



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA ELÉCTRICA**

**Análisis del sistema de refrigeración para incrementar el
coeficiente de performance – planta agrovisión Olmos**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Mecánico Electricista**

AUTOR:

Córdova Amaya, Yantz Antony (ORCID: 0000-0002-2215-3919)

ASESOR:

Dr. Carranza Montenegro, Daniel (ORCID: 000-0001-6743-6915)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Modelamiento y Simulación de Sistemas Electromecánicos

CHICLAYO - PERÚ

2020

Dedicatoria

La presente es dedicada a mi esposa y mi pequeño hijo por ser parte importante en mi vida, por estar siempre impulsándome a ser cada día mejor padre y mejor estudiante teniendo siempre la humildad por delante.

Córdova Amaya Yantz Antony

Agradecimiento

Agradezco infinitamente a mi familia por su apoyo incansable, en la formación personal como profesional, por esta gran alegría de culminar este trabajo de investigación satisfactoriamente

A la Universidad Cesar Vallejo por todo su apoyo y facilidades para concretar este trabajo de investigación y así lograr nuestro objetivo.

A los docentes que me han formado profesionalmente dentro de mi vida académica ya que pusieron lo necesario para poder emprender el camino de la investigación y sobre todo por haber brindado sus conocimientos hacia mí persona.

Córdova Amaya Yantz Antony

Índice de Contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de Contenidos.....	iv
Índice de Tablas.....	vi
Índice de Gráficos y Figuras	vii
Resumen.....	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	10
II. MARCO TEÓRICO.....	13
III. METODOLOGÍA.....	20
3.1 Tipo y Diseño de Investigación.....	20
3.2 Variables, Operacionalización.....	21
3.2.1 Variable Independiente.....	21
3.2.2 Variable Dependiente.....	21
3.3 Población y Muestra.....	21
3.3.1 Población.....	21
3.3.2 Muestra.....	21
3.4 Técnica e Instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	21
3.4.1 Técnicas de recolección de datos.....	21
3.4.2 Instrumentos de recolección de datos.....	22
3.4.3 Validez.....	23
3.4.4 Confiabilidad.....	23
3.5 Métodos de Análisis de Datos.....	23
3.6 Aspectos Éticos.....	23
IV. RESULTADOS.....	24

V. DISCUSIÓN.....	41
VI. CONCLUSIONES.....	43
VII. RECOMENDACIONES.....	44
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45
ANEXOS.....	47

Índice de Tablas

Tabla 1 Resumen de los parámetros de funcionamiento.....	28
Tabla 2 Software SOLKANE (Valores extraídos del diagrama).	37
Tabla 3 Resumen de los parámetros de funcionamiento después de las mejoras	40

Índice de Gráficos y Figuras

Gráficos y Figuras 1 Esquema de Combinación de 2 ciclos Rankine.....	14
Gráficos y Figuras 2 Condensador enfriado por agua de doble tubo	17
Gráficos y Figuras 3 Condensador Multitubular Horizontal	18
Gráficos y Figuras 4 Condensador de aire de convección natural.....	18
Gráficos y Figuras 5 Disposición de tubos y aletas en un condensador de aire forzado.....	19
Gráficos y Figuras 6 Condensador Evaporativos.....	20
Gráficos y Figuras 7 Ciclo de refrigeración con el sistema R22	26
Gráficos y Figuras 8 Diagrama de sistema de refrigeración - planta Agrovisión Olmos.....	36
Gráficos y Figuras 9 Ciclo de refrigeración después de las mejoras.	37

Resumen

A nivel internacional los sistemas de refrigeración son indispensables en los procesos industriales debido a que permite la conservación de diversos elementos que a condiciones de temperaturas normales no tendría gran conservación.

