración

COSTOS DE MANTENIMIENTO ALTERNATIVA 3 ÁREA DE ADMINISTRACIÓN				
TIPO DE EQUIPO	CANTIDAD	TARIFA (\$)	SERVICIOS/AÑO	COSTO/AÑO
CONDENSADORA	1	300,000	4	1,200,000
FAN COILS	13	35000	4	1,820,000
VENTILADORES	1	35000	4	140,000
TOTAL				3,160,000

Costos de operación situación actual: \$39,608,809

Costos de operación alternativa 3: \$25,705,479

La capacidad requerida para el área de administración es de 22.55 T.R (cuadro 34), lo que representa un 18.04% del total (125 TR). En consecuencia se puede determinar que el costo proporcional de la inversión en la alternativa 3 será de: $\$659,205,391 * 0.1804 = \$118,920,653$.

Con los datos anteriores (Cuadro 39), se construye el flujo de caja que se aprecia en el Cuadro 40 en la cual se observa que reemplazar los equipos actuales por un sistema de refrigerante variable es muy ventajoso pues se obtienen grandes ahorros en operación y mantenimiento.

Cuadro 39. Datos para el área de administración

Alternativas	Costos				
	Sum e instalación	Oper anual	Mtto anual	Equipos	M de O
Situación actual	\$ -	\$39,608,809	3,640,000	33,038,250	3,166,800
No 3(Variable)	\$ 18,920,653	\$25,705,479	3,160,000		

Alternativas	Valor Kw	\$ 364.00
	Consumo (A/h)	Costo energía
Situación actual	108,815	39,608,809
No 3(Variable)	70,619	25,705,479

TASAS	
IMPUESTOS	0%
C DE OPORT	4.06%

Costo equipos																				
Inflación	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	
PERÍODO >>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Situación actual	\$34,029,398	\$35,050,279	\$36,101,788	\$37,184,841	\$38,300,387	\$39,449,398	\$40,632,880	\$41,851,867	\$43,107,423	\$44,400,645	\$45,732,665	\$47,104,645	\$48,517,784	\$49,973,317	\$51,472,517	\$53,016,693	\$54,607,193	\$56,245,409	\$57,932,771	\$59,670,754

Costo Mano de obra instalación de equipos																				
Inflación	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	
PERÍODO >>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Alternativa 1	\$ 3,261,804	\$ 3,359,658	\$ 3,460,448	\$ 3,564,261	\$ 3,671,189	\$ 3,781,325	\$ 3,894,765	\$ 4,011,607	\$ 4,131,956	\$ 4,255,914	\$ 4,383,592	\$ 4,515,100	\$ 4,650,553	\$ 4,790,069	\$ 4,933,771	\$ 5,081,784	\$ 5,234,238	\$ 5,391,265	\$ 5,553,003	\$ 5,719,593

Costo mantenimiento de equipos																				
Inflación	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	
PERÍODO >>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Alternativa 1	\$ 3,749,200	\$ 3,861,676	\$ 3,977,526	\$ 4,096,852	\$ 4,219,758	\$ 4,346,350	\$ 4,476,741	\$ 4,611,043	\$ 4,749,374	\$ 4,891,856	\$ 5,038,611	\$ 5,189,770	\$ 5,345,463	\$ 5,505,827	\$ 5,671,001	\$ 5,841,131	\$ 6,016,365	\$ 6,196,856	\$ 6,382,762	\$ 6,574,245
Alternativa 3	\$ 3,254,800	\$ 3,352,444	\$ 3,453,017	\$ 3,556,608	\$ 3,663,306	\$ 3,773,205	\$ 3,886,401	\$ 4,002,993	\$ 4,123,083	\$ 4,246,776	\$ 4,374,179	\$ 4,505,404	\$ 4,640,567	\$ 4,779,784	\$ 4,923,177	\$ 5,070,872	\$ 5,222,999	\$ 5,379,688	\$ 5,541,079	\$ 5,707,312

