



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
 ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
 UNIDAD CULHUACAN
 CENTRO DE EDUCACION CONTINUA CANCUN



SEMINARIO DE TITULACIÓN
“ADMINISTRACION DE PROYECTOS”

T E S I N A

**“RECUPERACION DE CALOR A PARTIR DE UN SISTEMA CENTRAL DE AIRE
 ACONDICIONADO Y SU APLICACIÓN EN LA HOTELERIA”**

QUE PRESENTAN PARA
 OBTENER EL TITULO DE:

I N G E N I E R O Q U Í M I C O

ALICIA DEL SOCORRO ESPINOZA TORRES

I N G E N I E R O M E C Á N I C O

EDUARDO CÁRDENAS MOLINA

I N G E N I E R O M E C Á N I C O

JOSE ANTONIO ARIEL ESPINOSA

DE LOS MONTEROS FERNÁNDEZ

L I C E N C I A D O E N T U R I S M O

JUAN CARLOS HERNÁNDEZ RAMÍREZ

I N G E N I E R O E L E C T R I C I S T A

VICTOR MANUEL ZUÑIGA GUIA

A S E S O R E S

M. EN C. EDNA CARLA VELAZCO MENDEZ

M. EN C. MARCO ANTONIO TORRES



V I G E N C I A : DES/ESIME-CUL/5062005/23/09
CANCUN, QUINTANA ROO. A 21 DE FEBRERO DE 2010



**“RECUPERACION DE CALOR A PARTIR DE UN SISTEMA CENTRAL DE
AIRE ACONDICIONADO Y SU APLICACIÓN EN LA HOTELERIA”**



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
UNIDAD CULHUACAN**

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO POR LA OPCIÓN DE TITULACIÓN SEMINARIO EN
ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS

PRESENTAN:

ALICIA DEL SOCORRO ESPINOZA TORRES
INGENIERO QUIMICO

JOSE ANTONIO ARIEL ESPINOSA DE LOS MONTEROS FERNANDEZ
INGENIERO MECANICO

EDUARDO CARDENAS MOLINA
INGENIERO MECANICO

JUAN CARLOS HERNANDEZ RAMIREZ
LICENCIADO EN TURISMO

VICTOR MANUEL ZUÑIGA GUIA
INGENIERO ELECTRICISTA

“METODOLOGÍA PARA EL CONTROL DE ALMACENES EN LA INDUSTRIA DE LA
CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO”

1. MARCO DE REFERENCIA
2. ESTUDIO DE MERCADO
3. PLANEACION DEL PROYECTO
4. EJECUCION Y CONTROL DEL PROYECTO
5. EVALUACION DE RESULTADOS

VIGENCIA: DES/ESIME-CUL/5062005/23/09

Cancún, Quintana Roo a 21 de febrero de 2010

M. en C. EDNA CARLA VASCO MENDEZ
Directora del Seminario

M. en C. MARCO ANTONIO TORRES ESPARZA
Asesor

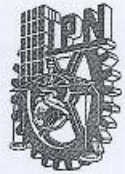
ING. ARACELI LETICIA PERALTA MAGUEY
Jefa de Carrera de Ingeniería Mecánica



"RECUPERACION DE CALOR A PARTIR DE UN SISTEMA CENTRAL DE AIRE ACONDICIONADO Y SU APLICACIÓN EN LA HOTELERIA"



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA ACADÉMICA
DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR**



"2009, Año de la Reforma Liberal"
"2009 Año Internacional de la Astronomía"
"75 Aniversario de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas"
"50 Aniversario de XEIPN Televisión Canal Once"
"50 Aniversario de la Unidad Profesional Adolfo López Mateos"

México, D. F. a 11 de noviembre de 2009.
Oficio: DES/4767/09

ING. ERNESTO MERCADO ESCUTIA
DIRECTOR DE LA ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA
MECÁNICA Y ELÉCTRICA UNIDAD CULHUACAN DEL
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
PRESENTE

En atención a su Oficio DC-3160/SAC-968/OTP-578/09 de fecha 23 de octubre del año en curso, comunico a usted que se autoriza la vigencia del Seminario de Titulación "Administración de Proyectos":

Vigencia: DES/ESIME-CUL/5062005/23/09
Duración: 150 horas
Periodo: Del 21 de noviembre de 2009 al 21 de febrero del 2010
Horario: Sábados de 14:00 a 20:00 y domingos de 8:00 a 14:00 horas
Sede: Centro de Educación Continua Unidad Cancún
Expositores: M. en C. Edna Carla Vasco Méndez y M. en C. Marco Antonio Torres Esparza

Para el desarrollo adecuado y conclusión de su programa, deberá apegarse a las Normas que Regulan la Organización, Impartición y Acreditación de Seminarios con Opción a Titulación que se imparten en las Unidades Académicas del Instituto Politécnico Nacional.

La lista inicial deberá ser debidamente validada y enviada a esta Dirección dentro de los primeros diez días de haber iniciado el seminario.

Es recomendable dar a conocer a los participantes de dicho seminario el número de vigencia correspondiente, ya que les será solicitado al momento de continuar con los trámites de titulación ante la Dirección de Administración Escolar.

De acuerdo con lo anterior y a efecto de emitir las constancias respectivas, es necesario que al término del seminario en cuestión, nos haga llegar la relación de asistencia, así como la de evaluación, acompañada por la relación de trabajos terminales.

ATENTAMENTE
"LA TÉCNICA AL SERVICIO DE LA PATRIA"

DR. DAVID JARAMILLO VIGUERAS
DIRECTOR
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR

c.c.p.- Dra. Yoloxóchitl Bustamante Díez- Secretaria Académica del IPN.
Ing. Armando Sosa Camacho-Director de Administración Escolar del IPN.
Expediente:
T-19554

DJV*ARM*MEHG*VTB



AGRADECIMIENTOS

**A mi madre por los
momentos de empuje donde siempre
ha estado y a mis hermanos por su guía.
Tributo a mi esposa por su apoyo y
un ejemplo de tenacidad para mi hijo
José Antonio Ariel Espinosa de los Monteros Fernández**

**Agradezco primero que nada a Dios, a mis padres y hermanos
por haber estado siempre ahí en todo momento y darme una luz
en el camino, a mis hijos por existir y a ti mi UK
por emprender esta vida a mi lado,
ACHÉ para todos y cada uno de ustedes.
Juan Carlos Hernández Ramírez.**

**Gracias a Dios por la vida, a mis padres, a mi esposa,
a mi hijo Seba, a mis hermanos y amigos, por motivarme
y apoyarme en todas la etapas de mi vida. Como saben, aplacé
mucho este momento pero gracias a su consejo ahora soy
un profesionista y hombre de bien.
Los quiero mucho.
Eduardo Cárdenas Molina**

**Agradezco a mis padres por todo lo
que me brindaron, a mi esposo por todo su amor
y comprensión, a mi hijo que es la luz de mi vida,
a mis hermanas, a todos por apoyarme
y ayudarme a hacer de este momento una realidad.
Alicia Espinoza Torres**

**A mi madre Celia Guía Moreno.
Víctor Manuel Zúñiga Guía**



INDICE

| | |
|---|----|
| RESUMEN..... | 1 |
| ABSTRACT..... | 2 |
| INTRODUCCION..... | 3 |
| a. Presentación del proyecto o detección de necesidades..... | 5 |
| b. Planteamiento del problema..... | 6 |
| c. Justificación..... | 6 |
| d. Objetivo general..... | 6 |
| e. Objetivos específicos..... | 7 |
| f. Alcance..... | 7 |
| g. Metas..... | 7 |
| h. Misión..... | 8 |
| CAPITULO 1. Marco teórico | |
| 1.1 Generalidades..... | 9 |
| 1.2 Concepto de refrigeración..... | 12 |
| 1.3 Principales aplicaciones de la refrigeración..... | 13 |
| 1.4 Tipos de equipos de Aire acondicionado..... | 13 |
| 1.5 Sistema típico de refrigeración mecánica por compresión de vapor...14 | |
| 1.6 Agente refrigerante..... | 16 |
| 1.7 Efecto refrigerante..... | 17 |
| 1.8 Capacidad del sistema..... | 18 |
| 1.9 Compresores..... | 19 |
| 1.10 Recuperadores de calor..... | 22 |
| 1.11 Coeficiente de rendimiento COP y efecto multiplicador..... | 25 |



CAPITULO 2. Estudio de mercado

| | |
|--|----|
| 2.1 Descripción del área de estudio..... | 46 |
| 2.2 Economía del área de estudio..... | 48 |
| 2.3 Análisis de la demanda..... | 49 |
| 2.4 Análisis de las fuentes primarias..... | 49 |
| 2.5 Encuesta..... | 51 |
| 2.6 Resultado de la encuesta..... | 52 |
| 2.7 Resumen de la encuesta..... | 61 |

CAPITULO 3. Planeación del proyecto

| | |
|---|----|
| 3.1 Proceso de planeación de actividades..... | 62 |
| 3.2 Objetivos..... | 62 |
| 3.3 Descripción de actividades..... | 63 |



CAPITULO 4. Ejecución y control del proyecto

| | |
|--|----|
| 4.1 Descripción del proyecto..... | 68 |
| 4.2 Propuesta de instalación..... | 71 |
| 4.3 Balance de energía..... | 74 |
| 4.4 Cálculo de horas de operación y calibración de consumos actuales.. | 76 |

CAPITULO 5. Evaluación de resultados

| | |
|---|-----|
| 5.1 Estudio de factibilidad..... | 97 |
| 5.2 Tabla de resumen para ahorros propuestos..... | 98 |
| 5.3 Condiciones comerciales de aplicación..... | 101 |
| Conclusiones..... | 102 |
| Glosario..... | 103 |
| Bibliografía..... | 107 |



RESUMEN

Los impactos del turismo en el medio ambiente percibidos en cada una de las localidades y regiones donde se desarrolla, constituyen un importante tema de investigación. El presente proyecto tiene como finalidad elaborar una propuesta para el sector hotelero en el estado mexicano de Jalisco, analizando mediante una valoración las debilidades en los sistemas de aire acondicionado que son utilizados actualmente, buscando el fortalecimiento de los mismos mediante la implementación de nuevas tecnologías, una de ellas es el SISTEMA DE RECUPERACION DE CALOR, la propuesta deberá ser coherente con las posibilidades del sector hotelero y el entorno ecológico de la zona buscando siempre respetar, cuidar y minimizar la destrucción de recursos, con lo cual pretendemos ampliar las posibilidades de un mayor mercado dentro de los múltiples destinos turísticos con los que cuenta México.



ABSTRACT

The tourism impact at local environment is an important research topic. The present project has like purpose of elaborating a proposal for the hotel sector in the state of Jalisco, México analyzing the weaknesses of air conditioning systems that are used in our days, looking to strong it by adapting new technologies such as HEAT RECOVERY, which contributes to decrease the carbon footprint coming from generating hot water by fossil fuels.

The proposal will have to be coherent with the possibilities of the Mexican hotel sector and the ecological surroundings, always looking to take care and respect decreasing the negative impact for natural resources.



INTRODUCCION.

Una de las actividades más importantes actualmente en el mundo es el turismo, el cual tiene una constante velocidad de crecimiento, en consecuencia notorios efectos positivos, negativos y económicos, poco meditados y no sostenibles a largo plazo en campos de la sociedad como lo son; la economía, infraestructura social, cultural y el medio ambiente.

México tiene potencial para convertirse en ser líder de turismo que PROTEGE A LA NATURALEZA, ya que el país cuenta con las condiciones naturales, económicas, culturales y sociales para fusionar el desarrollo económico y el medio ambiente.

Desde la concepción del turismo que PROTEGE A LA NATURALEZA y el MEDIO AMBIENTE se deben incorporar aspectos como: la competitividad, sustentabilidad, inversión, conservación además de la voluntad humana que existe en la región, en conjunto con la colaboración de organizaciones empresariales que poseen madurez y conocimiento en materia ambiental, la inversión económica, visión y experiencia profesional para desarrollar y ejecutar PROYECTOS DE TURISMO SUSTENTABLE, que resulten benéficos para todos los involucrados alrededor del fenómeno turístico.

Contemplando que las localidades obtengan beneficio económico generado con proyectos pensados a largo plazo y basados en el cuidado del medio ambiente que repercuta favorablemente en la conservación del mismo ya que es el principal atractivo del lugar.



Uno de los programas de turismo sustentable que respalda dicha propuesta es brindar un servicio de calidad al huésped en el hotel, requiriendo de sistemas que ofrezcan un ambiente de confort, modificando la temperatura ambiental, mediante equipos que funcionan a través de un agente capaz de absorber grandes cantidades de calor, mientras se produce vaporización en el mismo, es decir: transferir el calor de un lugar a otro.

Los recuperadores de calor se diseñaron para convertir económicamente el calor inútil en calor útil. El calor residual se extrae de la corriente de retorno de agua de enfriamiento en el evaporador, el compresor amplifica la temperatura del calor y el condensador entrega el calor ahora útil a las cargas de calefacción tales como calefacción de espacio, calefacción de agua caliente doméstica y cargas del proceso.

Los hoteles a través de sus sistemas de refrigeración centrales, en su operación diaria retiran el calor de habitaciones, salones de reunión, restaurantes y de todos los recintos del hotel sujetos a confort y con ello desechan grandes cantidades de calor de la carga del aire acondicionado a la atmósfera a través de sus torres de enfriamiento o sus condensadores enfriados por aire, con la implementación de nuestro proyecto tratamos que antes de rechazar el calor del sistema de aire acondicionado, se aproveche y transfiera a los tanques de almacenamiento de agua caliente hasta una temperatura de 55°C que es más que suficiente para cumplir con las normas de suministro e higiene de cualquier hotel.



Al momento de no utilizar combustibles fósiles para los procesos de calentamiento de agua de un hotel, ya sea para el uso en regaderas, lavamanos, cocinas albercas o lavanderías, la combustión y sus derivados no se harán presentes en la atmosfera como fuente de calor, incluso regionalmente el desuso de las calderas, provocará un gran impacto ambiental, ya que no se emitirán miles de toneladas de bióxido de carbono (CO₂) al espacio atmosférico.

a) Presentación del proyecto o detección de necesidades.

Una de las actividades más importantes actualmente en el mundo es el turismo a través del área hotelera, la cual tiene una constante velocidad de crecimiento, en consecuencia notorios efectos positivos y negativos en campos de la sociedad como lo son; la economía, infraestructura social, cultural y el medio ambiente.

La mayoría de los hoteles no saben que pueden reciclar el calor proveniente del aire acondicionado central para los procesos de calentamiento de agua, entonces les presentaremos nuestro proyecto para incrementar la eficiencia al sistema central de aire acondicionado a través de la recuperación de calor mediante la implementación de una nueva tecnología, buscando reducir el consumo y el desperdicio de material y de energía.



b) Planteamiento del problema o área de oportunidad.

En la actualidad la generación de calor necesaria en los servicios de la hotelería, se hace mediante calderas que consumen altos volúmenes de combustible, con las consecuentes emisiones de bióxido de carbono (CO_2) y calor atmosférico dañinos a nuestro medio ambiente, lo que tiene un alto costo de uso y mantenimiento de las mismas, por lo cual la recuperación de calor es una tecnología alternativa y ecológicamente sustentable con muchas aplicaciones.

c) Justificación.

Mediante la recuperación de calor se disminuyen los gastos operativos en el calentamiento del agua para los servicios del hotel, ya que reciclando el calor proveniente de habitaciones y algunas otras áreas del inmueble, obtenemos la energía suficiente para cubrir nuestras necesidades

d) Objetivo general.

Dar a conocer las ventajas operativas, y económicas de la tecnología de reciclar el calor proveniente del sistema central de aire acondicionado, en beneficio del sector hotelero, principalmente de playa, demostrando que el proyecto es viable en términos financieros y ambientales



e) Objetivos específicos.

- Promover el proyecto para llegar a un desarrollo turístico sustentable, mejorando la calidad de servicios del hotel con el uso de nuevas tecnologías que permitan obtener una certificación de primer nivel.
- Alentar a los hoteleros para adoptar medidas conducentes hacia un desarrollo turístico sustentable.
- Disminuir el uso de combustibles fósiles y sus consecuencias ambientales.
- La reducción de costo en la operación anual del sector hotelero al no requerir de abasto de combustibles para la generación de agua caliente.

f) Alcance.

Nuestra propuesta de proyecto se sustentará desde los actuales consumos energéticos de los hoteles, el análisis de beneficios de la implementación del sistema de recuperación de calor y la presentación técnico-económica de instalación y con el consecuente periodo de retorno de inversión.

g) Metas.

Incentivar y divulgar la adopción de códigos ambientales entre los empresarios para la promoción turística, entre los operarios de los inmuebles mediante el uso de la tecnología de recuperación de calor, por su retorno de inversión a corto plazo, y para los usuarios la conciencia de haber contratado su estadía en un hotel ecológicamente sustentable.



h) Misión.

Promover la realización del nuestro proyecto destinado a fortalecer las capacidades del hotel, para emprender una gestión proactiva en materia de protección ambiental y de promoción del turismo sustentable, procurando maximizar los beneficios económicos, reciclando el calor proveniente del sistema central del aire acondicionado.



CAPITULO I. MARCO TEÓRICO





MARCO TEÓRICO

Para ayudar a la mejor comprensión del presente proyecto, es necesario tomar en cuenta los siguientes aspectos teóricos

1.1 Generalidades

DEFINICION DE TURISMO.

El Turismo es un conjunto de actividades que realizan personas durante sus viajes y estancias a lugares distintos de los de su residencia habitual, en un periodo máximo de un año, con fines de ocio, negocio u otros, con distinto comportamiento en cada zona (sol, playa, rural, en grupos, mochilero, de lujo, etc....), donde la elección de actividades destinadas a la diversión individual o colectiva es la principal característica, aunque también existe el turismo cultural o religioso.

Se ha comprobado que el turismo, a través de la industria hotelera desde su origen y hasta los últimos años se ha convertido en una actividad social generadora de riqueza, desafortunadamente la falta de planeación y el uso de la tecnología convierten los sitios naturales en desastres ecológicos.



Por ello hay que hacer un inventario de los recursos turísticos, analizar los posibles cambios políticos y de vigilancia para mantener un turismo de calidad, mediante una valoración de las posibles repercusiones ambientales y sociales, para evitar la problemática de los impactos negativos que genera la industria mal llamada sin chimeneas, ya que afecta las condiciones ambientales originales siendo los principales afectados el relieve, la fauna, la vegetación, las aguas, los espacios protegidos, el paisaje así como el clima, es decir nuestro planeta tierra.

La propuesta de cualquier desarrollador turístico deberá ser coherente con las posibilidades y el entorno ecológico de la zona, buscando siempre respetar, cuidar y minimizar la destrucción de recursos, así como cuidar la capacidad de carga para cuidar la imagen del destino.

La exigencia para los empresarios el día de hoy, es buscar el mejor camino para que se inclinen hacia un turismo comprometido y participativo, con respecto a los intereses ambientales, sociales y culturales, por lo que es necesario desarrollar un esquema de buenas prácticas en los servicios turísticos, considerando criterios de buen desempeño ambiental, para que a través de ellos se pueda contar con la capacidad de satisfacer las necesidades actuales, sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras y satisfacer sus propias necesidades.