Mientras que a nivel local la planta Agrovisión Olmos, es una empresa que se dedica a desarrollar procedimientos industriales en las cuales se necesita la conservación de la materia prima entonces para lo cual el problema principal es que los equipos de refrigeración que emplea (tales como congeladoras y neveras), no desarrollan un nivel de trabajo eficiente en la transferencia de energía térmica de manera homogénea, para lo cual se planteó como objetivo general realizar un análisis del sistema de refrigeración para incrementar su coeficiente de performance de la planta Agrovisión Olmos, teniendo como resultados que los Parámetros de Funcionamiento de los dispositivos que conforman el sistema de refrigeración en la planta Agrovisión Olmos teniendo que el coeficiente de funcionamiento es 8.88, el coeficiente de operación es de 6.39, la relación de compresión es de 2.35, el rendimiento del compresor es de 0.88 y la eficiencia total del ciclo es de 0.72. Del análisis del sistema de refrigeración se determinó el estado técnico de los equipos del sistema de refrigeración y se obtuvo como resultados que el funcionamiento normal de los equipos no era el adecuado, por lo tanto se aplicó mantenimiento correctivo en el sistema eléctrico y mantenimiento preventivo en el compresor, condensador, evaporador y elementos auxiliares. Se determinó el COP teniendo para ello que el coeficiente de funcionamiento $COP_{RC} = 15.48$, el coeficiente de operación es $COP_R = 11.44$ y la eficiencia total del ciclo es de 0.74

Palabras clave: sistemas de refrigeración, coeficiente de operación, coeficiente de funcionamiento, relación de compresión

Abstract

At the international level, refrigeration systems are essential in industrial processes because they allow the conservation of various elements that at normal temperatures would not have great conservation.

While at the local level the Agrovisión Olmos plant is a company that is dedicated to developing industrial procedures in which the conservation of raw materials is needed, for which the main problem is that the refrigeration equipment it uses (such as freezers and refrigerators), do not develop an efficient level of work in the transfer of thermal energy in a homogeneous way, for which it was proposed as a general objective to carry out an analysis of the refrigeration system to increase its coefficient of performance of the Agrovisión Olmos plant, having as results that the Operating Parameters of the devices that make up the refrigeration system in the AGROVISION OLMOS plant having the operating coefficient is 8.88, the operating coefficient is 6.39, the compression ratio is 2.35, the compressor performance is 0.88 and the total cycle efficiency is 0.72. From the analysis of the refrigeration system, the technical condition of the refrigeration system equipment was determined and it was obtained as a result that the normal operation of the equipment was not adequate, therefore corrective maintenance was applied to the electrical system and preventive maintenance was applied in the compressor, condenser, evaporator and auxiliary elements. The COP was determined having for it that the operating coefficient $COP_{RC} = 15.48$, the operating coefficient is $COP_R = 11.44$ and the total cycle efficiency is 0.74

Keywords: refrigeration systems, operating coefficient, operating coefficient, compression ratio

I. INTRODUCCIÓN.

A nivel internacional los sistemas de refrigeración son indispensables en los procesos industriales debido a que permite la conservación de diversos elementos que a condiciones de temperaturas normales no tendría gran conservación. Dentro de estos procesos de conservación estos sistemas utilizan refrigeración por condensadores ya sea por procesos de convección forzada o los condensadores enfriados por aire forzado, en tal sentido el gran problema de estos sistemas son las paradas imprevistas por fallas en estos elementos llamados condensadores trayendo con esto la poca eficiencia de operación y por ende pérdidas económicas (CORONEL, 2015).

“Los sistemas de refrigeración tienden a ser métodos con costos bajos en comparación a los demás, los consumos energéticos e implantaciones que requiere para refrigerar y mantener los productos a temperaturas programada definidas por el usuario, el gran problema que se tiene es que las industrias muy poco se preocupan por dar mantenimiento del condensador de enfriamiento en tal sentido la falla de este equipo ocasiona funcionamientos no óptimos” (AGUILÓ, 2013)

En el Perú los sistemas de refrigeración son elementos usados mayormente en las industrias en la cual implique procedimientos de conservación de materia prima para lo cual se manifiesta la gran problemática que se tiene con estos equipos de enfriamiento ya que no trabajan con buena eficiencia teniendo por consiguientes pérdidas en los procesos industriales para lo cual son usados, estas reparaciones de los condensadores afectan económicamente ya que se generan paradas imprevistas desatando con esto que gran cantidad de materia prima sea desechada debido a su mala conservación (AGUILAR, 2016).