Costo operación de los equipos																				
Inflación	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	
PERÍODO >>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Alternativa 1	\$40,797,073	\$42,020,985	\$43,281,615	\$44,580,063	\$45,917,465	\$47,294,989	\$48,713,839	\$50,175,254	\$51,680,512	\$53,230,927	\$54,827,855	\$56,472,691	\$58,166,871	\$59,911,878	\$61,709,234	\$63,560,511	\$65,467,326	\$67,431,346	\$69,454,286	\$71,537,915
Alternativa 3	\$26,476,644	\$27,270,943	\$28,089,071	\$28,931,743	\$29,799,696	\$30,693,686	\$31,614,497	\$32,562,932	\$33,539,820	\$34,546,014	\$35,582,395	\$36,649,867	\$37,749,363	\$38,881,844	\$40,048,299	\$41,249,748	\$42,487,240	\$43,761,858	\$45,074,713	\$46,426,955

precio de venta equipos actuales	2,500,000
----------------------------------	-----------

Cuadro 40. Flujo de caja situación actual área de administración vs alternativa 3

PERIODO>>>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ingresos		44,546,273	45,882,661	47,259,111	48,676,916	50,137,223	51,641,340	53,190,580	54,786,297	56,429,886	106,779,343	59,866,466	61,662,460	63,512,334	65,417,704	67,380,235	69,401,642	71,483,692	73,628,202	75,837,048	78,112,600
-Costos y gastos de operación		29,731,444	30,623,387	31,542,088	32,488,351	33,463,002	34,466,892	35,500,898	36,565,925	37,662,903	38,792,790	39,956,574	41,155,271	42,389,929	43,661,627	44,971,476	46,320,620	47,710,239	49,141,546	50,616,792	52,134,266
+Otros Ingresos no operacionales	2,500,000																				
-Inversiones activas no corrientes	18,920,653																				
=Flujo de caja Neto		-16,420,653	14,814,830	15,299,275	15,717,053	16,188,564	16,714,221	17,294,448	17,939,682	18,642,372	19,409,892	20,247,896	21,155,271	22,134,405	23,185,077	24,308,759	25,505,122	26,777,453	28,121,256	29,549,894	31,064,934
VALOR PRESENTE NETO	4%	175,056,482																			

TIR	16.72%
VPB	810,846,255
VPC	59,369,120
B/C	156

11.3 ANÁLISIS DE BENEFICIOS

De las tres alternativas planteadas, la correspondiente al sistema de Refrigerante Variable es la que ofrece menores costos sumando la operación y el mantenimiento a lo largo del año comparada con las otras dos alternativas estudiadas. En el siguiente cuadro se observan estos datos:

Cuadro 41. Resumen de costos

Alternativas	Costos			
	Inversión inicial	Oper anual	Mtto anual	Oper+ Mtto
No 1(Mini Splits)	281088745.3	170824083	26460000	197284083
No 2(Chiller)	653503470.4	250994185	9880000	260874185
No 3(Variable)	659205391.2	147230297	19080000	166310297

Al revisar el cuadro se encuentra que en el primer período se obtiene un ahorro de \$31,902,999y se va incrementado cada año, lo cual resulta sumamente atractivo si se tiene en cuenta que estos dineros pueden ser invertidos en otras áreas del Hospital para el mejoramiento de la calidad del servicio.

12. CONCLUSIONES

Los indicadores de la evaluación financiera de la situación actual vs alternativa 3, tomando como modelo el área administrativa, demuestra que la rentabilidad obtenida al cambiar los equipos es superior al 15%. Así mismo la relación beneficio costo es alta lo que indica la conveniencia de optar por el reemplazo utilizando la alternativa 3.

Los resultados del análisis financiero muestran que los costos de operación y mantenimiento juegan papel determinante en el comportamiento de los flujos de caja de las diferentes alternativas. Se pudo observar que la alternativa 2 , que aunque presenta costos de mantenimiento muy bajos (\$9,880,000) comparados con la alternativa 1(\$26,460,000), genera costos de operación muy elevados (\$250,994,185) con relación a la alternativa 1 (\$170,824,083) debido a su menor eficiencia en el consumo de energía.