El determinar hasta donde se pueden soportar los efectos que sufren los destinos, el acatar los reglamentos ambientales y no usarlos solo como un formulismo, si no llevarlos a cabo para poder tomar a tiempo las acciones necesarias hacia un equilibrio entre el desarrollo y la preservación de la naturaleza.



El factor climático es muy importante dentro del turismo, aunque se presenta con diversa importancia dependiendo de la actividad turística a realizar. El turista exige que el destino sea climatológicamente seguro (libre de ciclones, tormentas, nevadas etc....) y que las instalaciones proporcionen confort térmico.

Para lograr este objetivo se deberá pensar en un turismo planificado que contribuya a mantener y mejorar la diversidad biológica y cultural, usando los recursos y las innovaciones tecnológicas, reduciendo el consumo y el desperdicio material y de energía.

Este trabajo de investigación pretende fomentar de una manera adecuada la implementación de una nueva tecnología para poder adicionar eficiencia al sistema central de aire acondicionado, a través de la recuperación de calor.

Al incrementar la eficiencia de los sistemas, se obtendrán múltiples beneficios para el medio ambiente, los desarrolladores turísticos, la comunidad y el turismo.

En los inicios de la refrigeración mecánica los equipos disponibles eran voluminosos, con grandes emisiones de ruido, de valores de adquisición altos y no muy eficientes. Además eran de tal naturaleza que requería continuamente de los servicios de un mecánico o de un ingeniero de servicio. Esto limitaba el uso de la refrigeración mecánica a unas cuantas aplicaciones industriales, como litográficas, y fabricas de hielo.



En el transcurso del tiempo, la refrigeración ha tenido un crecimiento asombroso y actualmente se ha extendido con rapidez a través de todos los sectores económicos y sociales. Este crecimiento se produjo mediante el desarrollo de métodos de fabricación muy precisos, los cuales han hecho posible la fabricación de equipos más pequeños, eficaces y eficientes. Esto aunado al desarrollo de refrigerantes “seguros”, el uso de microprocesadores y la utilización de actuadores e inversores de frecuencia, mismos que han hecho posible la fabricación de pequeñas unidades de refrigeración usadas en la actualidad para aplicaciones tales como, acondicionadores de aire residenciales o bien para instalaciones comerciales e industriales.

1.2 Concepto de refrigeración

Se define a la refrigeración como la rama de la ciencia que trata con los procesos de reducción y mantenimiento de la temperatura de un espacio o material a temperatura inferior respecto de los alrededores correspondientes.

Para lograr lo anterior, debe sustraerse calor a otro cuerpo que va a ser refrigerado y ser transferido a otro cuerpo cuya temperatura es inferior a la del cuerpo refrigerado. Debido a que el calor eliminado del cuerpo refrigerado es transferido a otro cuerpo, es evidente que refrigeración y calefacción son en realidad extremos opuestos del mismo proceso.



1.3 Principales aplicaciones de la refrigeración

- Refrigeración doméstica
- Refrigeración comercial
- Refrigeración industrial
- Refrigeración marítima y de transporte.
- Acondicionamiento de aire

1.4 Principales tipos de equipos de aire acondicionado

- Sistemas Divididos.
- Paquetes Centrales.
- Sistemas de Agua Helada.

1.5 Sistema típico de refrigeración mecánica por compresión de vapor



Figura No. 1 Ciclo de refrigeración.

El ciclo de refrigeración simple vapor-compresor consta de cuatro procesos fundamentales: (1) condensación. (2) expansión, (3) vaporización, y (4) compresión.



Condensación

El vapor fluye por el tubo de gas caliente hasta el condensador, donde cede calor al aire relativamente frío que está impulsado por el ventilador del condensador. A medida que el vapor cede calor al aire frío, su temperatura es reducida hasta la temperatura de saturación correspondiente a la nueva presión alta de vapor y el vapor condensado pasa a estado líquido una vez que se ha efectuado la eliminación de calor. Al mismo tiempo que el refrigerante llega hasta la parte inferior del condensador, todo el vapor se ha condensado y el líquido pasa al cilindro receptor listo para ser recirculado.

Expansión

El líquido refrigerante a alta temperatura y alta presión fluye del cilindro a través de un tubo hacia el control del flujo del refrigerante. A medida que el líquido pasa a través del control del flujo del refrigerante su presión se va reduciendo hasta la presión del evaporador, de tal modo que la temperatura de saturación del refrigerante que llega al evaporador hará disminuir la temperatura del espacio refrigerado.

Vaporización

En el evaporador, el líquido se vaporiza a presión y temperatura constante a medida que el calor suministrado como calor latente de vaporización pasa desde el espacio refrigerado a través de las paredes del evaporador hasta el líquido vaporizado. Por la acción del compresor, el vapor resultante de la vaporización es sacado del evaporador por el tubo de succión hasta la succión de entrada del compresor. El vapor que sale del evaporador está saturado y tiene la misma presión y temperatura que la del líquido. Mientras está fluyendo el vapor desde el evaporador, por el tubo de succión, hasta el compresor, absorbe aire de los alrededores y se vuelve vapor sobrecalentado.



Compresión

En el compresor, la temperatura y la presión del vapor son incrementados debido a la compresión y el vapor de alta presión y alta temperatura es descargado en el tubo de gas caliente.

1.6 Agente Refrigerante

En cualquier proceso de refrigeración, la sustancia empleada para absorber calor o agente de enfriamiento, se le llama *refrigerante*. Cuando el calor absorbido causa un aumento en la temperatura del refrigerante, se dice que el proceso de enfriamiento es sensible, mientras que cuando el calor absorbido cause un cambio en el estado físico del refrigerante (ya sea fusión o vaporización), se dice que el proceso de enfriamiento es latente.

Los modernos sistemas de refrigeración mecánica se basan en la propiedad de los refrigerantes de absorber grandes cantidades de calor a medida que se produce vaporización en los mismos. Como refrigerantes, los líquidos al vaporizarse tienen muchas ventajas con respecto a los sólidos al fusionarse, en el proceso de vaporización es mucho más fácil su control; es decir que el efecto refrigerante puede iniciarse y detenerse a voluntad, la velocidad de enfriamiento puede regularse dentro de límites pequeños y la temperatura de vaporización del líquido puede regularse controlando la presión a la cual el líquido se vaporiza.

Algunos ejemplos de refrigerantes son, refrigerante 12, refrigerante R-22, refrigerante 134^a, refrigerante 410^a, refrigerante 407C.



1.7 Efecto refrigerante.

Se le llama efecto refrigerante a la cantidad de calor que cada unidad de masa de refrigerante absorbe del espacio refrigerado. Por ejemplo cuando se derrite una libra de hielo, absorberá el aire de los alrededores y de los objetos adyacentes una cantidad igual a su calor latente de fusión. Si el hielo se funde a 32°F absorberá 144Btu/Lb, de modo que el efecto refrigerante de una libra de hielo es 144 Btu.

Así mismo cuando se vaporiza un líquido refrigerante, a medida que éste fluye a través del evaporador absorberá una cantidad de calor igual a la necesaria para vaporizarse; entonces el efecto refrigerante por unidad de masa de líquido refrigerante es en potencia igual al calor de vaporización. Si la temperatura del líquido que llega por el tubo del líquido al control del refrigerante es exactamente igual a la temperatura vaporizante en el evaporador, la masa completa del líquido se vaporizará en el evaporador y producirá enfriamiento útil, en cuyo caso el efecto refrigerante por unidad de masa de recirculado será igual al calor latente de vaporización. Sin embargo, en un ciclo real, la temperatura del líquido que llega al control del refrigerante, siempre es bastante mayor que la temperatura de vaporización en el evaporador y ésta deberá primero reducirse hasta la temperatura del evaporador antes que el líquido pueda vaporizarse en el evaporador y absorber calor del espacio vaporizado. Por esta razón, solo una parte de cada libra es la que realmente se vaporiza en el evaporador y produce enfriamiento útil. Por lo tanto el efecto refrigerante por unidad de masa de líquido recirculado siempre es menor que el calor latente total de vaporización.



1.8 Capacidad del sistema

La capacidad de cualquier sistema de refrigeración es la velocidad a la cual se puede efectuar la eliminación de calor del espacio refrigerado. Esta, tradicionalmente se ha expresado en Btu por hora o en términos de su equivalente fusión-hielo.

La capacidad de refrigeración en verdad es una razón de transferencia de energía y como tal, es una expresión de potencia.

La capacidad de un sistema de refrigeración mecánica, o sea, la razón a la cual el sistema eliminará el calor del espacio refrigerado, depende de dos factores: (1) masa del refrigerante que fluye en la unidad de tiempo, y (2) el efecto refrigerante por unidad de masa que circula.

Expresado como ecuación se tiene:

$$Q_e = m \times q_e$$

Donde:

Q_e = Capacidad de refrigeración en Btu por minuto

m = masa en circulación en libras por minuto

q_e = efecto refrigerante en Btu por libra



1.9 Compresores

El compresor tiene dos funciones en el ciclo de refrigeración: en primer lugar succiona el vapor refrigerante y reduce la presión en el evaporador a un punto en el que puede ser mantenida la temperatura de evaporación deseada. En segundo lugar, el compresor eleva la presión del vapor refrigerante a un nivel lo suficientemente alto, de modo que la temperatura de saturación sea superior a la temperatura del medio enfriante disponible para la condensación del vapor refrigerante.

Existen tres tipos básicos de compresores: Reciprocantes, Rotativos y Centrífugos.

Reciprocantes.

El diseño de este tipo de compresores es similar a un motor de automóvil moderno, con un pistón accionado por un cigüeñal que realiza carreras alternas de succión y compresión en un cilindro provisto con válvulas de succión y descarga. Debido a que el compresor reciprocante es una bomba de desplazamiento positivo, resulta apropiado para volúmenes de desplazamiento reducido, y es muy eficaz a presiones de condensación elevada y en altas relaciones de compresión.



Los primeros modelos de compresores de refrigeración fueron de este tipo. Con los pistones y cilindros sellados en el interior de una carcasa y un cigüeñal extendiéndose a través del cuerpo hacia afuera para ser accionado por alguna fuerza externa. Tiene un sello en torno del cigüeñal que evita la pérdida de refrigerante y aceite del compresor.

Este compresor ha sido reemplazado por el moto-compresor de tipo semihermético y hermético, y su uso continua disminuyendo a excepción de aplicaciones especializadas como en la industria petroquímica.

Rotativos

Los compresores rotativos de uso común son de tres tipos de diseño general: (1) Pistón Rodante, (2) Aleta rotativa, y (3) lóbulo helicoidal (tornillo).

El tipo de pistón rodante emplea un rodillo de acero cilíndrico el cual gira sobre un eje excéntrico, estando este último montado concéntricamente en un cilindro. Por la excentricidad del eje, el rodillo cilíndrico está excéntrico con respecto al cilindro y hace contacto con la pared en el punto de mínimo claro. A medida que gira la fecha, el rodillo gira alrededor de la pared del cilindro en sentido del giro del eje, manteniendo siempre contacto con la pared del cilindro.

Con respecto al eje de la leva, la superficie interior del cilindro, gira en dirección opuesta al giro del eje, como si fuese la chumacera del perno de a manivela. Se tiene una aleta colocada en una ranura en la pared del cilindro la cual está accionada por un resorte que le permite estar en todo tiempo en contacto con el rodillo. La aleta se desliza hacia adentro y hacia afuera de la ranura siguiendo al rodillo a medida que este último gira alrededor de la pared del cilindro.



Para cerrar el cilindro se usan placas a cada extremo, que a la vez sirven de soporte al eje de la leva. Tanto el rodillo como la aleta se extienden a todo lo largo del cilindro, teniéndose solamente el claro de trabajo permitido entre estas partes y las placas de los extremos.

Helicoidales o de Tornillo.

El compresor de tornillo es un compresor de desplazamiento positivo, en el cual la compresión se obtiene por el enmarañamiento de dos rotores ranurados helicoidalmente y colocado dentro de una cierta cilíndrica., equipada con lumbreras adecuadas de entrada y de descarga, el rotor principal que es el motriz consiste de una serie de lóbulos a lo largo de la longitud del rotor (por lo regular 4), el cual se engrana con el rotor impulsado, similarmente formado por estrías helicoidales (por lo general 6). A medida que giran los rotores es lanzado hacia la abertura de entrada, llenándose el espacio entre el lóbulo motriz y la estría en el impulsado. A medida que los rotores continúan girando, el gas es movido pasando por la lumbrera de succión y sellando el espacio entre los lóbulos. El gas así atrapado es movido axial, y radialmente y es comprimido por la reducción directa del volumen a medida que el engranamiento del compresor reducen progresivamente.

Centrífugos

Los compresores centrífugos son los que más se usan en la industria de procesos químicos porque su construcción es sencilla y continua durante largos periodos.

El diseño es muy parecido a una bomba centrífuga y utiliza el efecto centrífugo y sus componentes radiales y tangenciales para comprimir el gas. La rueda voluta del compresor trabaja a revoluciones muy altas y la descarga del gas es a través de un laberinto.



1.10 Recuperadores de Calor.

¿Qué es?

Los recuperadores de calor se diseñan para convertir económicamente el calor inútil en calor útil. Son bombas de calor de ciclo reversible del ciclo de Carnot. El calor residual se extrae de la corriente de retorno de agua de enfriamiento en el evaporador, el compresor amplifica la temperatura del calor y el condensador entrega el calor ahora útil a las cargas de calefacción tales como calefacción de espacio, calefacción de agua caliente doméstica y cargas del proceso.

También puede cambiarse (la unidad y tuberías) para funcionar como enfriadores de agua convencional, controlando la temperatura del agua fría y el rechazo de calor a una torre de enfriamiento.

Las unidades de recuperación de calor son versátiles en su aplicación. Pueden producir agua fría mientras que generan calefacción. Son ante todo máquinas económicas, proporcionando calor en un costo más bajo que los combustibles fósiles, mediante una conversión en la inversión muy atractiva.



¿Cómo trabaja?

Los edificios comerciales e institucionales desechan grandes cantidades de calor de la carga del aire acondicionado a la atmósfera a través de sus torres de enfriamiento o sus condensadores enfriados por aire. Para obtener la máxima eficiencia de los generadores de agua helada (chillers), la temperatura del agua de la torre se deberá mantener tan bajo como sea posible (dentro de ciertas limitaciones operacionales). La gama de la temperatura del agua de la torre de 60°F a 95°F (15°C a 35°C) e imposibilita el uso de esta agua caliente para otros propósitos tales como calefacción doméstica y calefacción de espacios. Asimismo, los procesos industriales también descargan grandes cantidades de calor a las torres de enfriamiento y a otros disipadores de calor.

Diagrama Esquemático

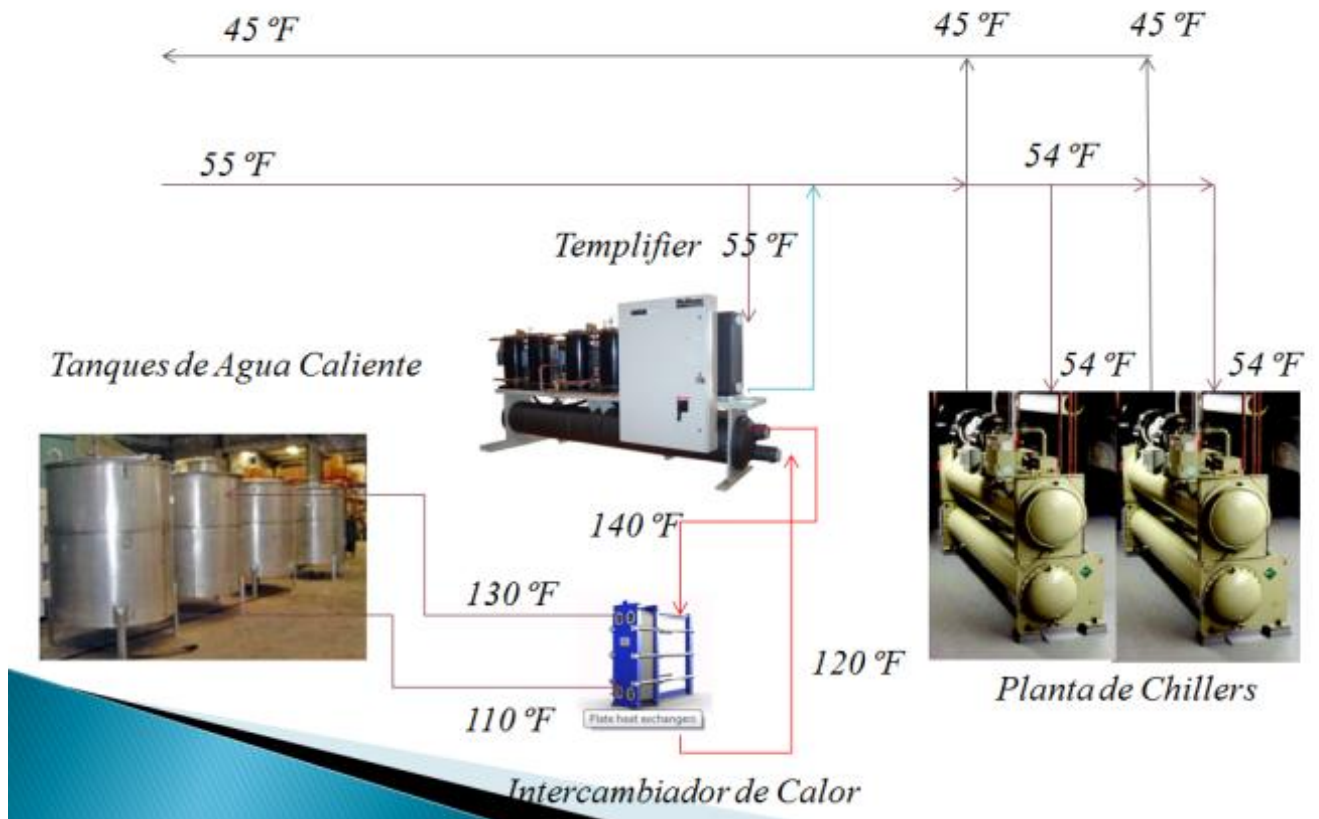


Figura No. 2 Diagrama de instalación típico de un sistema de recuperación de calor.

Aplicaciones Típicas.

Hoteles, Centros Deportivos Hospitales y Procesos de Fabricación.

Usos.

Servicio de agua caliente, lavanderías, cocinas y precalentamiento de procesos.

1.11 Coeficiente de Rendimiento COP y el efecto multiplicador

Coeficiente de rendimiento (COP) se define como la producción de energía útil de una unidad de Recuperación de Calor dividida entre la entrada de energía eléctrica, todo ello expresado en las mismas unidades de medida. Dicho de otro modo, 4 unidades del calor residual proveniente del sistema central de aire acondicionado más 1 unidad de energía eléctrica es igual a 5 unidades de calor útil de salida – un COP de 5. La calefacción con resistencia eléctrica tiene un COP de 1, es decir, si se compra 1 unidad de electricidad, se consigue una unidad de calor de salida. Por lo que, la unidad recuperadora de calor es 5 veces más eficiente, requiriendo un quinto de la energía.



Figura No.3. Equipo recuperador de calor cortesía de McQuay International.



Descripción.

Un Tándem de cuatro a seis compresores scroll se utilizan por unidad (dependiendo del tamaño de la unidad). Estos robustos compresores herméticos se construyen con una carcasa integral de fundición de hierro fundido, tres casquillos cubiertos de teflón®, y tres dispositivos de filtrado de aceite por cada compresor.