Mientras que a nivel local la planta Agrovisión Olmos es una empresa que se dedica a desarrollar procedimientos industriales en las cuales se necesita la conservación de la materia prima entonces para lo cual el problema principal es que las máquinas que refrigeran se emplean como son congeladores y refrigeradoras, no están

desarrollando niveles eficientes de operación al momento de transferir energía térmica homogéneamente.

Las capacidades para almacenarlas de estas máquinas son limitadas, pues no comprueban de manera fácil las condiciones en conservación del producto.

Esto debido a que no se cuenta con un registro de parámetros de funcionamiento de los condensadores de enfriamiento componente primordial en dichos sistemas de refrigeración ocasionando grandes pérdidas económicas ya que el único mantenimiento que se realiza es el correctivo, teniendo en cuenta que dichos sistemas no trabajan eficientemente gran cantidad de producto es desechado debido a la poca eficiencia que muestran sus sistemas de refrigeración.

Para lo cual se planteó el siguiente problema de investigación:

¿Cómo incremento el coeficiente de performance del sistema de refrigeración en la planta Agrovisión Olmos, mediante un análisis?

Se tiene una justificación técnica ya que la aplicación tecnológica en el incremento del performance, a través del análisis del sistema de refrigeración para incrementar su coeficiente de performance de la planta Agrovisión Olmos, es necesario, porque incorporan mejoramientos de todo el sistema de refrigeración de planta, llevando a un incremento en la parte automatizada pues esto permite una reducción en paradas intempestivas, simplificando las operaciones de los trabajadores.

La presente investigación se justifica económicamente ya que el análisis del sistema de refrigeración para incrementar su coeficiente de performance de la planta Agrovisión Olmos, permitió reducir los costos operativos en mantenimientos, reducir el uso en maquinarias y equipos, ayuda a bajar la merma de producción por capacidades deficientes en torno a refrigerar los productos. Esto permite incrementar la producción de la organización, en producir como en recursos.

Se justifica ambientalmente ya que mejorando los sistemas de refrigeración incrementando el coeficiente de performance en la planta Agrovisión Olmos tener una reducción en los consumos de energía que en la actualidad tiene, contribuyendo a la disminución de gases que contaminan y producen las máquinas que trabajan, por otro lado, contara con menos desperdicios producto de que se deteriora la materia.

Conociendo la problemática en la planta Agrovisión Olmos con respecto a sus sistemas de refrigeración se planteó el siguiente objetivo general:

Determinar el análisis del sistema de refrigeración para incrementar su coeficiente de performance de la planta Agrovisión Olmos.

Teniendo para ello como objetivos específicos:

- A. Determinar los Parámetros de Funcionamiento de los dispositivos que conforman el sistema de refrigeración en la planta Agrovisión Olmos.
- B. Implementar las actividades de mejoras de los dispositivos que conforman el sistema de refrigeración en la planta Agrovisión Olmos.
- C. Determinar el COP de sistema de refrigeración después de las mejoras de los dispositivos Agrovisión Olmos.

Se planteó la siguiente hipótesis:

¿Mediante el análisis del sistema de refrigeración nos permitiría conocer en qué medida se incrementará el coeficiente de performance del sistema de refrigeración de la planta Agrovisión Olmos?