De otra parte, la alternativa 3 disminuye costos de mantenimiento (\$19,080,000) comparada con la alternativa 1 (\$26,460,000) y adicionalmente, su eficiencia es superior en un 16% a la alternativa 1 lo que se traduce en menores costos de operación.

Como conclusión principal del estudio, se tiene que no solamente hay que considerar el costo de la inversión , es necesario analizar los ahorros presentados por los costos derivados del mantenimiento y consumo de energía, los cuales a lo largo del horizonte del proyecto son los que determinan la conveniencia o no de cada alternativa.

Con respecto a la monografía, la conclusión es que es un ejercicio necesario para reafirmar conceptos y poner de presente la utilidad práctica que la aplicación de los mismos tiene en la actividad profesional del autor.

13. RECOMENDACIONES

Para acondicionar todas las áreas del Hospital de Los Patios, de acuerdo a la normativa vigente en cuanto a calidad del aire interior y compatibilidad con el medio ambiente se recomienda seleccionar la alternativa 3, consistente en un sistema de Refrigerante Variable, el cual como se ha podido demostrar presenta los mayores ahorros en costos de operación y no requiere de mayores inversiones obras adicionales.

BIBLIOGRAFÍA

Ashrae. HVAC Design Manual for Hospitals and Clinics. Atlanta: ASHRAE, 2013

_____. Ashrae Handbook, HVAC Applications, Atlanta: Ashrae. 2011

_____. Ashrae Handbook, HVAC fundamentals, Atlanta: Ashrae 2013

_____. Standard 170-2013 Ventilation of Health Care Facilities. (ANSI/ASHRAE/ASHE Approved, Atlanta: Ashrae. 2013

_____. Standard 62.1-2013 -- Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality (ANSI Approved), Atlanta: Ashrae, 2013

_____. Standard 90.1-2013 (I-P Edition) -- Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings (ANSI Approved; IES Co-sponsored), Atlanta: Ashrae. 2013

WEBGRAFIA

Colombia. Marco normativo ambiental. Disponible en Internet en: <https://sites.google.com/site/marconormativoambiental/colombia>

www.corpamag.gov.co_vernormas.php

<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=31425>

<http://www.minhacienda.gov.co/presupuesto2014/index.html#secondPage>

ANEXOS

Anexo A. Características de equipos

REFRIGERANTE VARIABLE


ARUV600BTR4

Outdoor Unit Properties

Outdoor Unit Properties

System Info
System Name : System 1

Search Type
 Full Models Auto selection 100

 ARUV320LTS4
ARUV340BTR4
ARUV340BTS4
ARUV340DTS4
ARUV340LTS4
ARUV360BTR4
ARUV360BTS4

Defrosting factor

Model Capacity

	Cooling Capacity	Heating Capacity	
ODU	251.0	0.0	kBtu/h
Input Power	16.83	0.00	
Power Supply	3/220,220-240V/60,50Hz		
Current Combi.(%)	96.4		

Accessories Outdoor Multi Frame OK Cancel


ARUV520BTR4

Outdoor Unit Properties

Outdoor Unit Properties

System Info
System Name : System 1

Search Type
 Full Models Auto selection 100



- ARUV320LTS4
- ARUV340BTR4
- ARUV340BTS4
- ARUV340DTS4
- ARUV340LTS4
- ARUV360BTR4**
- ARUV360BTS4

Defrosting factor

Model Capacity

	Cooling Capacity	Heating Capacity	
ODU	251.0	0.0	kBtu/h
Input Power	16.83	0.00	
Power Supply	3/220,220-240V/60,50Hz		
Current Combi.(%)	96.4		