Usando el tándem de compresores se ofrece de cuatro o seis pasos de capacidad de modulación. Dos circuitos de refrigerante se diseñaron con líneas igualadoras de presión de gas y aceite para control además de migración del aceite.

El diseño de compresores radial y axial (sin sellos), maneja un gran volumen interno para la manipulación del líquido. una pantalla de aspiración extraíble, un filtro deshidratador y una mirilla de aceite. Además, cada compresor de alta eficiencia está equipado con auto-compensación de desgaste.

Cada compresor incluye un módulo de protección del motor con cuatro sensores individuales, un sensor de descarga interna por temperatura patentado, y protección interna de rotación inversa patentada. Una válvula Check de descarga interna que ayuda a evitar el ruido de descarga y válvulas para evitar los golpes de alta y baja presión, una mirilla, una válvula de ajuste de nivel de aceite, y una resistencia de cárter para cuando el compresor esté fuera de operación.

Las unidades están disponibles en 60 Hz, con tensiones de 208 a 575 voltios, y pueden operar a 3500 RPM.

Durante el arranque, una resistencia en el cárter minimiza la dilución del aceite en el refrigerante.



Componentes instalados en las tuberías.

Cada circuito refrigerante del recuperador de calor tiene una válvula de cierre manual en la línea de líquido, uno o dos filtros secadores reemplazables (dependiendo del tamaño), una válvula solenoide, visor de línea de líquido e indicador de humedad, válvula de expansión térmica y una válvula de cierre en la línea de descarga. Una línea bypass de gas caliente es una opción disponible.

Ruido.

Todas las Unidades de Recuperación de Calor están equipadas con compresores herméticos Scroll con inherentes bajos niveles de ruido, y además con opción de mantas de aislamiento acústico a cada compresor lo que reducirá aún más los niveles de ruido.

Tablero de Control Eléctrico.

Las unidades de Recuperación de Calor se envían cableadas de fábrica para su funcionamiento, el control, la protección y equipamiento de arranque del motor, son probados operacionalmente, y se envían listos para su instalación. Todos los controles están situados en un gabinete con puertas y cerradura.

Evaporador.

Los evaporadores son de alta eficiencia de doble circuito, con intercambiadores de calor de placas tipo soldados en paralelo, con soldaduras de cobre, placas de acero inoxidable, para presiones de agua de 450 psig (3099 kPa).

Los evaporadores están diseñados y construidos de acuerdo con Underwriters Laboratories (UL). Los evaporadores no tienen ventilación o conexión de drenaje que deberán ser suministrados en las tuberías de campo.



Los equipos de mayores capacidades tienen evaporadores de coraza y tubos para 150 psi (1033 kPa) de presión del lado de agua, las conexiones de venteo y drenaje se disponen en el cuerpo del intercambiador. El evaporador y la línea de succión están aislados.

Condensadores.

Los condensadores del Recuperador de Calor son de coraza y tubo, aislados térmicamente y del tipo agua dentro de los tubos, con dos circuitos de refrigerante en el lado de la coraza que está dividida por una mampara vertical, en el punto medio. Cada circuito del condensador tiene su propia carga de refrigerante y válvulas de alivio.

El condensador está construido con una coraza de acero al carbón sin fisuras, tubos de cobre de alta eficiencia, cabezales de agua con conexiones de venteo y drenaje. También se incluye una válvula de cierre de líquido, válvula de purga y válvula de alivio según las normas ANSI / ASHRAE, Código de recipientes a presión ASME Sección VIII, div. 1.

Del lado agua, la presión de trabajo es de 232 psig (1438 kPa). Las conexiones del condensador estándar se encuentran en el extremo derecho mirando el panel de control. Las conexiones de la mano izquierda están disponibles como opción.

Cuatro conexiones de paso de agua en el rango de 20 a 40°F de diferencial de temperatura es estándar. Dos conexiones de paso en el rango de 10 a 20 °F son opcionales.



Puesta en Marcha

La supervisión de la puesta en marcha será por los técnicos autorizados de la fábrica.

El controlador en las unidades de Recuperación de Calor proporciona la flexibilidad y el rendimiento necesarios para una unidad independiente, así como varias unidades vinculadas a un sistema de red.

El diseño no sólo permitirá que la unidad trabaje más eficientemente, sino que también simplifica la solución de problemas si se produce un fallo del sistema.

Cada controlador se programa y prueba antes de su envío para garantizar un arranque sin problemas.

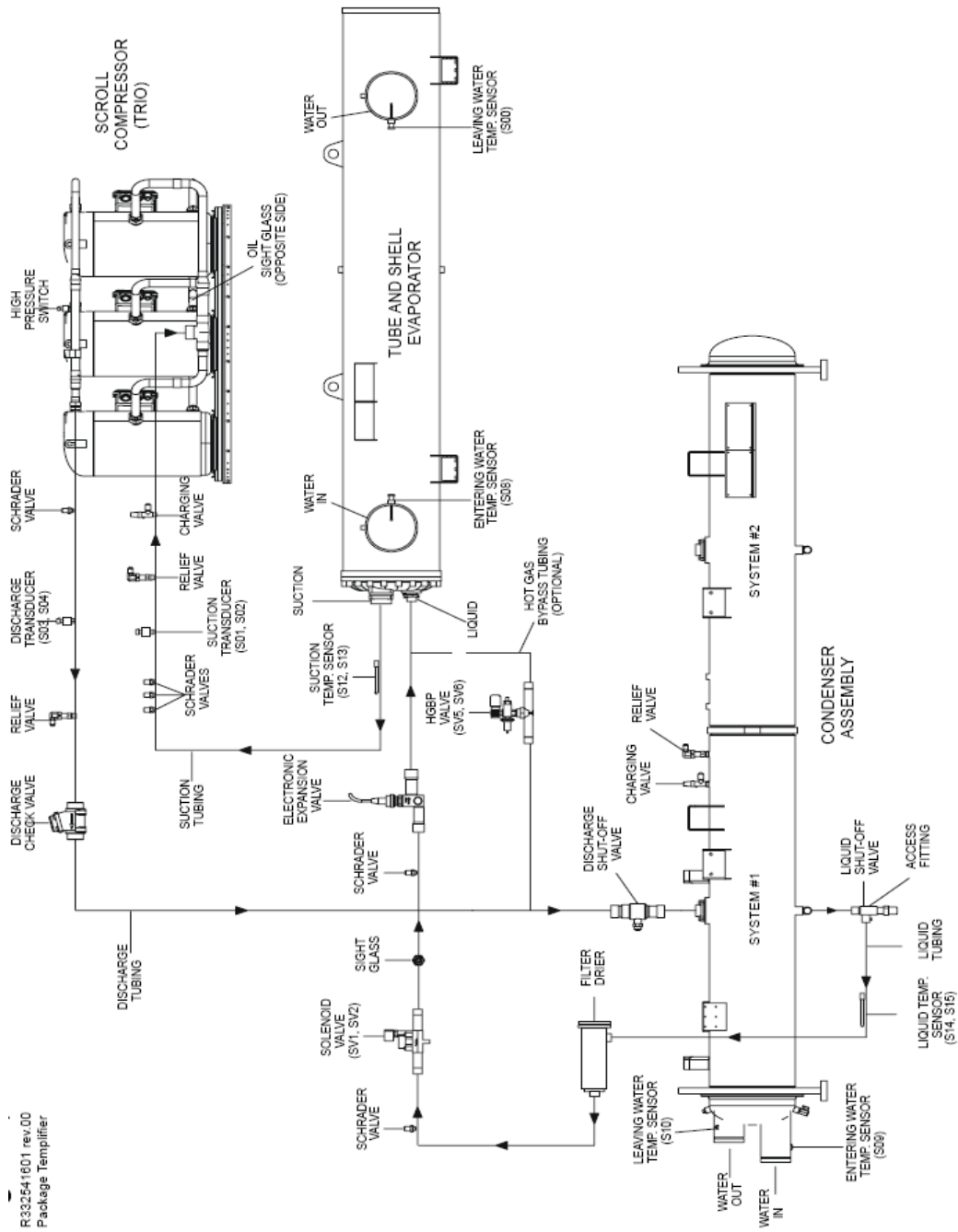


Figura 5. Esquema de tuberías. Modelos de condensador doble.



General.

Las unidades de Recuperación de Calor están controladas por la carga de calefacción de acuerdo a la medición en la conexión de descarga de agua caliente (condensador). La cantidad de enfriamiento realizado en el evaporador no está controlado y es el resultado de la cantidad de refrigeración necesaria para satisfacer la carga de calefacción.

Si hay calor residual insuficiente en la unidad para cumplir con la carga de calefacción, la Unidad de Recuperación de Calor comenzará a reducir el calor entregado, es decir, la temperatura del agua del evaporador caerá. El control de la unidad de descarga evita que la temperatura del evaporador salga por debajo de un punto de ajuste predeterminado. Esta ocurrencia básicamente significa que hay calor residual insuficiente para soportar la carga de calor requerida. En consecuencia, la temperatura del agua caliente se reducirá ya que la carga de calefacción es más grande que la producción de la Unidad de Recuperación de Calor. El Calor adicional se activa en este punto para compensar la diferencia de calor.

Este es un concepto importante. Las necesidades de calefacción, la concurrente disponibilidad de calor residual, el tamaño y el control con un calefactor adicional deberá ser considerado.

Las Unidades de Recuperación de Calor con compresores scroll también pueden funcionar como enfriadores convencionales, accionando un interruptor montado en el panel. Una señal externa BAS de entrada digital puede también ser utilizada.



Límites operativos.

Las Unidades de recuperación de Calor están diseñadas para operar en un amplio rango de temperaturas y tiene amplias posibilidades de aplicación. Los siguientes límites de funcionamiento se basan en los tamaños y límites del compresor.

La figura 5 muestra la operación para las unidades de Recuperación de Calor. La zona marcada como "OK" está en el borde de la medición y se debe tener cuidado para no exceder los límites de temperatura durante la operación, n/a no están disponibles los puntos de operación.



“RECUPERACION DE CALOR A PARTIR DE UN SISTEMA CENTRAL DE AIRE ACONDICIONADO Y SU APLICACIÓN EN LA HOTELERIA”



| EVAP LWT TEMP. | CONDENSER LEAVING WATER TEMPERATURE | | | | | | | | | | | |
|----------------------|-------------------------------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--|-----|
| | 70 F 21 C | 80 F 27 C | 90 F 32 C | 100 F 38 C | 110 F 43 C | 120 F 49 C | 130 F 54 C | 140 F 60 C | 150 F 66 C | 160 F 71 C | | |
| 80 F 26 C | n/a | n/a | n/a | n/a | OK | | | | | | | OK |
| 70 F 21 C | n/a | n/a | n/a | OK | | | | | | | | OK |
| 60 F 15 C | n/a | n/a | OK | | | | | | | | | OK |
| 50 F 10 C | n/a | OK | | | | | | | | | | OK |
| 45 F 7 C | n/a | | | | | | | | | | | OK |
| 40 F 4 C | OK | | | | | | | | | | | OK |
| 35 F 2 C | OK | | | | | | | | OK | | | n/a |
| 30 F -1 C | OK | | | | | | | OK | | | | n/a |
| 25 F -4 C | OK | | | | | | OK | | | | | n/a |
| 20 F -7 C | OK | | | | OK | | | | | | | n/a |

Tabla 1, Límites de operación.



“RECUPERACION DE CALOR A PARTIR DE UN SISTEMA CENTRAL DE AIRE ACONDICIONADO Y SU APLICACIÓN EN LA HOTELERIA”



| COOLING CYCLE | MIN. TEMP. | MAX. TEMP. | NOTES: |
|--------------------------------|-------------------|-------------------|--|
| Evaporator Leaving Water Temp. | 40°F | 60°F | In Cooling Cycle controlling Evap LWT - The Maximum Setpoint temp is 60°F |
| Condenser Leaving Water Temp | 70°F | 160° F | With Evap LWT above 50°F, the Cond LWT must be 30degrees F above Evap. LWT |
| Evaporator Water Delta-T | 6°F | 16°F | |
| With Glycol in Evap - Evap LWT | 15°F | 60°F | With Evap LWT below 40°F, the Cond EWT must not exceed 120 degrees F above the Evap LWT. Example: Evap LWT = 20°F Cond LWT must not exceed 140°F |

| Heating Cycle | | | |
|-------------------------------|-------|------------|---|
| Evaporator Leaving Water Temp | 40°F | 85°F | With Evap LWT above 70°F, the Cond LWT must be 30 degrees F above Evap LWT |
| Condenser Leaving Water Temp | 110°F | 160°F | |
| Evaporator Water Delta-T | 6°F | 16°F | |
| Condenser Water Delta - T | | Max | |
| with 2 Pass Condenser | 10°F | 15°F | Cond Water Delta-T should be 10 degrees F minimum for good condenser subcooling |
| with 4 Pass Condenser | 15°F | 40°F | |

Tabla 2, Límites de temperatura unidades de medida IP.



**“RECUPERACION DE CALOR A PARTIR DE UN SISTEMA CENTRAL DE
AIRE ACONDICIONADO Y SU APLICACIÓN EN LA HOTELERÍA”**



| UNIT NOMINAL TONS | 40 | 50 | 60 | 80 | 100 | 110 | 120 | 150 | 170 | 190 |
|--|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Evaporator GPM Range | | | | | | | | | | |
| 10 F Water Temp Delta-T, 65° ELWT/130° CLWT | 72 | 100 | 121 | 162 | 189 | 218 | 246 | 283 | 326 | 369 |
| 16-6 Water Temp Delta-T, 65° ELWT/130° LWT | 45-120 | 62-167 | 75-202 | 101-270 | 118-315 | 136-363 | 154-410 | 177-472 | 204-543 | 231-615 |
| 10 Water Temp Delta-T, Full Unit Range | 34-120 | 45-167 | 55-202 | 83-270 | 98-315 | 113-363 | 128-410 | 147-472 | 169-543 | 192-615 |
| Condenser GPM Range - 4 Pass Condenser | | | | | | | | | | |
| 20 F Water Temp Delta-T, 65° ELWT/130° CLWT | 47 | 64 | 77 | 103 | 120 | 138 | 156 | 180 | 207 | 234 |
| 40-15 F Water Temp Delta-T, 65° ELWT/130° CLWT | 23-63 | 32-86 | 38-103 | 51-138 | 60-160 | 69-184 | 78-208 | 90-240 | 103-276 | 117-312 |
| Condenser GPM Range - 2 Pass Condenser | | | | | | | | | | |
| 10 F Water Temp Delta-T, 65° ELWT/13° CLWT | 94 | 128 | 154 | 206 | 240 | 276 | 312 | 360 | 414 | 468 |
| 15 F Water Temp Delta-T, 6° 5ELWT/130° CLWT | 63 | 85 | 103 | 137 | 160 | 184 | 208 | 240 | 276 | 312 |

Tabla 3, Límites de flujo, unidades de medida IP



“RECUPERACION DE CALOR A PARTIR DE UN SISTEMA CENTRAL DE AIRE ACONDICIONADO Y SU APLICACIÓN EN LA HOTELERIA”



| COOLING CYCLE | MIN. TEMP | MAX. TEMP. | NOTES: |
|--------------------------------|-----------|------------|---|
| Evaporator Leaving Water Temp. | 4°C | 15°C | In Cooling Cycle controlling Evap LWT - The Maximum Setpoint temp is 15°C |
| Condenser Leaving Water Temp | 21°C | 71°C | With Evap LWT above 10°C, the Cond LWT must be 17 degrees C above Evap. LWT |
| Evaporator Water Delta-T | -14°C | -9°C | |
| With Glycol in Evap - Evap LWT | -9°C | 16°C | With Evap LWT below 4°C, the Cond EWT must not exceed 66 degrees C above the Evap LWT. Example: Evap LWT = -6°C Cond LWT must not exceed 60°C |

| Heating Cycle | MIN. | MAX. | NOTES: |
|-------------------------------|-------------|------------|--|
| Evaporator Leaving Water Temp | 4°C | 29°C | With Evap LWT above 21°C, the Cond LWT must be 17 degrees C above Evap LWT |
| Condenser Leaving Water Temp | 43°C | 71°C | |
| Evaporator Water Delta-T | -9°C | 16°C | |
| Condenser Water Delta - T | Min. | Max | |
| with 2 Pass Condenser | 12°C | -9°C | Cond Water Delta-T should be 6 degrees C minimum for good condenser subcooling |
| with 4 Pass Condenser | -0°C | 4°C | |

Tabla 4, Límites de temperatura, unidades de medida SI



**“RECUPERACION DE CALOR A PARTIR DE UN SISTEMA CENTRAL DE
AIRE ACONDICIONADO Y SU APLICACIÓN EN LA HOTELERIA”**



| UNIT MODEL NO. | 40 | 50 | 60 | 80 | 100 | 110 | 120 | 150 | 170 | 190 |
|---|-----|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| Evaporator l/s / Range | | | | | | | | | | |
| 5.5 F Water Temp Delta-T, 18° ELWT/54° CLWT | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 21 | 23 |
| 3-9 C Water Temp Delta-T, 18° ELWT/54° CLWT | 3-8 | 4-11 | 5-13 | 6-17 | 7-20 | 9-23 | 10-26 | 11-30 | 13-34 | 15-39 |
| 5.5 C Water Temp Delta-T, Full Unit Range | 2-8 | 3-11 | 3-13 | 5-17 | 6-20 | 7-23 | 8-26 | 9-30 | 11-34 | 12-39 |
| Condenser l/s Range - 4 Pass Condenser | | | | | | | | | | |
| 11 C Water Temp Delta-T, 18° ELWT/54° CLWT | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 9 | 10 | 11 | 13 | 15 |
| 8-22 C Water Temp Delta-T, 18° ELWT/54° CLWT | 1-4 | 2-5 | 2-6 | 3-9 | 4-10 | 4-12 | 5-13 | 6-15 | 6-17 | 7-20 |
| Condenser l/s Range - 2 Pass Condenser | | | | | | | | | | |
| 5.5 C Water Temp Delta-T, 18° ELWT/54° CLWT | 6 | 8 | 10 | 13 | 15 | 17 | 20 | 23 | 26 | 30 |
| 8 C Water Temp Delta-T, 18° ELWT/54° CLWT | 4 | 5 | 6 | 7 | 10 | 12 | 13 | 15 | 17 | 20 |

Tabla 5. Límites de flujo. Unidades de medida SI



Retorno de agua enfriada

Usando el retorno de la planta de agua fría como una fuente de calor proporciona ventajas económicas.

En primer lugar, siempre y cuando hay una carga de calefacción, la unidad de recuperación de calor puede producir agua fría y la planta podrá ser reducida en tamaño, o bien aumentada en eficiencia, dependiendo de la capacidad de la Unidad de recuperación de calor, para operar durante períodos de máxima carga de enfriamiento. Un intercambiador de calor entre el agua caliente y los tanques de almacenamiento será necesario instalar a fin de conservar las condiciones de agua potable, en el caso de alguna falla en el sistema por fuga de aceite o gas refrigerante de los tubos del condensador.

La energía obtiene un doble beneficio, ya que produce un trabajo útil, tanto en el evaporador (agua de refrigeración), como en el condensador (agua de calefacción).