II. MARCO TEÓRICO.

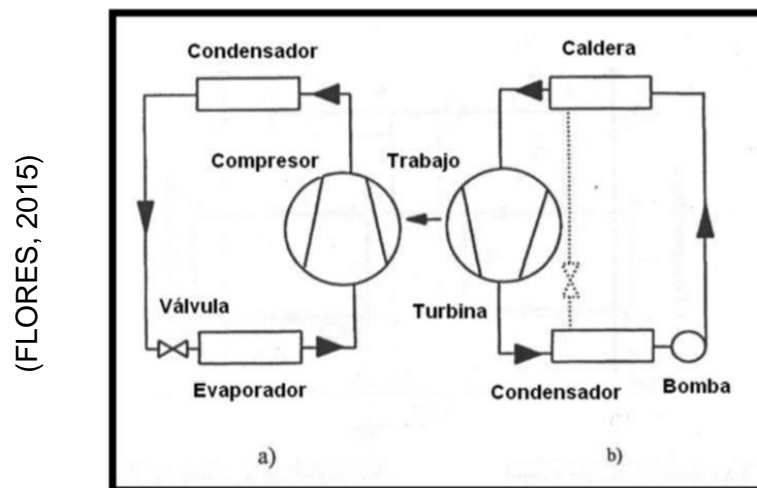
Mientras tanto en la tesis llamada *“Mejoramiento del Sistema de enfriamiento del condensador del Minichiller del Laboratorio de Fluidos del AEIRNNR”*, Manifiesta que fue posible proponer una variante de mejoramiento al sistema de enfriamiento del condensador del banco de refrigeración de agua helada del Laboratorio de Fluidos. Se realizó un estudio para la selección e implementación de un condensador enfriado por aire forzado, que cumpla la misma función y capacidad de intercambio de calor, que el condensador enfriado por agua, se definió una metodología de cálculo para determinar el área de transferencia de calor adecuado para el condensador, donde resultó favorable el trabajo con coeficientes para transferir calor, lo toman de las contribuciones del efecto encima de las transferencias. Del análisis del ciclo de refrigeración se obtuvo el calor cedido por el refrigerante a través del condensador. Se empleó la temperatura media logarítmica entre el fluido refrigerante y el ambiente. Se seleccionó el condensador por aire forzado de catálogos de fabricantes con el área de intercambio necesario. Luego se procedió a realizar un análisis con las dimensiones del equipo para determinar el coeficiente de convección interior y exterior, más toda la resistencia térmica que encuentra varias trayectorias de los flujos en calor de los fluidos ejemplo el refrigerante al aire. Finalmente se obtuvo el real coeficiente global de transferencia de calor del condensador (CORONEL, 2015).

Mientras tanto en la tesis titulada *“Metodología para la reducción de la demanda energética basada en medida y verificación, eficiencia energética y energías renovables. Aplicación a procesos de frío en la industria”*, indica lo siguiente: Desarrollar metodologías para reducir usos de energía y aplicarlos a algún proceso refrigerado en alguna bodega para producir vinos, esto se basa en medidas y verificaciones de las demandas de energía, por ese motivo se permite diagnosticar alguna oportunidad que mejore y controle de manera permanente la desviación de desempeño en cada proceso que intervenga el sistema refrigerado teniendo en cuenta el mantenimiento a los sistemas de condensación como son los condensadores (CELORRIO, 2015).

Con respecto a las variables de investigación se tiene que:

Los sistemas de refrigeración pueden ser entendidos de tal manera que se convienen de dos ciclos de las conversaciones en energía de manera ideal, donde los flujos salen de las calderas de los ciclos de como generan la energía, estos deben tener una estrecha relación entre los flujos condensados y las presiones en el sistema. Los flujos de los evaporadores se deben contar con la misma presión y que esta sea baja y una relación con su condensador que pertenezca a los ciclos que generan energía. (VILLACÍS, 2015).

Sin embargo para lograr diferentes temperaturas para la evaporación en la caldera del ciclo de generación y en el condensador el ciclo de refrigeración el fluido en la caldera debe evaporarse a una temperatura mayor que la del condensador del ciclo de refrigeración (VILLACÍS, 2015).