Accessories Outdoor Multi Frame OK Cancel


ARUV360BTR4

Outdoor Unit Properties

Outdoor Unit Properties

System Info
System Name : System 1

Search Type
 Full Models Auto selection 100



- ARUV320LTS4
- ARUV340BTR4
- ARUV340BTS4
- ARUV340DTS4
- ARUV340LTS4
- ARUV360BTR4**
- ARUV360BTS4

Defrosting factor

Model Capacity

	Cooling Capacity	Heating Capacity	
ODU	251.0	0.0	kBtu/h
Input Power	16.83	0.00	
Power Supply	3/220,220-240V/60,50Hz		
Current Combi.(%)	96.4		

Accessories Outdoor Multi Frame OK Cancel

SISTEMA CHILLER

ENFRIADOR

Ratings - 60 Hz – continued

MODEL: YLAA0101HE IPLV= 15.4

LCWT (°F)	AIR TEMPERATURE ON - CONDENSER (°F)																	
	75.0			80.0			85.0			90.0			95.0			100.0		
	TONS	KW	EER	TONS	KW	EER	TONS	KW	EER	TONS	KW	EER	TONS	KW	EER	TONS	KW	EER
40.0	103.5	83.9	13.2	100.8	88.5	12.3	98.1	93.4	11.4	95.2	98.7	10.5	92.3	104.4	9.7	88.8	110.0	8.9
42.0	106.9	84.7	13.5	104.1	89.3	12.6	101.3	94.2	11.7	98.4	99.6	10.8	95.4	105.2	9.9	91.8	110.9	9.1
44.0	110.3	85.6	13.8	107.5	90.2	12.9	104.6	95.1	11.9	101.6	100.4	11.0	98.5	106.1	10.2	94.8	111.8	9.3
45.0	112.1	86.0	14.0	109.2	90.6	13.0	106.3	95.5	12.1	103.2	100.9	11.2	100.1	106.6	10.3	96.3	112.2	9.5
46.0	113.8	86.5	14.1	110.9	91.1	13.2	107.9	96.0	12.2	104.8	101.3	11.3	101.7	107.0	10.4	97.9	112.7	9.6
48.0	117.4	87.4	14.5	114.4	92.0	13.4	111.3	97.0	12.5	108.2	102.3	11.6	104.9	108.0	10.7	101.0	113.6	9.8
50.0	121.1	88.4	14.8	118.0	93.0	13.7	114.8	98.0	12.7	111.5	103.3	11.8	108.2	109.0	10.9	104.2	114.6	10.0

MODEL: YLAA0115SE IPLV= 14.8

LCWT (°F)	AIR TEMPERATURE ON - CONDENSER (°F)																	
	75.0			80.0			85.0			90.0			95.0			100.0		
	TONS	KW	EER	TONS	KW	EER	TONS	KW	EER	TONS	KW	EER	TONS	KW	EER	TONS	KW	EER
40.0	120.1	104.1	12.6	117.0	109.6	11.7	113.7	115.6	10.9	110.4	122.0	10.0	106.9	128.7	9.2	102.8	135.3	8.5
42.0	123.9	105.3	12.9	120.7	110.9	12.0	117.4	116.8	11.1	113.9	123.2	10.3	110.4	129.9	9.5	106.2	136.5	8.7
44.0	127.9	106.5	13.2	124.5	112.1	12.2	121.1	118.0	11.3	117.6	124.4	10.5	113.9	131.1	9.7	109.6	137.8	8.9
45.0	129.9	107.1	13.3	126.5	112.7	12.4	123.0	118.6	11.5	119.4	125.0	10.6	115.7	131.8	9.8	111.3	138.4	9.0
46.0	131.8	107.7	13.4	128.4	113.3	12.5	124.9	119.3	11.6	121.2	125.7	10.7	117.5	132.4	9.9	113.0	139.1	9.1
48.0	135.9	108.9	13.7	132.3	114.6	12.7	128.7	120.5	11.8	124.9	127.0	10.9	121.1	133.7	10.1	116.5	140.4	9.3
50.0	140.0	110.2	14.0	136.3	115.9	13.0	132.6	121.9	12.1	128.7	128.3	11.2	124.8	135.1	10.3	120.0	141.8	9.5