Recomendaciones generales para el lado del agua caliente del sistema de recuperación de calor:

- El más bajo posible punto de temperatura del agua caliente deberá ser seleccionado con el fin de maximizar el COP de la unidad.
- Calentadores complementarios suelen ser necesarios en caso de que la bomba de calor no está disponible o no hay el calor residual suficiente disponible.



Estrategia de control de temperatura - Servicio de Agua Caliente.

Los sistemas de agua caliente de servicio, se usaran invariablemente en un tanque de almacenamiento debido a la gran variación en la demanda. Los edificios grandes utilizan un sistema de recirculación de agua caliente que proporcionará esta de forma instantánea en el punto de uso. Una unidad de recuperación de calor puede ser utilizada en el sistema de como se muestra en la Figura 10.

El control de la temperatura deberá estar en la temperatura del agua de salida, con el fin de mantener la temperatura del tanque. La temperatura del tanque debe ser lo más bajo posible, normalmente de 120 ° F (49 ° C), para bañeras y duchas, así como de 140 ° F (60 ° C) para el uso en las cocinas.

Una fuente de calor suplementaria deberá ser considerada en caso de que la unidad de recuperación de calor esté fuera de línea o si no hay suficiente fuente de calor de rechazo para mantener la temperatura deseada.

La unidad de recuperación de calor se utiliza tanto para calentamiento de agua de servicios, como para calefacción y se debe utilizar un intercambiador de calor intermedio entre el sistema de servicios de agua y de la unidad.

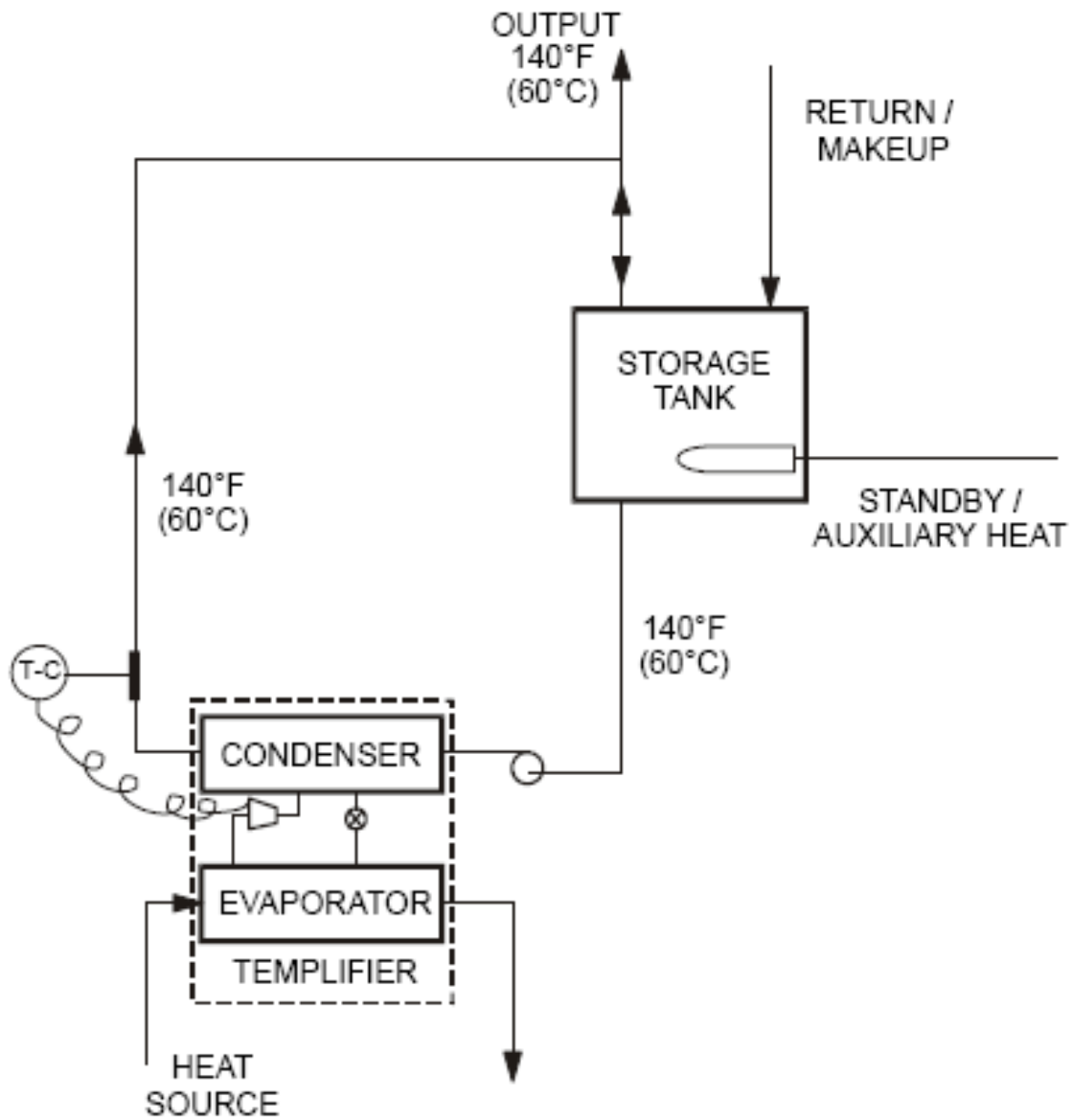


Figura No. 6, Servicio de agua caliente.



Impacto Ambiental

El impacto ambiental de cualquier proceso o equipo es de vital importancia hoy en día y seguirá siendo en el futuro. Los Calentadores de recuperadores de calor tienen algunas ventajas cuando se trata de su efecto sobre el medio ambiente. El impacto ambiental se mide de varias maneras:

- ODP Es el Potencial de reducción de ozono; el cual mide el impacto de una sustancia en el agotamiento de la capa de ozono en la parte superior atmósfera. Con los refrigerantes, esta acción es causada por el cloro. HFC-134a no contiene cloro y tiene un cero ODP.
- GWP Es el Potencial de Calentamiento Global; Es la medida de la contribución de una sustancia en el sentido de gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global.

Se trata de una comparación libra por libra, descontinuo la aplicación de la sustancia y otros efectos causados por su uso. El número, en relación con CO₂, para un tiempo de 100 años de integración al horizonte y que para el HFC-134a = 1300.

- TEWI Es el Impacto total equivalente de calentamiento; es una combinación del potencial de calentamiento global GWP, tasa de unidad de emisiones de refrigerantes, y la eficiencia energética de los sistemas de refrigeración. La ciencia ha acordado, que un enfoque de sistemas es necesario evaluar el efecto real de una sustancia sobre el calentamiento global. Esta es la TEWI.



“RECUPERACION DE CALOR A PARTIR DE UN SISTEMA CENTRAL DE AIRE ACONDICIONADO Y SU APLICACIÓN EN LA HOTELERIA”



En una unidad de recuperación de calor, la contribución del refrigerante GWP es insignificante en comparación con el efecto de las emisiones de CO₂.

Los porcentajes indicados a continuación pueden variar ligeramente en función de la pérdida de la unidad refrigerante y en la eficiencia de la generación de energía local. Los operadores de equipo debe mantener el equipo libre de fugas (reducir al mínimo el 2% de segmento) y operar tan eficientemente como sea posible (reducir al mínimo dentro del segmento del 98%).

La influencia significativa en el establecimiento de la TEWI de una planta de agua caliente, es el sistema utilizado para producir el calor, como se ilustra en los ejemplos siguientes.

Compare el combustible quemado (productos de la combustión) para producir un millón de BTUs de agua caliente a 120 ° F.

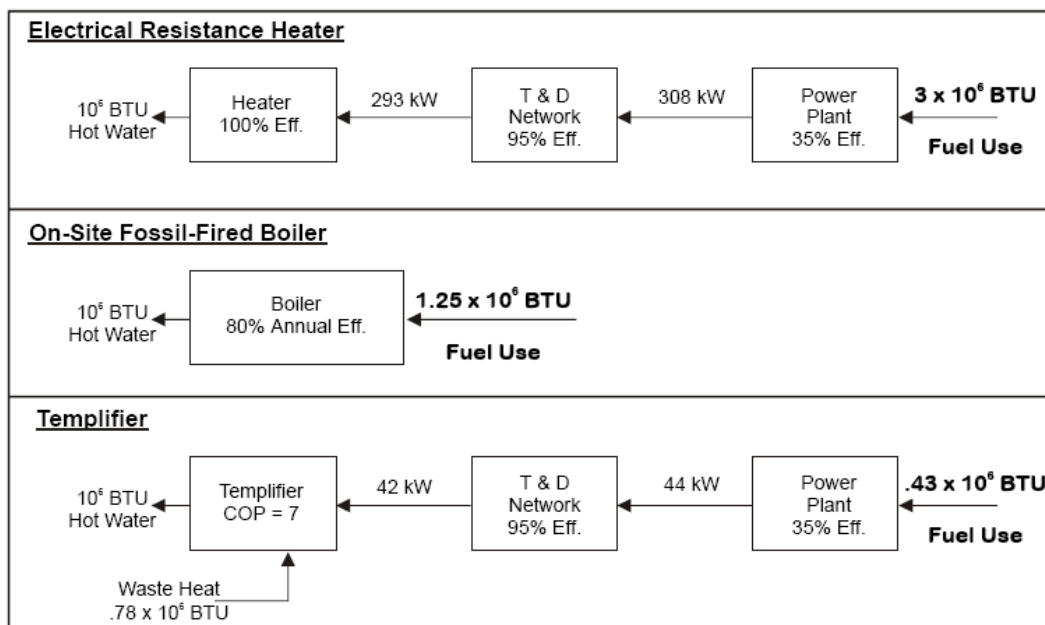


Figura No. 7, Comparativo de la utilización de combustible.



En comparación con una unidad de recuperación de calor, un calentador de resistencia quema siete veces la cantidad de combustible y una caldera en su lugar, consume tres veces la misma cantidad. El recuperador de calor ofrece una ventaja para los edificios diseñados para La certificación LEED ®.

LEED

Los Sistemas de recuperación de energía como un sistema de recuperación de calor puede contribuir a obtener los punto de energía y sección de la atmósfera del sistema de calificación LEED. Eficiencia energética por encima del mínimo nivel de eficiencia, según lo determinado por ASHRAE 90.1-2004, puede ganar hasta 10 puntos. Los sistemas de recuperación de energía reducen el consumo de combustibles fósiles y reducen el costo de la calefacción, lo que contribuye a la reducción de la huella de carbono de un edificio.

Las unidades de recuperación de calor que utilizan R-134a, también obtienen un punto por el refrigerante, apoyando la gestión de créditos del sistema de calificación LEED.

Huella de Carbono

La huella de carbono es una medida de la cantidad de carbono liberado a la atmósfera y debe reducirse al mínimo. Una unidad de recuperación de calor generalmente libera de las cargas del uso de los combustibles fósiles que usa la caldera.

La reducción de carbono total se convierte en una cuestión de si la planta de generación de calor es calentada por combustibles fósiles o de energía no contaminante como la energía hidroeléctrica o la energía nuclear.



ASHRAE 90.1

ASHRAE 90.1 permite calefacción y refrigeración simultánea si al menos el 75% de la energía de recalentamiento es proporcionado por una fuente de recuperación de energía.

También es importante señalar que el calor recuperado por el condensador es necesario para calentar el agua sanitaria, si los sistemas operan 24 horas al día, tienen una carga de enfriamiento de al menos 400 toneladas y una carga de agua caliente domestica de al menos un millón de Btu / hr.

Una unidad de recuperación de calor residual ayuda a la planta de agua helada y para la generación de agua caliente, por lo que cumple con ambos requisitos.

Las caderas tienen un COP de menos de 1 y la unidad de recuperación de calor un COP de cerca de 4, puede ser una forma atractiva para cumplir con ASHRAE 90.1, puesto que el agua suele calentar a una temperatura relativamente baja, resultan muy atractivos COP's.



CAPITULO 2. ESTUDIO DE MERCADO.





2.1 Descripción del Área de estudio

El estudio de mercado sobre la tecnología de recuperación de calor, se lleva a cabo en Puerto Vallarta, en el estado de Jalisco.

El nombre de Puerto Vallarta, se debe en honor del Lic. Ignacio L. Vallarta, notable jurisconsulto jalisciense y ex gobernador del estado.

Puerto Vallarta, era llamado anteriormente, Las Peñas, Peñitas y, probablemente, en años más lejanos El Carrizal, en virtud de los enormes peñascos que se yerguen cerca del límite del mar.

Fue fundado en la época independiente, el 12 de diciembre de 1851, por Guadalupe Sánchez Torres, su esposa Ambrosia Carrillo y algunos amigos quienes le dieron el nombre de Las Peñas de Santa María de Guadalupe por ser ese día el dedicado a la virgen.

El 31 de octubre de 1886 se erige Las Peñas, del municipio de Talpa.

El 2 de mayo de 1888, la comisaría de Las Peñas es anexada al municipio de San Sebastián.

El 31 de mayo de 1918, la comisaría de Las Peñas es elevada a la categoría de Municipio, por lo que Las Peñas recibió el nombre de municipio de Puerto Vallarta, en honor del Lic. Ignacio L. Vallarta, ex gobernador del estado. Este cambio fue hecho a petición del diputado Dr. Marcos Guzmán. El decreto se publicó el 5 de junio de 1918.

El 31 de mayo de 1968, el pueblo de Puerto Vallarta es elevado a la categoría de ciudad, al celebrarse su quincuagésimo aniversario como municipio.

Actualmente la ciudad de Puerto Vallarta sigue siendo la cabecera municipal.



Figura No. 8 Ubicación geográfica de Puerto Vallarta, en el estado de Jalisco.



El municipio de Puerto Vallarta está situado al poniente del estado, en las coordenadas 20°40'N 105°16'O, a una altura de 2 metros sobre el nivel del mar.

Limita al norte con el estado de Nayarit, al sur con el municipio de Cabo Corriente y Talpa de Allende; al este con San Sebastián y Mascota y al oeste con el Océano Pacífico.

Su extensión territorial es de 1.300,67 kilómetros cuadrados.

2.2 Economía del área de estudio

El turismo es uno de los principales factores para el desarrollo económico de este municipio. Puerto Vallarta ofrece a sus habitantes y visitantes un buen número de playas que son visitadas cotidianamente. Aquí se pueden admirar gran cantidad de bellezas naturales, monumentos históricos y obras de arte, lo cual atrae a muchos turistas nacionales y extranjeros. El turismo se encuentra ampliamente fomentado en Puerto Vallarta, pues el municipio cuenta también con zonas arqueológicas, ecológicas y de montañas con bellos paisajes, lo cual lo hace ampliamente atractivo para esta actividad económica.



Figura No 9. Vista aérea de Puerto Vallarta, Jalisco.

2.3 Análisis de la demanda

Para el desarrollo del presente estudio de mercado, se analizó la información obtenida por medio de encuestas aplicadas directamente al personal del sector hotelero (fuentes primarias).

2.4 Análisis de datos de fuentes primarias

Se realizó una encuesta a 10 hoteles que cuentan con más de 200 habitaciones ubicados en la segunda etapa de la zona hotelera de Puerto Vallarta, entre el aeropuerto y el centro de la ciudad, aplicadas directamente a los gerentes de mantenimiento y directores financieros.



Figura No. 10, Vista panorámica de la zona hotelera de puerto Vallarta



2.5 ENCUESTA

1. ¿Conoce la tecnología de recuperación de calor?

Si _____ No _____

2.- ¿Estaría interesado en conocerla?

Si _____ No _____

3. ¿El hotel tiene un sistema central de aire acondicionado?

Si _____ No _____

4.- ¿Tienen un sistema central de calefacción?

Si _____ no _____

5.- ¿Que tipo de combustible usan?

Gas natural _____ Diesel _____ Otro (especifique) _____

6.- ¿El precio de su combustible es relativamente alto?

Si _____ no _____ No sé _____

7.- ¿Estaría a favor de eliminar el uso de combustibles, obteniendo un ahorro económico y protegiendo el medio ambiente?

Si _____ No _____

8.- ¿Sabía que el CO₂ emitido por las calderas es uno de los principales contaminantes causantes del calentamiento global?

Si _____ No _____ No sé _____

9.-¿El nivel de ocupación del hotel generalmente supera el 60 %?

Si _____ No _____

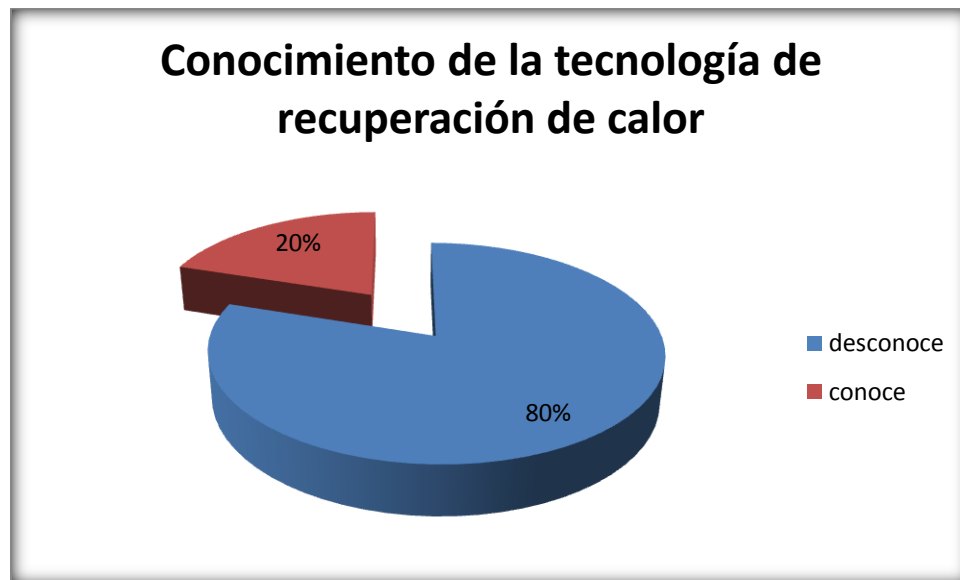


2.6 Resultados de la encuesta.

Resultados de la pregunta 1

¿Conoce la tecnología de recuperación de calor?

De acuerdo al estudio de mercado, el 80% de los encuestados no habían escuchado de esta tecnología, lo que demuestra que su aplicación es desconocida en la industria hotelera.



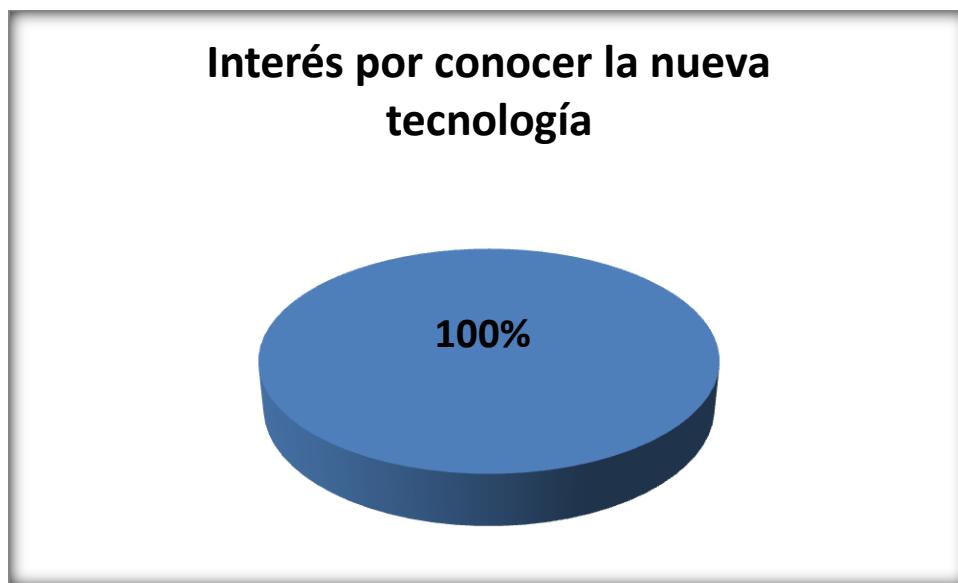
Gráfica No. 1



Resultados de la pregunta 2

¿Estaría interesado en conocerla?