Gráficos y Figuras 1 Esquema de Combinación de 2 ciclos Rankine

Definiremos a un ciclo refrigerado como la extracción de calor mediante procesos termodinámicos. De manera más detallada, un sistema refrigerado hace referencia a parte de la termodinámica que por medio de procesos disminuye las temperaturas de un sólido o espacio, bajo las temperaturas ambiente que se encuentra. Si el calor se elimina del sólido ya que está en fase de refrigeración se transfiere a otros cuerpos cuyas temperaturas están por debajo de las mismas, este aumentara la temperatura en efectos a la inversa y son los extremos opuestos de las mismas. (CORONEL, 2015).

Es sistema que va a refrigerar los productos pertenece a un proceso de reducción de temperaturas dentro de una determinada región y mantienen estas temperaturas bajas con la finalidad de refrigerar alimentos, conservarlos a ciertos elementos comestibles para lograr ambientes agradables. Un sistema refrigerado conlleva a la transmisión de energía de un cuerpo hacia el otro, para aprovechar las propiedades caloríficas. Las temperaturas varían según el rango a refrigerar, ya que una afirmación de “FRIO” no es válida, solo existe la variación de temperaturas en los cuerpos, por medio de esto se logra la disminución o aumento de temperatura de los cuerpos. (AGUILAR, 2016).

“La refrigeración es entendida como un proceso por el cual se busca reducir la temperatura de un espacio determinado con la finalidad de la conservación de los alimentos con la finalidad de inhibir el crecimiento de las bacterias” (WHITMAN, W. & JOHNSON , W, 2006)

“se define como la el método de extraer calor permitiendo conservar estos productos a temperaturas inferiores a la del ambiente, y sobre los niveles de congelado que va desde -1°C hasta los 8°C ” (WHITMAN, W. & JOHNSON , W, 2006)

Los sistemas de refrigeración se clasifican en:

Refrigeración Directa, es el proceso en el cual los evaporadores o condensadores de todo el sistema entra en contacto con los elementos que se necesita la disminución de temperatura, por ejemplo, un líquido caliente expuesto al medio ambiente. (CORONEL, 2015).

Refrigeración Indirecta, estos evaporadores o condensadores de todo el sistema entra en contacto con otro elemento para poder hacer la transferencia de calor al que se desea transferir, por ejemplo, los sistemas de bebidas necesitan un refrigerante adicional para disminuir la temperatura en el que se desea sin tener contacto con la misma. (CORONEL, 2015).

Refrigeración Indirecta Abierta, los evaporadores o condensadores refrigeran o calientan el fluido secundario, los cuales son opuestos en contactos directos, ejemplo, algún atomizador. (CORONEL, 2015).

Refrigeración indirecta y cerrada, los evaporadores y condensadores refrigeran el fluido secundario, por medio del que este va por medio del sistema en contactos directos a otros a refrigerar. (CORONEL, 2015).

Los sistemas de refrigeración se conforman por las siguientes partes:

El evaporador, contiene un refrigerante que absorbe de recipientes que contienen soluciones fuertes de H₂O con bromuro de litio, estos 2 se encuentran únicos de forma que fluya libremente el líquido en ambos, a estos se les hace un vaciado del aire que está a bajas temperaturas, en el evaporador se empezará a vaporizarse muy rápidamente, está en fase de ebullición, el refrigerante de calor de vaporización de agua no evaporada, se logra refrigerar. (FIGUEREDO, 2015).

El evaporador y el que absorbe, se encuentran a presiones muy bajas y estas se lograrían considerar como la parte baja de sistema, estas presiones se desarrollan por medio de generadores y condensadores por procesos de calentamiento en más elevadas, este componente puede considerarse el lado de alta en sus sistemas. (HINOJOSA, 2016)

Un compresor es un equipo de fluidos que constituye el aumento de presiones y al desplazamiento de ciertos tipos de fluidos que se denominan compresibles, como es el gas y vapor, esto por medio de cambio de energía entre equipos y el fluido, el cual todo el trabajo de los compresores se transfiere a las sustancias que pasan por ahí convirtiéndolos en energía tipo flujo, esto aumenta sus presiones y la energía cinética que la impulsa a realizar el flujo (TINETTI, 2015).