MODEL: YLAA0120SE IPLV= 14.8

LCWT (°F)	AIR TEMPERATURE ON - CONDENSER (°F)																	
	75.0			80.0			85.0			90.0			95.0			100.0		
	TONS	KW	EER	TONS	KW	EER	TONS	KW	EER	TONS	KW	EER	TONS	KW	EER	TONS	KW	EER
40.0	126.7	106.1	13.1	123.2	111.7	12.1	119.7	117.5	11.3	116.0	123.9	10.4	112.3	130.5	9.6	107.8	137.1	8.8
42.0	130.8	107.3	13.4	127.2	112.9	12.4	123.6	118.8	11.5	119.8	125.2	10.6	115.9	131.9	9.8	111.4	138.4	9.0
44.0	135.0	108.6	13.6	131.3	114.2	12.7	127.5	120.1	11.8	123.6	126.5	10.9	119.7	133.2	10.0	115.0	139.8	9.2
45.0	137.1	109.3	13.8	133.3	114.9	12.8	129.5	120.8	11.9	125.6	127.2	11.0	121.5	133.9	10.1	116.8	140.5	9.3
46.0	139.2	110.0	13.9	135.4	115.6	12.9	131.5	121.5	12.0	127.5	127.9	11.1	123.4	134.6	10.2	118.6	141.2	9.4
48.0	143.4	111.3	14.2	139.5	117.0	13.2	135.6	122.9	12.2	131.4	129.3	11.3	127.3	136.0	10.5	122.3	142.6	9.6
50.0	147.7	112.7	14.4	143.7	118.4	13.4	139.6	124.5	12.4	135.4	130.8	11.5	131.1	137.5	10.7	126.0	144.1	9.8

MODEL: YLAA0135SE IPLV= 15.4

LCWT (°F)	AIR TEMPERATURE ON - CONDENSER (°F)																	
	75.0			80.0			85.0			90.0			95.0			100.0		
	TONS	KW	EER	TONS	KW	EER	TONS	KW	EER	TONS	KW	EER	TONS	KW	EER	TONS	KW	EER
40.0	133.9	112.1	12.8	130.4	118.1	11.9	126.8	124.4	11.0	123.1	131.3	10.2	119.3	138.6	9.4	114.8	145.7	8.7
42.0	138.2	113.3	13.1	134.6	119.3	12.2	131.0	125.6	11.3	127.2	132.5	10.5	123.2	139.8	9.7	118.6	147.0	8.9
44.0	142.7	114.5	13.4	139.0	120.5	12.5	135.2	126.9	11.6	131.3	133.8	10.7	127.3	141.1	9.9	122.5	148.2	9.1
45.0	144.9	115.1	13.5	141.2	121.1	12.6	137.3	127.5	11.7	133.4	134.4	10.8	129.3	141.7	10.0	124.4	148.9	9.2
46.0	147.2	115.8	13.7	143.4	121.8	12.7	139.5	128.2	11.8	135.5	135.1	10.9	131.3	142.3	10.1	126.4	149.6	9.3
48.0	151.8	117.1	14.0	147.8	123.1	13.0	143.9	129.5	12.1	139.7	136.4	11.2	135.5	143.7	10.3	130.4	150.9	9.5
50.0	156.4	118.4	14.2	152.4	124.5	13.3	148.2	131.0	12.3	144.0	137.8	11.4	139.7	145.1	10.6	134.4	152.3	9.7

NOTES:

1. kW = Compressor Input Power
2. EER = Chiller EER (includes power from compressors, fans, and the control panels 0.8 kW)
3. LCWT = Leaving Chilled Water Temperature
4. Ratings are based upon 2.4 GPM cooler water per ton and 0.0001 fouling factor
5. Rated in accordance with ARI Standard 550/590
6. The shaded points are certified in accordance with ARI Standard 550/590-98