Todos los encuestados muestran interés por conocer la nueva tecnología de recuperación de calor.



Grafica No. 2



Resultados de la pregunta 3

¿El hotel tiene un sistema central de aire acondicionado?

Debido a la demanda de enfriamiento, Todos los hoteles encuestados tienen este tipo de sistema de aire acondicionado.



Grafica No. 3



Resultados de la pregunta 4

¿Tienen un sistema central de calefacción?

De acuerdo al estudio de mercado, el 100% de los hoteles cuentan con este tipo de sistema para satisfacer la carga de calefacción requerida. Específicamente se trata del agua caliente para los servicios del hotel, la cual se obtiene mediante calderas que aprovechan el poder calorífico de los combustibles. Actualmente, los combustibles mas usados son el gas natural y el diesel.



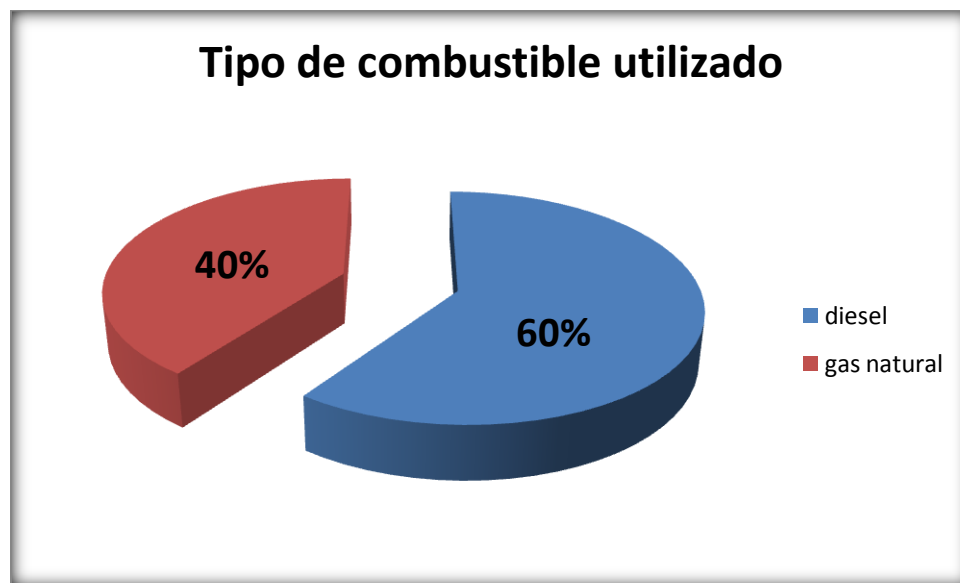
Gráfica No. 4



Resultados de la pregunta 5

¿Que tipo de combustible usan?

La aplicación de la encuesta arrojó los siguientes datos: el 60% de los hoteles utilizan combustible liquido (diesel), el 40% restante lo hace utilizando gas natural.



Gráfica No. 5



Resultados de la pregunta 6

¿El precio de su combustible es relativamente alto?

De acuerdo al estudio de mercado, el 100% de los hoteles afirmaron pagar altos precios del combustible.



Gráfica No. 6



Resultados de la pregunta 7

¿Estaría a favor de eliminar el uso de combustibles, obteniendo un ahorro económico y protegiendo el medio ambiente?

El 100% de los encuestados estuvieron de acuerdo



Gráfica No. 7



Resultados de la pregunta 8

¿Sabía que el CO₂ emitido por las calderas es uno de los principales contaminantes causantes del calentamiento global?

El 90 % tienen conocimiento acerca del CO₂ y sus consecuentes efectos en el medio ambiente



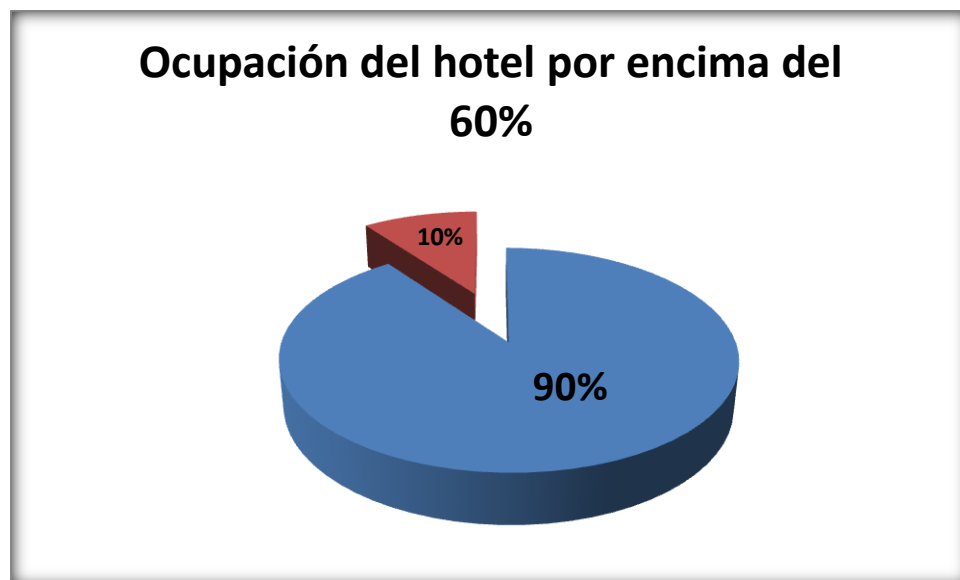
Gráfica No. 8



Resultados de la pregunta 9

¿El nivel de ocupación generalmente supera el 60 %?

De los datos obtenidos en 9 de los 10 hoteles se presenta una ocupación igual o mayor al 60 % en promedio. Esto nos beneficia debido a que el sistema de aire acondicionado al cual acoplaremos el recuperador de calor, tenderá en todo momento a aumentar su eficiencia.



Gráfica No. 9



2.7 RESUMEN DE LA ENCUESTA.

Con la aplicación de la encuesta comprobamos que en la industria hotelera hay expectativa sobre la nueva tecnología de recuperación de calor y existe gran interés por conocerla, ya que representa un ahorro económico puesto que genera la disminución de gastos operativos, también están interesados en reducir las emisiones contaminantes porque conocen sus efectos sobre el medio ambiente.

Además los resultados de este cuestionario demuestran que los hoteles cuentan con los requisitos para poder hacer uso de esta nueva tecnología, es decir, tienen sistema central de aire acondicionado (al cual acoplaremos el equipo recuperador de calor), sistema central de calefacción y su ocupación rebasa en promedio el 60% mensual, por lo que el estudio de mercado nos demuestra que el proyecto es viable.



CAPITULO 3. PLANEACION DEL PROYECTO.





Una vez obtenido un informe real de los hoteles en Puerto Vallarta que están interesados en la tecnología de recuperación de calor, objeto del presente proyecto, es necesaria la definición y clarificación de los objetivos de la planificación del proyecto.

3.1 Proceso de planeación de actividades

A continuación el proceso de planeación de actividades, coordinando personas y otros recursos para llevar a cabo lo planeado.

3.2 Objetivos.

- 1.- Realizar Primera visita al cliente y presentación introductoria de los beneficios de la Recuperación de Calor.
- 2.- Hacer recorrido general de instalaciones para predeterminación.
- 3.- Entrega de costos operativos actuales del cliente.
- 4.- Elaboración de ingeniería de costos de instalación.
- 5.- Cálculo de ahorro de combustible.
- 6.- Elaboración de Propuesta Técnica-Económica.
- 7.- Presentación beneficios particulares de la instalación del Sistema de Recuperación de Calor.



3.3 Descripción de actividades

1.- Primera visita al cliente y presentación introductoria de los beneficios de la Recuperación de Calor. (1 día)

Atendiendo a la cita con el gerente de mantenimiento presentamos la tecnología de recuperación de calor y sus beneficios. De acuerdo al interés generado, se requiere al mismo, la visita a su cuarto de máquinas de aire acondicionado, calderas y distribución de potencia eléctrica, además de sus datos históricos de consumo de energéticos.

Elaborado por Vendedor & Gerente de Mantenimiento.

2.- Recorrido general de instalaciones. (1 día)

Visualizaremos en las instalaciones, los posibles espacios donde instalaremos el sistema de recuperación de calor, las interfaces entre el sistema actual, así como las trayectorias recorridas por tuberías y cableados.

Elaborado por Vendedor e Instalador.

3.- Entrega de costos operativos actuales del cliente. (1 día)

Revisar la información compartida por el gerente de mantenimiento, a fin de entender sus criterios de archivo, y presentación del reporte.

Elaborado por Gerente de mantenimiento.



4.- Elaboración de ingeniería de costos de instalación. (1 día)

Una vez definido el espacio propuesto, se volverá a hacer un recorrido detallado para obtener los datos de diseño, cuantificación de operaciones y materiales que se requerirán en el presupuesto.

Elaborado por Vendedor, Ingeniería e Instalador

5.- Cálculo de ahorro de combustible. (7 días)

Se elabora un balance de energía de acuerdo a los equipos de aire acondicionado central y calderas instaladas; también se elabora otro balance energético para la propuesta de recuperación de calor sin el uso de calderas.

El resultado nos dará la factibilidad económica del proyecto de recuperación de calor y el retorno de inversión.

Elaborado por Ingeniería.

6.- Elaboración de Propuesta Técnica-Económica. (7 días)

De acuerdo a los resultados obtenidos se prepara un presupuesto detallado con los diagramas de instalación y condiciones comerciales de inversión, un resumen ejecutivo de los beneficios económicos del uso del sistema de recuperación de calor y el periodo de recuperación.

Elaborado por Administración, Vendedor e Ingeniería.



7.- Presentación beneficios particulares de la instalación del Sistema de Recuperación de Calor. (1 día)

Se presenta la propuesta de inversión detallada, las condiciones comerciales posibles, un resumen ejecutivo de los beneficios económicos del uso del sistema de recuperación de calor y el periodo de recuperación.

Elaborado por Vendedor, Gerente de Mantenimiento, Director Financiero y/o Director General.

A continuación se muestran: La tabla de actividades y su duración, la gráfica de nodos y la gráfica de Gantt de las actividades del proyecto, en la cual se muestra la secuencia y tiempos de éstas.

| ACTIVIDAD | DURACION | PREDECESOR INMEDIATO |
|-----------|----------|----------------------|
| 1 | 1 | |
| 2 | 1 | 1 |
| 3 | 1 | 1,2 |
| 4 | 1 | 3 |
| 5 | 7 | 3,4 |
| 6 | 7 | 5 |
| 7 | 1 | 6 |

Tabla No. 8 Actividades y su duración

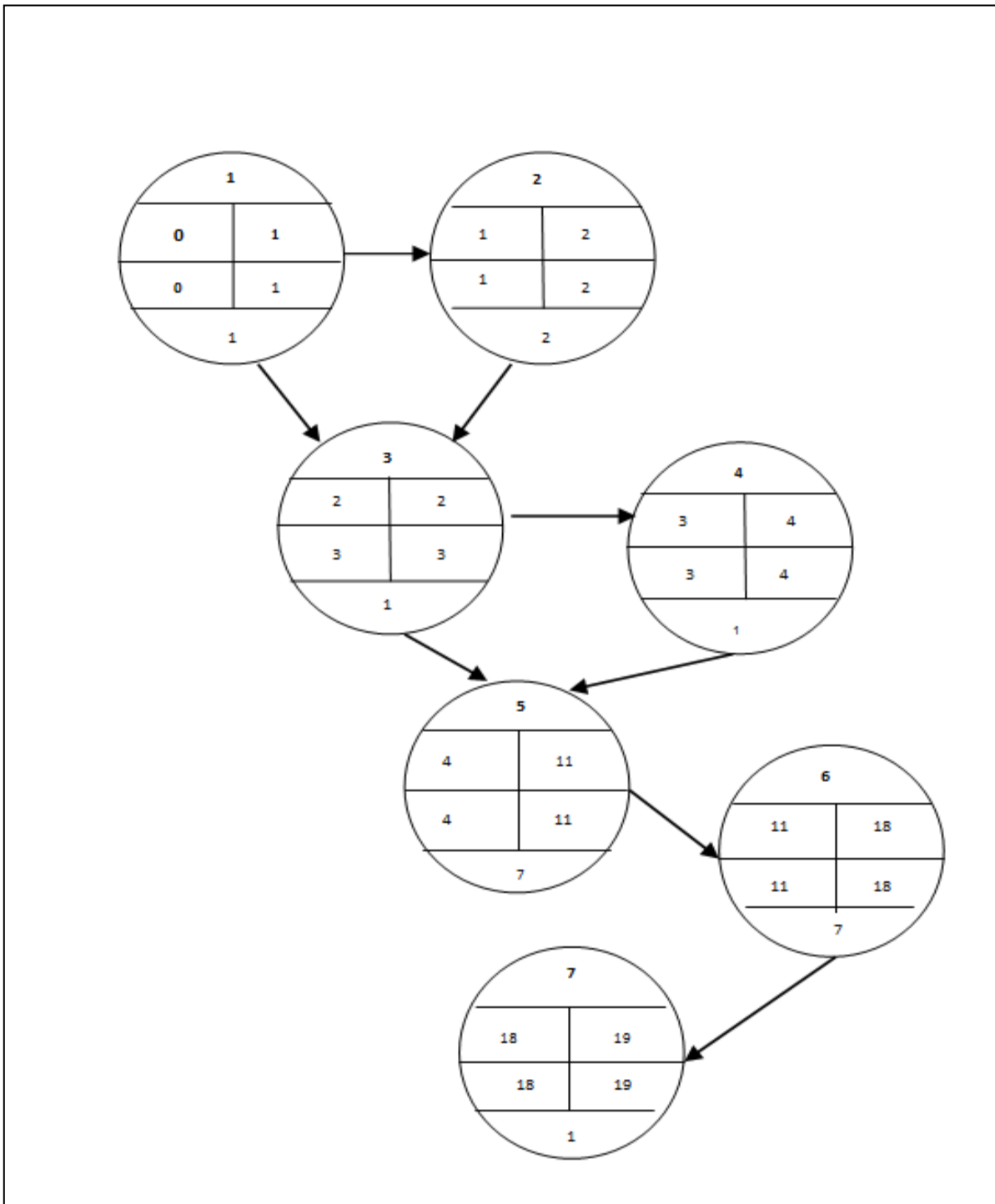


Figura No 11. Red de nodos.



“RECUPERACION DE CALOR A PARTIR DE UN SISTEMA CENTRAL DE AIRE ACONDICIONADO Y SU APLICACIÓN EN LA HOTELERIA”

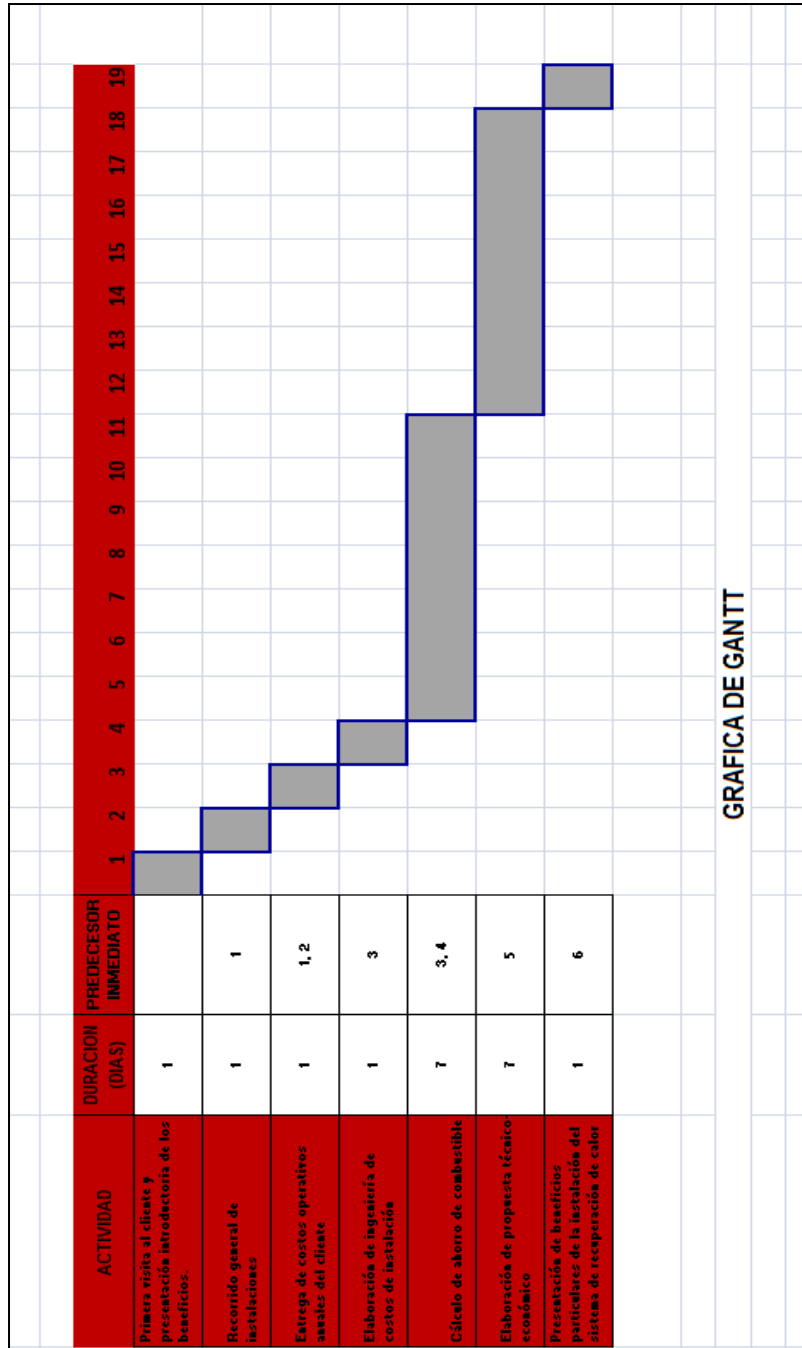


Figura No.12 Grafica de Gantt.



CAPITULO 4.

EJECUCION Y CONTROL DEL PROYECTO.



4.1 Descripción del proyecto.

El proyecto se ha definido para el Hotel Antigua Posada Vallarta, proponiendo el cambio de la caldera de muy baja eficiencia por la antigüedad de uso, misma que data del año 1967, a fin de no instalar otra unidad similar, y en su lugar sea utilizada la “*Tecnología de Recuperación de Calor*” del sistema central de aire acondicionado, el cual está instalado en la misma casa de máquinas, ya que ayudará al medio ambiente, no aportando emisiones de CO₂ y calor proveniente de la combustión a la atmosfera, y ahorrando el uso del gas LP para el propósito generación de agua caliente necesaria en el hotel.



Figura No. 13 Caldera actual Hotel Antigua Hacienda Vallarta.

Debido a que el hotel no efectúa los servicios de lavandería dentro de sus instalaciones, sino que sabanas, los diferentes tipos de toallas, cortinas y colchas, así como la ropa ordenada por los huéspedes son enviadas para su lavado y/o planchado a una empresa independiente, entonces la aplicación es extensamente recomendable ya que del calor residual de manejadoras de aire de restaurantes, salones de reunión, y de los fan & coils de las 222 habitaciones, así como algunos otros de las oficinas administrativas.

El sistema cuenta con dos unidades generadoras de agua helada tipo centrífugo.



Figura No. 14 Equipo centrífugo de refrigeración hotel Antigua Hacienda Vallarta.



Figura No. 15 Equipo centrífugo de refrigeración hotel Antigua Hacienda Vallarta.

Estas unidades proveen de agua helada en un circuito hidráulico en todo el conjunto Acueducto, lobby, oficinas y villas del hotel en cuestión, dejando otros edificios del mismo hotel al suministro de enfriadores independientes, que pueden ser caso de un análisis diferente.

4.2 Propuesta de Instalación.

Recorriendo las instalaciones, la definición cotejada con el personal de servicio técnico del hotel, para la instalación del sistema de recuperación de calor, será junto al tanque de almacenamiento de agua caliente de 10,000 litros, cruzando las tuberías de inyección y retorno de la unidad de recuperación de calor al retorno de agua helada dentro del cuarto de enfriadores de agua.



Figura No.16 Base para la instalación e intersección con los actuales servicios.



Figura No.17 Tuberías de retorno de agua helada.



Figura No. 18 Tableros eléctricos.

La energía eléctrica se tomará desde el tablero de enfriadores de líquido cruzando el patio de torres de enfriamiento y en la misma trinchera de cableado de potencia eléctrica, según el isométrico.

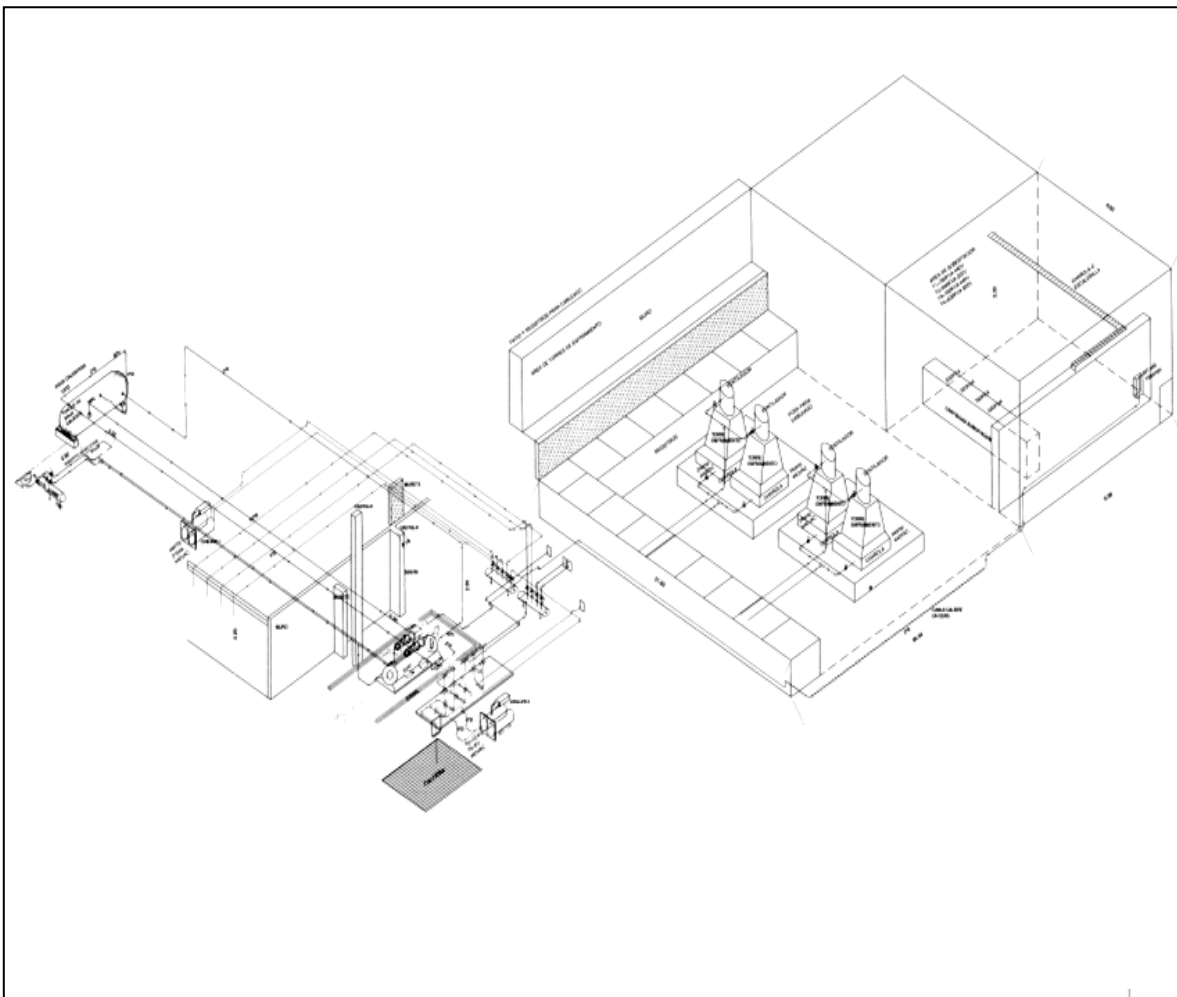


Figura No. 19 Isométrico de instalación.



4.3 Balance de energía.

Se genera el análisis de este caso basado en los consumos energéticos de por lo menos 12 meses de operación, y con ellos calibrar el promedio de uso mensual del gas necesario para la generación de calor de la caldera actual.

Estos consumos se pueden ver en la siguiente tabla de consumos energéticos, ocupación y previsto de ocupación anual.

| Energeticos & Ocupación Antigua Hacienda Vallarta, Sección Acueducto | | | | | | |
|---|-----------------------|-----------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Mes | Ocupación 2007 | Ocupación 2008 | Consumo Gas 2007 en lts. | Consumo Gas 2008 en lts. | 2007 Precio Gas IVA Incluido | 2008 Precio Gas IVA Incluido |
| Enero | 79.99% | 75.88% | 13380 | 13241 | \$5.08 | \$5.36 |
| Febrero | 87.30% | 90.09% | 12120 | 11038 | | |
| Marzo | 82.39% | 84.52% | 12342 | 12664 | | \$5.40 |
| Abril | 68.32% | 85.64% | 12357 | | | |
| Mayo | 62.03% | 62.03% | 12650 | | | |
| Junio | 54.36% | 75.92% | 11211 | | | |
| Julio | 78.22% | 57.14% | 11520 | | | |
| Agosto | 60.87% | 72.50% | 11618 | | | |
| Septiembre | 51.06% | 55.35% | 9600 | | | |
| Octubre | 56.49% | 54.40% | 9720 | | | |
| Noviembre | 75.15% | 69.18% | 11865 | | | |
| Diciembre | 69.83% | 63.09% | 13472 | | \$5.38 | |
| Promedio anual | 68.83% | | 11821 | | | |
| No. De habitaciones | | 222 | | | | |
| Tanque de gas | | 5,000 lts. | | | | |
| Tanque de agua caliente | | 10,000 lts. | | | | |
| Caldera Clever Brooks 40HP instalada el 30/01/1967 | | | | | | |
| 2 Chillers centrifugos de 400 TR enfriados por agua | | | | | | |
| Potencia disponible 440 volts. | | | | | | |

Tabla No.9 Energéticos y ocupación 2007 Hotel Antigua Hacienda Vallarta

Esta tabla es ajustada al valor del gas LP que es de \$ 4.70 pesos por litro.



**“RECUPERACION DE CALOR A PARTIR DE UN SISTEMA CENTRAL DE
AIRE ACONDICIONADO Y SU APLICACIÓN EN LA HOTELERIA”**



Una vez obtenidos los datos de consumo de gas LP y los porcentajes de ocupación por el periodo anual del 2007 y parte del 2008, nos evocaremos a definir el consumo incrementado durante el invierno para calentar el agua de la alberca del mismo Conjunto Acueducto.

| Sección Acueducto | | 13-feb-10 | | rooms |
|---|--------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------|
| | | | | 222 |
| Pool Heating Season | | Occupied Room | Liters LP | Days |
| | 2007 LP GAS Liters | 2007 | per Occupied Room | 6 |
| January | 13,380 | 5,505 | 2.4 | 31 |
| February | 12,120 | 5,427 | 2.2 | 28 |
| March | 12,342 | 5,670 | 2.2 | 31 |
| April | 12,357 | 4,550 | 2.7 | 30 |
| May | 12,650 | 4,269 | 3.0 | 31 |
| June | 11,211 | 3,620 | 3.1 | 30 |
| July | 11,520 | 5,383 | 2.1 | 31 |
| August | 11,618 | 4,189 | 2.8 | 31 |
| September | 9,600 | 3,401 | 2.8 | 30 |
| October | 9,720 | 3,888 | 2.5 | 31 |
| November | 11,865 | 5,005 | 2.4 | 30 |
| December | 13,472 | 4,806 | 2.8 | 31 |
| Total | 141,855 | 55,712 | 2.55 | 365 |
| Average | 11,821 | 69% | | |
| Total Feb - Nov | 115,003 | 45,401 | 2.53 | |
| Average Feb - Nov | 11,500 | | | |
| | Total Liters LP DELIVERED | number of months | Season rooms sold | |
| Pool Heating Months | 26,852 | 2 | 10,311 | |
| Non Pool Heating Months months | 115,003 | 10 | 45,401 | |
| Average/ Month Pool Heating | 13426 | | | |
| Average/Month non pool heating | 11500 | | | |
| Estimated average Pool Liters LP per month | 2000 | | | |

Tabla No. 10 Calibración de consumos en invierno.



4.4 Cálculo de horas de operación y calibración de consumos actuales.

Realización de cálculos bajo el software de fabricante de equipos recuperadores de calor, para obtener los desempeños del equipo recuperador de calor considerando las siguientes características del hotel.

- 1.- La sección acueducto tiene 222 habitaciones.
- 2.- Hay un promedio de ocupación del 70% anual.
- 3.- Hay un promedio de consumo de gas de 11,821 litros por mes y un incremento en los meses de invierno (principalmente diciembre y enero), debido a la caída de temperatura de hasta 15 °C y a la transferencia de calor de la superficie de la alberca a la atmosfera obscura de las noches de invierno en Puerto Vallarta.

La alberca deberá ser considerada entre los 28 y 30 °C para que los huéspedes se sientan confortables de su utilización, considerando que este hotel alberga a turismo de todas las naciones, mayormente de Norteamérica y Canadá.
- 4.- La baja eficiencia de operación de la actual caldera.
- 5.- El costo de los energéticos.



“RECUPERACION DE CALOR A PARTIR DE UN SISTEMA CENTRAL DE AIRE ACONDICIONADO Y SU APLICACIÓN EN LA HOTELERIA”



Como dato de origen en la industria hotelera, los consumos promedio de agua caliente son de acuerdo a la siguiente tabla.

| TIPO DE HOTEL | CONSUMO AGUA CALIENTE |
|-------------------------------------|-------------------------------|
| 4 & 5 ESTRELLAS | 250 LITROS POR DIA/HABITACION |
| TIEMPO COMPARTIDO & CLASE ESPECIAL. | 405 LITROS POR DIA/HABITACION |

Tabla 11 Consumos promedio de agua caliente en la hotelería.

Con estos datos que son recolectados de diferentes hoteles en nuestro país y consideran el uso de agua caliente en habitaciones para regaderas y lavamanos, y a su vez para el uso en las cocinas del hotel.



“RECUPERACION DE CALOR A PARTIR DE UN SISTEMA CENTRAL DE AIRE ACONDICIONADO Y SU APLICACIÓN EN LA HOTELERIA”



El proveedor de los equipos recuperadores de calor nos ha proporcionado mediante su software de selección de equipos la siguiente tabla de rendimientos.

Cuestionario para Co-Therm

TIPO DE REFRIGERANTE USADO

Total CP de Accesorios Refrigerante R-134-A Refrigerante R-22

AGUA POR CALENTAR

Por habitación Litros Hora
Num habitaciones M3 Día
% Ocupación Galones Mes

TEMPERATURA DEL AGUA

Diferencial Centígrados Fahrenheit
Temp. Saliendo

COMBUSTIBLE

Diesel Litro Precio / Unidad
 Gas LP Kilo
 Gas Natural M3
 Combustóleo Galón
 MBTUs BTUs/Unidad

CONDICION CALDERA

Nueva Buena Regular Pobre

AHORROS

PESOS

Por mes
Por año

TIPO UNIDAD REQUERIDA

| | R-134-A | | R-22 | |
|-------------------|-------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|
| | SINGLE | Hs | SINGLE | Hs |
| Ocupación actual | <input type="text" value="SINGLE"/> | <input type="text" value="13."/> | <input type="text" value="SINGLE"/> | <input type="text" value="11."/> |
| Ocupación al 100% | <input type="text" value="SINGLE"/> | <input type="text" value="18."/> | <input type="text" value="SINGLE"/> | <input type="text" value="16."/> |

Figura No. 20 Cálculo de Rendimientos Proveedor de Equipos Recuperadores.

Es muy interesante observar que la tabla de consumos otorgada por el hotel y esta calibración coincide en un consumo de 400 litros por día, e igualmente correspondiente a un hotel de gran turismo, como el caso de estudio.

La unidad considerada tendrá dos circuitos de refrigeración con cuatro compresores, dos en cada circuito para la generación de la demanda de agua caliente, operara durante un periodo de 13 horas diarias para mantener el agua en el tanque a una temperatura de 55 °C en la ocupación prevista del 70% y 18 horas para el caso de una ocupación total o igual al 100%.

Con esta comprobación prevemos que el sistema cumpla con las condiciones requeridas por el hotel en la generación calor para todas las condiciones posibles de operación, quedando suficiente capacidad para el suministro en invierno a la alberca del conjunto acueducto.



Figura No. 21 Alberca Conjunto Acueducto Hotel Antigua Posada Vallarta.



**“RECUPERACION DE CALOR A PARTIR DE UN SISTEMA CENTRAL DE
AIRE ACONDICIONADO Y SU APLICACIÓN EN LA HOTELERIA”**



Elaboramos el cálculo de calor de la alberca, para corroborar nuestra primera calibración de uso de combustibles durante los meses de invierno, específicamente en diciembre y enero, que son los meses de menor temperatura, de acuerdo a la siguiente tabla.



**“RECUPERACION DE CALOR A PARTIR DE UN SISTEMA CENTRAL DE
AIRE ACONDICIONADO Y SU APLICACIÓN EN LA HOTELERIA”**



| Preparado para | DREAMS PTO. VALLARTA | Proyecto | ALBERCA PRINCIPAL. | Fecha | martes, 07 de octubre de 2008 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------------|-------------------------------|--------------------|-----------------------------|----------------------------------|----------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|--------|---------------------|-----|------|---------|--------|--------|---------|----------|----------|-----|------|---------|--------|--------|---------|----------|----------|-----|------|---------|---------|--------|---------|----------|----------|-----|------|---------|---------|--------|-------|----------|----------|-----|------|---------|---------|---|---|------|------|-----|------|--------|---------|---|---|------|------|-----|------|--------|---------|---|---|------|------|-----|------|--------|---------|---|---|------|------|-----|------|--------|--------|---|---|------|------|-----|------|--------|--------|---|---|------|------|-----|------|---------|--------|--------|-------|----------|----------|-----|------|---------|--------|--------|---------|----------|----------|
| DATOS DE ENTRADA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ciudad | Pto Vallarta | ENERGETICOS | GAS LP | ENERGIA ELECTRICA | Centro | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Area de la Piscina (Ap) | 150 mt ² | Tipo de combustible utilizado | | Costo de Energia Base | \$ 1.128 \$/Kwh | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Temperatura deseada (Tr) | 28 °C | | | Costo de Energia Intermedia | \$ 1.350 \$/Kwh | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | Costo de Energia Punta | \$ 1.936 \$/Kwh | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| COSTOS DE OPERACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Perdidas | | Ganancias | | GASTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Velocidad del viento promedio (hca) | Entre 5 y 8 km/hr | Tipo de alberca (Fa) | Hotel | Litros o M3 | 8,130 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tiempo que se cubre la alberca (tc) | 0 hrs | Horas con sol directo (Sp) | 100 % | Gasto | \$ 37,317 \$ 35,049 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th>Mes</th> <th>Tamb</th> <th>PERDIDAS BTU/hr</th> <th>GANANCIA BTU/hr</th> <th>FALTANTE BTU/hr</th> <th>CONSUMO ACTUAL lt o mt3 / mes</th> <th>\$ Mes</th> <th>POOL PLEX \$ Mes</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ene</td> <td>22.0</td> <td>159,777</td> <td>79,694</td> <td>80,083</td> <td>2,143.5</td> <td>\$ 9,839</td> <td>\$ 4,354</td> </tr> <tr> <td>Feb</td> <td>22.0</td> <td>159,777</td> <td>97,100</td> <td>62,677</td> <td>1,677.6</td> <td>\$ 7,700</td> <td>\$ 3,407</td> </tr> <tr> <td>Mar</td> <td>22.0</td> <td>159,777</td> <td>116,725</td> <td>43,052</td> <td>1,152.3</td> <td>\$ 5,289</td> <td>\$ 2,340</td> </tr> <tr> <td>Abr</td> <td>23.0</td> <td>145,086</td> <td>126,622</td> <td>18,464</td> <td>494.2</td> <td>\$ 2,268</td> <td>\$ 1,004</td> </tr> <tr> <td>May</td> <td>25.0</td> <td>114,289</td> <td>131,571</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>\$ -</td> <td>\$ -</td> </tr> <tr> <td>Jun</td> <td>28.0</td> <td>64,229</td> <td>120,991</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>\$ -</td> <td>\$ -</td> </tr> <tr> <td>Jul</td> <td>28.0</td> <td>64,229</td> <td>109,216</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>\$ -</td> <td>\$ -</td> </tr> <tr> <td>Ago</td> <td>28.0</td> <td>64,229</td> <td>102,561</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>\$ -</td> <td>\$ -</td> </tr> <tr> <td>Sep</td> <td>28.0</td> <td>64,229</td> <td>98,124</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>\$ -</td> <td>\$ -</td> </tr> <tr> <td>Oct</td> <td>28.0</td> <td>64,229</td> <td>93,175</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>\$ -</td> <td>\$ -</td> </tr> <tr> <td>Nov</td> <td>25.0</td> <td>114,289</td> <td>85,496</td> <td>28,793</td> <td>770.7</td> <td>\$ 3,537</td> <td>\$ 1,565</td> </tr> <tr> <td>Dic</td> <td>23.0</td> <td>145,086</td> <td>74,403</td> <td>70,682</td> <td>1,891.9</td> <td>\$ 8,684</td> <td>\$ 3,843</td> </tr> </tbody> </table> | | | | | | Mes | Tamb | PERDIDAS BTU/hr | GANANCIA BTU/hr | FALTANTE BTU/hr | CONSUMO ACTUAL lt o mt3 / mes | \$ Mes | POOL PLEX \$ Mes | Ene | 22.0 | 159,777 | 79,694 | 80,083 | 2,143.5 | \$ 9,839 | \$ 4,354 | Feb | 22.0 | 159,777 | 97,100 | 62,677 | 1,677.6 | \$ 7,700 | \$ 3,407 | Mar | 22.0 | 159,777 | 116,725 | 43,052 | 1,152.3 | \$ 5,289 | \$ 2,340 | Abr | 23.0 | 145,086 | 126,622 | 18,464 | 494.2 | \$ 2,268 | \$ 1,004 | May | 25.0 | 114,289 | 131,571 | - | - | \$ - | \$ - | Jun | 28.0 | 64,229 | 120,991 | - | - | \$ - | \$ - | Jul | 28.0 | 64,229 | 109,216 | - | - | \$ - | \$ - | Ago | 28.0 | 64,229 | 102,561 | - | - | \$ - | \$ - | Sep | 28.0 | 64,229 | 98,124 | - | - | \$ - | \$ - | Oct | 28.0 | 64,229 | 93,175 | - | - | \$ - | \$ - | Nov | 25.0 | 114,289 | 85,496 | 28,793 | 770.7 | \$ 3,537 | \$ 1,565 | Dic | 23.0 | 145,086 | 74,403 | 70,682 | 1,891.9 | \$ 8,684 | \$ 3,843 |
| Mes | Tamb | PERDIDAS BTU/hr | GANANCIA BTU/hr | FALTANTE BTU/hr | CONSUMO ACTUAL lt o mt3 / mes | \$ Mes | POOL PLEX \$ Mes | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ene | 22.0 | 159,777 | 79,694 | 80,083 | 2,143.5 | \$ 9,839 | \$ 4,354 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Feb | 22.0 | 159,777 | 97,100 | 62,677 | 1,677.6 | \$ 7,700 | \$ 3,407 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mar | 22.0 | 159,777 | 116,725 | 43,052 | 1,152.3 | \$ 5,289 | \$ 2,340 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Abr | 23.0 | 145,086 | 126,622 | 18,464 | 494.2 | \$ 2,268 | \$ 1,004 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| May | 25.0 | 114,289 | 131,571 | - | - | \$ - | \$ - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Jun | 28.0 | 64,229 | 120,991 | - | - | \$ - | \$ - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Jul | 28.0 | 64,229 | 109,216 | - | - | \$ - | \$ - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ago | 28.0 | 64,229 | 102,561 | - | - | \$ - | \$ - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sep | 28.0 | 64,229 | 98,124 | - | - | \$ - | \$ - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Oct | 28.0 | 64,229 | 93,175 | - | - | \$ - | \$ - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nov | 25.0 | 114,289 | 85,496 | 28,793 | 770.7 | \$ 3,537 | \$ 1,565 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dic | 23.0 | 145,086 | 74,403 | 70,682 | 1,891.9 | \$ 8,684 | \$ 3,843 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