MINI SPLIT INVERTER

AHORRO DE ENERGIA CON SISTEMA INVERTER

VM092CE

EXPANDIR TODAS LAS ESPECIFICACIONES

COMMON SPEC	
Tipo de pantalla	Inverter V
CAPACIDAD DE REFRIGERACIÓN	
Capacidad de enfriamiento (Btu/h.)	2,433~8,800~10,462
Consumo (W)	860
EER	
EER (Btu/h.w)	10,20
ALIMENTACIÓN	
Fase/Voltaje/Frecuencia (øV/Hz)	1/220/60
DIMENSIONES	
Dimensión Manejadora (W*D*Hmm)	756*265*184
Dimensión Condensadora (W*D*Hmm)	720*500*230
CARACTERÍSTICAS	
Refrigerante	R410a

AHORRO DE ENERGIA CON SISTEMA INVERTER

VM122CE

EXPANDIR TODAS LAS ESPECIFICACIONES

COMMON SPEC	
Tipo de pantalla	Inverter V
CAPACIDAD DE REFRIGERACIÓN	
Capacidad de enfriamiento (Btu/h.)	3,500~11,800~12,600
Consumo (W)	1,090
EER	
EER (Btu/h.w)	11,61
ALIMENTACIÓN	
Fase/Voltaje/Frecuencia (øV/Hz)	1/220/60
DIMENSIONES	
Dimensión Manejadora (W*D*Hmm)	895*285*210
Dimensión Condensadora (W*D*Hmm)	720*500*230
CARACTERÍSTICAS	
Refrigerante	R410a

AHORRO DE ENERGIA CON SISTEMA INVERTER

VM182CE

EXPANDIR TODAS LAS ESPECIFICACIONES

COMMON SPEC

Tipo de pantalla Inverter V

CAPACIDAD DE REFRIGERACIÓN

Capacidad de enfriamiento (Btu/h.) 4,000~17,000~19,000

Consumo (W) 1.460

EER

EER (Btu/h.w) 11,61

ALIMENTACIÓN

Fase/Voltaje/Frecuencia (ø/V/Hz) 1/220/60

DIMENSIONES

Dimensión Manejadora (W*D*Hmm) 1,030*325*250

Dimensión Condensadora (W*D*Hmm) 770*540*245

CARACTERÍSTICAS

Refrigerante R410a

AHORRO DE ENERGIA CON SISTEMA INVERTER

VM242CE

EXPANDIR TODAS LAS ESPECIFICACIONES

COMMON SPEC

Tipo de pantalla Inverter V

CAPACIDAD DE REFRIGERACIÓN

Capacidad de enfriamiento (Btu/h.) 4,350~22,000~24,000

Consumo (W) 1.780

EER

EER (Btu/h.w) 12.4

ALIMENTACIÓN

Fase/Voltaje/Frecuencia (ø/V/Hz) 1/220/60

DIMENSIONES

Dimensión Manejadora (W*D*Hmm) 1,030*325*250

Dimensión Condensadora (W*D*Hmm) 870*655*320

CARACTERÍSTICAS

Refrigerante R410a

MINI SPLIT DE VELOCIDAD CONSTANTE

ENFRIAMIENTO RAPIDO

SP091CM

EXPANDIR TODAS LAS ESPECIFICACIONES

COMMON SPEC

Tipo de pantalla	Jet cool
------------------	----------

CAPACIDAD DE REFRIGERACIÓN

Capacidad de enfriamiento (Btu/h.)	9.000
------------------------------------	-------

Consumo (W)	1.000
-------------	-------

EER

EER (Btu/h.w)	9,0
---------------	-----

ALIMENTACIÓN

Fase/Voltaje/Frecuencia (ø/V/Hz)	1/115/60
----------------------------------	----------

DIMENSIONES

Dimensión Manejadora (W*D*Hmm)	840*270*166
--------------------------------	-------------

Dimensión Condensadora (W*D*Hmm)	575*525*260
----------------------------------	-------------

CARACTERÍSTICAS

Refrigerante	R22
--------------	-----