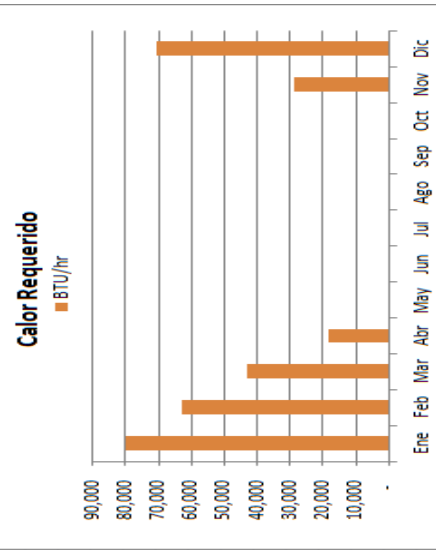


Tabla No. 12 Cálculo de Calor para acondicionar la alberca a 28°C.



“RECUPERACION DE CALOR A PARTIR DE UN SISTEMA CENTRAL DE AIRE ACONDICIONADO Y SU APLICACIÓN EN LA HOTELERIA”



Con este cálculo que considera, la temperatura ambiente, el grado de asoleamiento, velocidad promedio del viento, el calor almacenado en la alberca, y el desprendimiento por la atmosfera en la superficie,

La alberca pierde calor en el invierno debido a la inclinación solar, esto produce que la atmosfera no retenga la temperatura acostumbrada de verano, la cual se transforma en una gran pantalla negra, que transfiere el calor de la superficie de la alberca hacia la atmosfera rápidamente durante la noche. Entonces compensaremos está perdida de calor nocturno, con la recirculación de la alberca a través de un intercambiador de calor instalado en nuestro sistema de recuperación de calor.

Teniendo en cuenta que estaremos en equilibrio, ahora procedemos a hacer los cálculos de balance energía, necesarios en nuestro estudio de factibilidad.

La siguiente tabla fue extraída de los valores reportados de las tarifas aplicables a Puerto Vallarta que pertenece a la Región Centro, tipo de tarifa HM y sus características de uso y cobro.

| Región | Cargo por kilowatt de demanda facturable | Cargo por kilowatt - hora de energía de punta | Cargo por kilowatt - hora de energía Intermedia | Cargo por kilowatt - hora de energía de base |
|---------------------|--|---|---|--|
| Baja California | \$ 226.33 | \$ 1.8113 | \$ 0.8998 | \$ 0.7071 |
| Baja California Sur | \$ 217.53 | \$ 1.4532 | \$ 1.2488 | \$ 0.8836 |
| Central | \$ 156.85 | \$ 1.7362 | \$ 0.9965 | \$ 0.8329 |
| Noreste | \$ 144.21 | \$ 1.6036 | \$ 0.9252 | \$ 0.7579 |
| Noroeste | \$ 147.28 | \$ 1.6129 | \$ 0.9182 | \$ 0.7694 |
| Norte | \$ 144.91 | \$ 1.6150 | \$ 0.9342 | \$ 0.7600 |
| Peninsular | \$ 162.07 | \$ 1.6985 | \$ 0.9362 | \$ 0.7713 |
| Sur | \$ 156.85 | \$ 1.7003 | \$ 0.9523 | \$ 0.7922 |

Tabla No. 13 Costo de tarifa eléctrica HM Región Central para febrero de 2010.



Partiendo de las tarifas eléctricas y el valor del gas para el centro de Puerto Vallarta de \$ 4.70 pesos por cada litro y el costo de \$ 27.00 pesos por m³ de agua potable por SAPAG que es el organismo oficial de administración del agua potable y alcantarillado, procedemos a elaborar el balance de energía.

Debido a que el recuperador de calor interceptará al retorno de agua helada por una bomba de 3 HP, para retornar al mismo retorno, aguas abajo, mezclándose con el resto de agua no desviada, lo que prevemos el monto del 90-10%.

En la desviación tendremos aproximadamente un caudal de 72 gpm de un caudal total de 960 gpm, que al volver a mezclarse reducirá el uso de energía de la planta central en un 7.5 % de la utilización de energía. Esta energía será utilizada por el recuperador de calor de la siguiente forma:

Las unidades centrifugas tienen un desempeño de 0.65 Kw/TR a plena carga, por lo que su consumo será de 260 kw, y que al reducirse en 7.5% será de 240.5 kw.

Ahora bien revisaremos este caso como ejemplo durante el verano a plena carga, bajo el entendido que el sistema recuperador de calor tiene un rendimiento de 1.4 kw/TR.

Diferencia de consumo eléctrico = $260 - 240.5 = 19.5$ Kw.



El recuperador de calor consume eléctricamente $30 \times 1.4 = 42 \text{ Kw.}$, lo que hará que sucedan dos casos:

- 1.- Menor consumo de agua en las torres de enfriamiento.
- 2.- Con solo 22.5 kw de energía eléctrica se producirá todo el calor necesario en el proceso de calentar el agua, sin quemar combustible para el verano, donde el uso de agua caliente es marginal en comparación al invierno, especialmente considerando que en el proyecto no se suministra agua para lavandería, además de tener un ahorro adicional en el consumo del agua de reposición a las torres de enfriamiento.

Para el invierno el equipo calentará la alberca, principalmente en las noches para conservar la temperatura de 28 °C establecida como mínima de confort en el hotel Antigua Hacienda Vallarta.

Ahora veamos a grandes rasgos el caso de invierno.

Una centrífuga no puede operar a menos del 20%, por lo que deberá ser apagada y dejando sin enfriamiento el edificio durante las noches, para evitar daño en los rodamientos del motor por el empuje lateral que proviene de una contrapresión del condensador, adicional al notable incremento de la relación de consumo eléctrico por cada tonelada de refrigeración aplicada, siendo este hasta 1.4 Kw

Entonces calcularemos la demanda eléctrica gruesa en ese punto.

$80 \text{ tr} \times 1.4 \text{ kw/tr} = 112 \text{ Kw}$, conservando el mismo valor de producción para el recuperador de calor, que es de 42 Kw según el cálculo anterior, luego entonces la diferencia de consumo será:

$112 - 42 = 70 \text{ Kw}$ positivos.



Es muy importante hacer notar que en esta estación del año principalmente es cuando los consumos de agua caliente se incrementan y cuando el equipo central de refrigeración a consecuencia de la caída de la temperatura exterior consume mayor energía por cada tonelada de refrigeración suministrada y por estar muy alejada de su punto óptimo de funcionamiento.

Ahora bien mediante el software analizador de cargas se realiza un minucioso cálculo, considerando todas las variables en juego, para las diferentes condiciones de uso, las estaciones del año y los precios reales de suministro de energéticos y agua.

En este software denominado “*Costos Comparativos*” se actualizan las tarifas eléctricas actuales, el tipo de sistema de refrigeración con su consecuente tipo de condensación, el costo por m³ de agua y precio del gas por litro de suministro, la condición de la caldera y la potencia agregada en dos bombas, una la de recirculación del tanque y la otra de desvió del agua de retorno, así como el promedio de consumo de agua caliente por habitación, el número de habitaciones y la diferencia de temperatura del agua desde su extracción en la cisterna, hasta su vaciado dentro del tanque termo aislado.

El software es una base de datos y formulas que provee de todas las funciones matemáticas de cálculo y coincidencia, para computar los resultados en una tabla sencilla de interpretar, ya que con los resultados obtenidos se efectuará el retorno de inversión, considerando los costos de la instalación y puesta en marcha del sistema.



La siguiente tabla es el resultado del balance, donde se pueden observar los valores de energéticos y del agua necesaria en la condensación de los equipos de refrigeración tipo centrífugo instalados en el hotel Antigua Hacienda Vallarta, así como los valores económicos de consumo tanto del sistema actual, como de la propuesta de recuperación de calor.

El resultado de la tabla muestra los valores para cada mes de acuerdo a cada estación del año, los valores económicos de la energía eléctrica, el litro de gas, y el m³ del agua en los siguientes tres segmentos:

- 1.- El primero coincidente al balance de energía del sistema actual de refrigeración, incluyendo la caldera para la generación de agua caliente.
- 2.- El segundo incluye los valores reducidos del sistema considerando la adecuación del recuperador de calor.
- 3.- Y por último el valor del consumo eléctrico del equipo recuperador de calor.



“RECUPERACION DE CALOR A PARTIR DE UN SISTEMA CENTRAL DE AIRE ACONDICIONADO Y SU APLICACIÓN EN LA HOTELERÍA”



| Continuación de Estudio No. 2 de fecha 11/Feb/10 | | Cliente HOTEL ANTIGUA HACIENDA VALLARTA | | | |
|--|------------------|---|--------------|-----------------|--|
| BASES DE CALCULO PARA ESTUDIO COMPARATIVO | | | | | |
| <u>C O N S U M O S M E N S U A L E S</u> | | | | | |
| | <u>PRIMAVERA</u> | <u>VERANO</u> | <u>OTOÑO</u> | <u>INVIERNO</u> | |
| <u>EQUIPO ACTUAL (Con caldera)</u> | | | | | |
| HORAS EFVAS. OPERACION | 530 | 639 | 476 | 250 | |
| KWHR POR MES | | | | | |
| Base | 29,816 | 40,471 | 25,261 | 19,512 | |
| Intermedia | 121,165 | 144,829 | 94,470 | 57,159 | |
| Punta | 14,326 | 17,802 | 27,170 | 18,293 | |
| Día | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| DEMANDA MAXIMA KW | | | | | |
| Base | 171 | 233 | 146 | 106 | |
| Intermedia | 289 | 316 | 271 | 0 | |
| Punta | 260 | 304 | 264 | 146 | |
| DEMANDA FACTURABLE KW | 264 | 306 | 265 | 147 | |
| AGUA CONSUMIDA - M3 | 1,907 | 2,299 | 1,713 | 1,042 | |
| COMBUSTIBLE (Calent. agua) | 11,826 | 11,826 | 11,826 | 11,826 | |
| <u>EQUIPO ACTUAL (Reducido)</u> | | | | | |
| HORAS EFVAS. OPERACION | 500 | 609 | 448 | 260 | |
| KWHR POR MES | | | | | |
| Base | 27,774 | 37717 | 23,814 | 17,960 | |
| Intermedia | 113,562 | 138,857 | 88,042 | 53,471 | |
| Punta | 13,367 | 16,966 | 25,327 | 15,242 | |
| Día | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| DEMANDA MAXIMA KW | | | | | |
| Base | 159 | 218 | 137 | 100 | |
| Intermedia | 274 | 306 | 266 | 141 | |
| Punta | 244 | 292 | 248 | 137 | |
| DEMANDA FACTURABLE KW | 248 | 294 | 249 | 137 | |
| AGUA CONSUMIDA - M3 | 1,800 | 2,192 | 1,606 | 935 | |
| <u>CO-THERM</u> | | | | | |
| HORAS EFVAS. OPERACION | 396 | 396 | 396 | 396 | |
| KWHR POR MES | | | | | |
| Base | 4,407 | 4,407 | 4,407 | 4,407 | |
| Intermedia | 11,762 | 11,762 | 10,283 | 10,283 | |
| Punta | 1,469 | 1,469 | 2,836 | 2,836 | |
| Día | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| DEMANDA MAXIMA KW | | | | | |
| Base | 24 | 24 | 24 | 24 | |
| Intermedia | 24 | 24 | 24 | 24 | |
| Punta | 24 | 24 | 24 | 24 | |

| <u>ENERGIA ELECTRICA</u> | |
|---------------------------------|---------|
| REGION | Central |
| TARIFA | J1-M |
| COTIZAS POR Kwh: | |
| Base | \$0.94 |
| Intermedia | \$0.97 |
| Punta | \$1.15 |
| Día (Tarifa O-M) | \$0.00 |
| DEMANDA MAX \$/KW | \$11.83 |

| <u>AGUA</u> | |
|--------------------|---------|
| PRECIO / UNIDAD | \$27.00 |

| <u>COMBUSTIBLE</u> | |
|---------------------------|--------|
| TIPO | Gas LP |
| PRECIO / Litro | \$4.70 |

Tabla No. 14 Base de cálculo para estudio comparativo.



“RECUPERACION DE CALOR A PARTIR DE UN SISTEMA CENTRAL DE AIRE ACONDICIONADO Y SU APLICACIÓN EN LA HOTELERIA”



Esta tabla ha tomado en cuenta el perfil normal de carga de un hotel típico de playa en las diferentes estaciones del año (primavera, verano, otoño e invierno), el costo del suministro eléctrico en sus diferentes horarios (base, intermedia y punta, así como la demanda) para la región central tipo H-M denominada por la CFE, el costo por m³ del agua publicado por CEAPAL Vallarta contra el desuso del gas por la caldera.

Compara como utiliza la energía el sistema de aire acondicionado central actual, los gastos de suministro de agua para la condensación, así como los costos de gas LP para calentamiento de agua en el Conjunto Acueducto, contra la reducción de consumo de energía eléctrica, agua y gas por la implementación del sistema recuperador de calor, el cual se resume en la siguiente tabla.



**“RECUPERACION DE CALOR A PARTIR DE UN SISTEMA CENTRAL DE
AIRE ACONDICIONADO Y SU APLICACIÓN EN LA HOTELERÍA”**



| ESTUDIO COMPARATIVO DE COSTOS DE OPERACION | | | | | |
|--|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Elaborado especialmente para: | | | | Estudio No. | 2 |
| HOTEL ANTIGUA HACIENDA VALLARTA | | | | Fecha | 11/Feb/10 |
| C O S T O S M E N S U A I E S | | | | | |
| | <u>PRIMAVERA</u> | <u>VERANO</u> | <u>OTOÑO</u> | <u>INVIERNO</u> | <u>PROMEDIO</u> |
| <u>EQUIPO ACTUAL (Con caldera)</u> | | | | | |
| Centrifuga TECSIR (Agua de Torre) | | | | | |
| 400 TR | | | | | |
| ENERGIA ELECTRICA | 165,010 | 202,427 | 149,682 | 94,211 | 162,829 |
| CONSUMO AGUA DE TORRE | 51,497 | 62,082 | 46,248 | 26,138 | 46,991 |
| TRATAMIENTO AGUA DE TORRE | 1,370 | 1,551 | 1,230 | 749 | 1,250 |
| COMBUSTIBLE (Calentamiento de agua) | 55,580 | 55,580 | 55,580 | 55,580 | 55,580 |
| SUMA | \$273,462 | \$321,740 | \$252,720 | \$176,678 | \$256,650 |
| <u>EQUIPO ACTUAL (Auxiliado con Co-Therm)</u> | | | | | |
| Centrifuga TECSIR (Agua de Torre) | | | | | |
| 400 TR | | | | | |
| ENERGIA ELECTRICA (Equipo reducido) | 154,474 | 192,779 | 139,589 | 87,873 | 143,829 |
| CONSUMO AGUA DE TORRE | 48,610 | 59,195 | 43,361 | 25,253 | 44,105 |
| TRATAMIENTO AGUA DE TORRE | 1,293 | 1,575 | 1,153 | 672 | 1,173 |
| ENERGIA ELECTRICA (Co-Therm) | 17,508 | 17,508 | 17,777 | 17,777 | 17,641 |
| SUMA | \$221,883 | \$271,055 | \$201,880 | \$131,574 | \$206,508 |
| REDUCCION DEL COSTO | \$51,579 | \$50,685 | \$50,840 | \$47,105 | \$50,052 |
| PORCENTAJE | 18.9% | 15.8% | 20.1% | 26.4% | 20.3% |

Tabla No. 15 Resumen de resultados



“RECUPERACION DE CALOR A PARTIR DE UN SISTEMA CENTRAL DE AIRE ACONDICIONADO Y SU APLICACIÓN EN LA HOTELERIA”



De la tabla No. 15 se extraen los siguientes datos importantes para el cálculo de retorno de inversión.

| | Primavera | Verano | Otoño | Invierno | Promedio |
|--|---------------------|-----------------------|---------------------------------|----------------------------|--------------------|
| Meses del año. | Marzo, Abril y Mayo | Junio, Julio y Agosto | Septiembre, Octubre y Noviembre | Diciembre, Enero y Febrero | Todos |
| Ahorros de combustible. | \$ 55,580.00 | \$ 55,580.00 | \$ 55,580.00 | \$ 55,580.00 | \$ 55,580.00 |
| Ahorros totales por implementación sistema de recuperación de calor. | \$ 51,579.00 | \$ 50,685.00 | \$ 50,840.00 | \$ 47,105.00 | \$ 50,052.00 |
| Consumo Neto de Energía Eléctrica del Recuperador de Calor. | \$ 4,001.00 | \$ 4,895.00 | \$ 4,740.00 | \$ 8,475.00 | \$ 5,528.00 |

Valores en Pesos Mexicanos.

Tabla No. 16 Consumo Neto de Energía Eléctrica del Recuperador de Calor.



“RECUPERACION DE CALOR A PARTIR DE UN SISTEMA CENTRAL DE AIRE ACONDICIONADO Y SU APLICACIÓN EN LA HOTELERIA”



Se observa fácilmente que en promedio el ahorro es de **\$ 50,052.00 pesos** por mes, y que con el anual directo seria de **\$ 600,624.00 pesos**.

Se elabora un presupuesto de retorno de inversión detallado mes a mes, considerando los ahorros de combustible y la adición del consumo neto de energía eléctrica por el sistema de recuperación de calor, y a fin de encontrar el punto de equilibrio, tabularemos el acumulado de ahorros y consumos.

Para calcular los ahorros anuales preparamos una tabla basada en los datos de la tabla anterior, los datos históricos de consumo suministrados por el hotel, el presupuesto de ocupación, así como los gastos del año 2010, obteniéndose los siguientes resultados



| HOTEL ANTIGUA HACIENDA VALLARTA | | | | |
|--|--|---------------------------------|--|--------------------------------------|
| Tabla de simulación de ahorros para un equipo recueprador de calor | | | | |
| Año completo incluyendo 222 habitaciones, restaurantes asociados y alberca. | | | | |
| Basado en los consumos de 2007. | | | | |
| BASE HISTORICA DE DATOS PARA 2007 | | | | |
| MESES DE 2007 | OCUPACION DE LAS 222 HABITACIONES | LITROS DE GAS CONSUMIDOS | PRECIO DEL GAS CONSUMIDO A LOS PRECIOS ACTUALES | LITROS POR HABITACION OCUAPDA |
| Jul-07 | 78% | 11,520 | \$54,144 | 2.14 |
| Aug-07 | 61% | 11,618 | \$54,605 | 2.77 |
| Sep-07 | 51% | 9,600 | \$45,120 | 2.82 |
| Oct-07 | 56% | 9,720 | \$45,684 | 2.50 |
| Nov-07 | 75% | 11,865 | \$55,766 | 2.37 |
| Dec-07 | 70% | 13,472 | \$63,318 | 2.80 |
| Jan-07 | 80% | 13,380 | \$62,886 | 2.43 |
| Feb-07 | 87% | 12,120 | \$56,964 | 2.23 |
| Mar-07 | 82% | 12,342 | \$58,007 | 2.18 |
| Apr-07 | 68% | 12,357 | \$58,078 | 2.72 |
| May-07 | 62% | 12,650 | \$59,455 | 2.96 |
| Jun-07 | 54% | 11,211 | \$52,692 | 3.10 |
| Total | 69% | 141,855 | P\$666,719 | 2.55 |
| 2010(Feb) Costo de Litro de Gas LP | | | P\$4.70 | |
| Estimado incremento del costo de gas | | | P\$4.89 | 4.0% |

Tabla No. 17 Base histórica de datos para 2007.



| PORCENTAJE DE CUPACION Y GASTOS 2010/11. | | |
|---|--|---|
| PRESUPEUSTO DE HABITACIONES OCUPADAS PARA 2010/11. | PRESUPEUSTO DE GASTO PARA 2010 EN COMBUSTIBLE | PRESUPEUSTO EN PESOS DE CONSUMO DE GAS PARA 2010 |
| 57% | 12,177 | \$57,233 |
| 73% | 11,828 | \$55,592 |
| 55% | 11,415 | \$53,651 |
| 54% | 11,593 | \$54,488 |
| 69% | 10,922 | \$51,335 |
| 63% | 13,445 | \$63,192 |
| 76% | 13,241 | \$64,722 |
| 90% | 11,038 | \$53,954 |
| 85% | 12,664 | \$61,902 |
| 86% | 12,739 | \$62,267 |
| 62% | 13,219 | \$64,616 |
| 76% | 11,987 | \$58,590 |
| 70% | 146,269 | P\$701,543 |

Tabla No. 18 Presupuesto de ocupación para los años 2010 y 2011.



| Ahorros con el Recueprador de Calor | | | | |
|--|---|--|---|---|
| Meses 2010 / 2011 | Promedio de litros de gas LP ahorrados por el recueprador de | Precio estimado del ahorro de gas LP. | Costo Neto mensual de operar el recuperador de calor | Costo total de ahorros por el uso del reuperador de calor en |
| Jul-10 | 11826 | P\$ 55,580 | P\$ 4,895 | P\$ 50,685 |
| Aug-10 | 11826 | P\$ 55,580 | P\$ 4,895 | P\$ 50,685 |
| Sep-10 | 11826 | P\$ 55,580 | P\$ 4,740 | P\$ 50,840 |
| Oct-10 | 11826 | P\$ 55,580 | P\$ 4,740 | P\$ 50,840 |
| Nov-10 | 11826 | P\$ 55,580 | P\$ 4,740 | P\$ 50,840 |
| Dec-10 | 11826 | P\$ 55,580 | P\$ 8,475 | P\$ 47,105 |
| Jan-11 | 11826 | P\$ 57,803 | P\$ 10,698 | P\$ 47,105 |
| Feb-11 | 11826 | P\$ 57,803 | P\$ 10,698 | P\$ 47,105 |
| Mar-11 | 11826 | P\$ 57,803 | P\$ 6,224 | P\$ 51,579 |
| Apr-11 | 11826 | P\$ 57,803 | P\$ 6,224 | P\$ 51,579 |
| May-11 | 11826 | P\$ 57,803 | P\$ 6,224 | P\$ 51,579 |
| Jun-11 | 11826 | P\$ 57,803 | P\$ 7,118 | P\$ 50,685 |
| | 141,906 | P\$680,299 | P\$79,672 | P\$600,627 |

Tabla No. 19 Ahorros Anuales con el Recuperador de Calor.

Para lograr demostrar el rendimiento en un periodo de 36 meses de uso, se toman en cuenta los datos del ahorro de combustible, menos la energía eléctrica neta consumida por el equipo recuperador de calor.

Ya con los resultados se elabora el detalle en la siguiente tabla de amortización que toma en cuenta además el costo del sistema completo, como inversión inicial de venta o en plan bien lo compara contra un plan de renta mensual contratado en el mismo plazo de 36 meses.



“RECUPERACION DE CALOR A PARTIR DE UN SISTEMA CENTRAL DE AIRE ACONDICIONADO Y SU APLICACIÓN EN LA HOTELERIA”



La tabla de amortización nos detalla que al mes 18 se recupera la inversión en el caso de venta y que en el caso de renta, la diferencia a favor es \$ 18,331.00 Dólares Americanos, contra el consumo acostumbrado en combustibles.

Debido a que los insumos de mayor costo del proyecto son de procedencia extranjera, la tabla de amortización se ha construido en Dólares Americanos a fin de tener una referencia más certera, ya que el tipo de cambio puede afectar drásticamente la presentación de resultados en caso de presentarse una diferencia de cambio sustancial.



CAPITULO 5.

EVALUACIÓN DE RESULTADOS.





5. 1 Estudio de factibilidad.

Teniendo una tecnología actual para la recuperación de calor podemos obtener agua fría y agua caliente, el sistema recuperador de calor nos da ahorro de combustible (Gas LP) y ahorro de energía, este sistema nos va a beneficiar económicamente, técnicamente y en lo comercial para un mejor servicio de calidad en el hotel Hotel Antigua Hacienda Vallarta. Ya que con este sistema de recuperación de calor vamos a proteger el medio ambiente dejando de emitir CO₂.

Haciendo un estudio de mercado el Hotel Antigua Hacienda Vallarta tiene las características necesarias para poder desarrollar nuestro proyecto.

1. Tiene una ocupación del 60% promedio anual.
2. Sistema central de enfriamiento.
3. Sistema central de calefacción.
4. No tiene lavandería.
5. La caldera es muy antigua.

Realizando el estudio de mercado, consideramos el consumo anual de combustible y el consumo de energía eléctrica, que tiene el sistema central de calefacción (calderas), y el sistema central de refrigeración (Generadores de agua helada).



5.2 Tablas de resumen para ahorros propuestos.

| HOTEL ANTIGUA HACIENDA VALLARTA | | | 12-feb-10 |
|--|---------------------------------|---|--|
| AHORROS | Modelo | Eliminación Anual de Combustible (Liters) | Reducción Energética Anual. (US\$) |
| | Agua Caliente para habitaciones | CT-200 | 141,906 |
| Calentamiento de alberca | CuNi Heat Exchanger | 0 | \$0 |
| | | 141,906 | \$52,331 |
| | | | * 2010/11 precio por litro de LP PS\$4.70 / PS\$4.89 & 13.00 de tipo de cambio |

Tabla No. 21 Ahorro de combustible anual, menor contaminación de CO2.



“RECUPERACION DE CALOR A PARTIR DE UN SISTEMA CENTRAL DE AIRE ACONDICIONADO Y SU APLICACIÓN EN LA HOTELERIA”



| INVERSION | Modelo | Precio Total de Equipo e Instalación (US\$) | Contrato de Renta a 36 meses (US\$) | Costo de Mantenimiento y Monitoreo Mensual (US\$) | Gastos Anuales (US\$) |
|---|---------------|--|--|--|--------------------------|
| Agua Caliente para 222 habitaciones, restaurantes asociados y dos meses de calentamiento de alberca | CT-200 + CuNi | \$80,000 | \$2,500 | \$350 | \$34,200 |
| | | \$80,000 | \$2,500 | \$350 | \$34,200 |

Tabla No. 22 Indicación del costo del equipo, pago de renta a 36 meses y mantenimiento mensual.



“RECUPERACION DE CALOR A PARTIR DE UN SISTEMA CENTRAL DE AIRE ACONDICIONADO Y SU APLICACIÓN EN LA HOTELERIA”



| | OPCION DE RENTA A 36 MESES | | OPCION DE COMPRA | | |
|---|----------------------------|---------------------------------|--|--|--|
| | Ahorros anuales (US\$) | Gastos de renta anual (US\$) | Beneficio obtenidos de renta (US\$) | PRECIO TOTAL DE EQUIPO E INSTALACION (US\$) | Retorno de inversión en meses. (months) |
| Comparación Acumulativa | | | | | |
| Agua Caliente para 222 habitaciones, restaurantes asociados y dos meses de calentamiento de alberca | \$52,331 | \$34,200 | \$18,131 | \$80,000 | 18 |
| | \$52,331 | \$34,200 | \$18,131 | \$80,000 | 18.3 |

Tabla No. 23 Se tienen dos opciones factibles para realizar el pago del sistema recuperador de calor.



5.3 Condiciones comerciales de aplicación.

Caso No. 1 Venta. El cliente deberá aportar el 50% de anticipo para realizar la instalación del sistema recuperador de calor y al término de la instalación liquidar el saldo del sistema recuperador de calor, con el fin de obtener un retorno de inversión derivado del ahorro de combustible en 18.3 meses.

Caso No. 2 Renta. El cliente deberá otorgar el anticipo de 3 meses y la firma de contrato por 36 meses de renta, para iniciar la fabricación e instalación del sistema, y subsecuentemente el pago mensual en el mismo periodo.

Una vez definida la opción de adquisición y cumplidos los requisitos, el sistema se instalará en un periodo de 14 semanas para obtener los resultados definidos en el resumen de gráficos. La operación de instalación y puesta en operación es motivo de otro estudio.

El resumen de gráficos nos da a simple vista los beneficios de la utilización del Sistema de Recuperación de Calor, en lugar de calentar el agua de uso en el Proyecto Acueducto del Hotel Antigua Hacienda Vallarta mediante calderas que utilizan combustible, aportando calor atmosférico, las consecuentes emisiones de CO₂ adicionalmente ahorros en el pago de las facturas de combustible.



CONCLUSIONES.

AHORRA DINERO:

Reduce o elimina las facturas de diesel o gas de las calderas.

Reduce el consumo de electricidad del aire acondicionado.

Reduce el mantenimiento de las calderas.

BAJO RIESGO:

Elimina el riesgo de aumento de combustible (Diesel o Gas LP).

Compra del sistema recuperador de calor con retorno de inversión 24 o 36 meses.

ECOLOGICO:

Preocupación por la contaminación al medio ambiente y el calentamiento global.

Se reducen emisiones de contaminación de CO₂.

Oportunidad de recibir bonos de carbono.

El sistema de recuperación de calor se puede impulsar en todo el mercado hotelero, reduciendo costos operativos y emitiendo menos contaminación al medio ambiente.



GLOSARIO DE TERMINOS

CO₂ Bióxido de carbono.- Gas incoloro, inodoro e incombustible que se encuentra en baja concentración en el aire que respiramos (en torno a un 0,03% en volumen). Se genera cuando se quema cualquier sustancia que contiene carbono.

Caldera.- Aparato que transforma la energía de un combustible en calor calentando un fluido, agua o aire que circula por ella.

Calefacción.- es una forma de climatización que consiste en satisfacer el equilibrio térmico cuando existe una pérdida corporal de calor, disipada hacia el ambiente, mediante un aporte calórico que permite una temperatura ambiente confortable.

Calentamiento global.- Aumento de la temperatura media de la superficie terrestre, considerado como un síntoma y una consecuencia del cambio climático.

Calor.- Forma de energía causada por la vibración rápida de las moléculas que componen un material.

Calor sensible.- Es el calor empleado en la variación de temperatura, de una sustancia cuando se le comunica o sustrae calor.

Calor latente.- Es el calor que, sin afectar a la temperatura, es necesario adicionar o sustraer a una sustancia para el cambio de su estado físico. Específicamente en psicrometría, el calor latente de fusión del hielo es $h_f = 79,92$ Kcal/kg.



Calor total.- Es la suma del calor sensible y el latente en kilocalorías, por kilogramo de una sustancia, entre un punto arbitrario de referencia y la temperatura y estado considerado.

Calor residual.- Energía calorífica que no ha sido utilizada en un proceso industrial térmico y es descargada a la atmósfera, suelo o aguas circundantes, en forma de calor.

Carbón.- Sedimento fósil orgánico sólido, combustible, negro, formado por restos de vegetales y solidificado por debajo de capas geológicas.

Combustible fósil.- Sustancias combustibles proceden de residuos vegetales o animales almacenados en periodos de tiempo muy grandes. Son el petróleo, gas natural, carbón esquistos bituminosos, pizarras y arenas asfálticas.

Combustión.- Reacción química del oxígeno (comburente) con una sustancia (combustible). La combustión es una reacción exotérmica.

Corrosión.- El deterioro de un material a consecuencia de un ataque electroquímico por su entorno.

Chumacera.- Pieza de metal o madera, con una muesca en que descansa y gira cualquier eje de maquinaria.

Gas natural.- Gas combustible, rico en metano, que proviene de yacimientos naturales. Contiene cantidades variables de los hidrocarburos más pesados que se licúan a la presión atmosférica, así como vapor de agua; puede contener, también, compuestos sulfurados, como son el gas carbónico, nitrógeno o helio.



Impacto ambiental.- el efecto que produce una determinada acción humana sobre el medio ambiente en sus distintos aspecto.

Ozono.- Molécula triatómica de oxígeno que se produce principalmente en la alta estratósfera por la disociación que de moléculas provocada por las radiaciones ultravioletas que emite el sol. Este gas absorbe las radiaciones ultravioletas emitidas por el sol en la gama de longitudes de onda de 0.2 a 0.3 micras. La mayor concentración de este elemento se encuentra entre los 20 y 25 Km de altitud, en la ozonósfera.

Sostenible.- Dicho de un proceso que puede mantenerse por sí mismo, como lo hace, por ejemplo, un desarrollo económico sin ayuda exterior ni merma de los recursos existentes.

Sustentable.- Capacidad de un sistema (ecosistema, comunidad, cultivo) para sostenerse y regenerarse a partir de los medios propios que le rodean, sin depredarlos.

Vapor sobrecalentado.- Cuando la temperatura de un vapor es mayor que la temperatura de saturación.



ANEXOS

| | Figuras | Tablas | Gráficas |
|----|---|----------------------------|---|
| 1 | Ciclo de refrigeración | Limites de operación | Conocimiento de la nueva tecnología |
| 2 | Diagrama esquemático | Limites de temperatura IP | Interés por la nueva tecnología |
| 3 | Unidad recuperadora de calor | Limite de flujo IP | Hoteles con sistema central de Aire acondicionado |
| 4 | Modelos condensador simple | Limite de temperatura SI | Hoteles con sistema central de calefacción |
| 5 | Modelos de 2 condensadores | Limite de flujo SI | Tipo de combustible usado |
| 6 | Servicio de agua caliente | Servicio de agua caliente | Hoteles con altos precios de combustible |
| 7 | Comparativo de utilización de combustible | Actividades y duración | Hoteles interesados en eliminar uso de combustibles |
| 8 | Mapa de la republica | Energéticos y ocupación | Hoteles con conocimiento acerca del CO ₂ |
| 9 | Vista aérea de puerto Vallarta | Calibración de consumos | Ocupación del hotel |
| 10 | Vista panorámica de Puerto Vallarta | Consumos promedio | |
| 11 | Red de nodos | Cálculo del calor | |
| 12 | Grafica de Gantt | Costos de tarifa eléctrica | |
| 13 | Caldera actual | Base de cálculo | |
| 14 | Unidad central de aire acondicionado | Resumen de resultados | |
| 15 | Unidad central de aire acondicionado | Consumo neto de energía | |
| 16 | Base sobre instalación | Base histórica | |
| 17 | Tubería de retorno | Presupuesto de ocupación | |
| 18 | Tablero eléctrico | Ahorros anuales | |
| 19 | Isométrico de instalación de unidad recuperadora de calor | Amortización | |
| 20 | Calculo de rendimientos | Ahorro de combustible | |
| 21 | Alberca conjunto | Indicación de costo | |
| 22 | | Opciones factibles | |



BIBLIOGRAFIA

“Principios de refrigeración”

Roy J. Dossat, Cia. Editorial Continental, S.A. de C.V.

2002 ASHRAE Handbook. Refrigeration I-P Edition.

McQuay International www.mcquay.com

Carrier Corporation www.carrier.com (software de balance energético)

<http://pub.unwto.org/epages/Store.sf>

www.usc.es/~economet/Guia-tema3-turismo

www.cec.iiec.unam.mx/interiores/muestras/pptturismo

<http://www.turismosustentable.org>

http://www.lariocc.net/riocc_principal/es/glosario

<http://es.wiktionary.org/wiki/calor>

<http://guia.mercadolibre.com.ar/definiciones-aire-acondicionado>

<http://www.algelpgc.es/index.php>

<http://es.wikipedia.org/wiki/>

<http://smn.cna.gob.mx/glosario/glos-o.html>

<http://www.airesdecampo.com/glosario.asp>

www.cfe.tarifaselectricas.gob.mx

www.seapal.com

www.zetagas.com