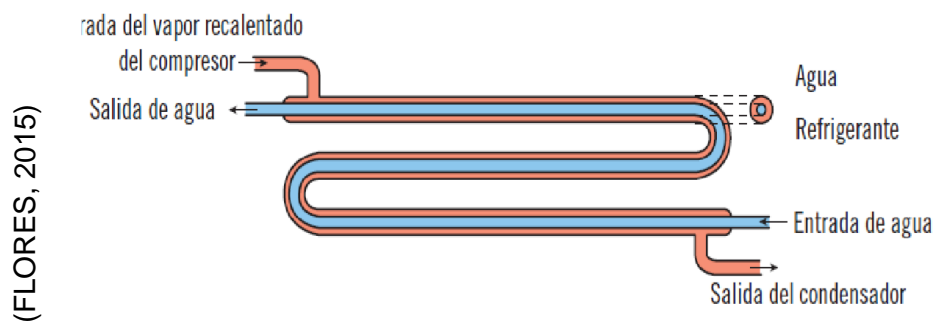
El condensador es el componente que permite la extracción de temperatura de este refrigerante y se transfiere al aire o agua. Estas pérdidas de calor lo provocan y hacen que este se condense. Su finalidad es entregar a la superficie que transfiere

el calor mediante un gas que refrigera caliente y a mitad de su condensación. Por medio de las líneas de los líquidos que fluyen en su interior su estado líquido a presiones altas a las válvulas de termóstatos que se expanden. (VILLACÍS, 2015).

Los tipos de condensadores son:

Condensadores por Agua, Tenemos los siguientes:

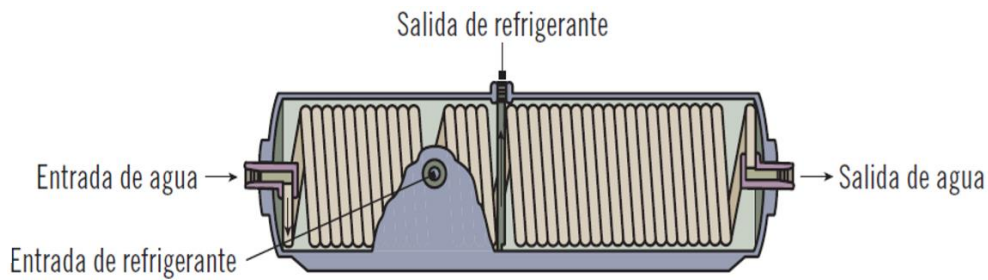
- De Doble Tubo, estos se conocen también como contra-corriente, y consiste en 2 tubos de diferentes diámetros y de manera concéntrica. El flujo que refrigera se descarga en espacios anulares comprometidos entre ellos y la circulación va en direcciones descendentes hacia los recipientes de los acumuladores. (VILLACÍS, 2015).



Gráficos y Figuras 2 Condensador enfriado por agua de doble tubo

- Multi - tubulares, estos se forman por medio de metal envueltos, como un cilindro, cerrados en sus laterales por una tapa que se atornilla y esto permite poder hacer desmontajes para mantenimientos e inspecciones. Dentro de ellos va alojado paquetes cilíndricos. Los materiales que se usan en los condensadores, varían según el tipo que se emplee puesto uno distinto sería incompatible y el agente que condensa según sea el tipo de líquido agua de río o de mar (CORONEL, 2015).

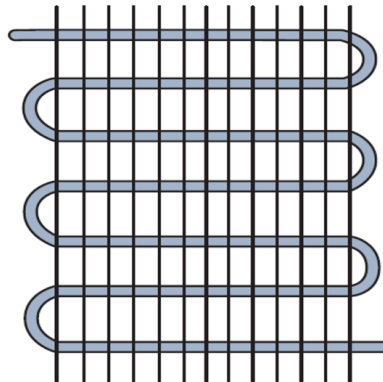
(FLORES, 2015)



Gráficos y Figuras 3 Condensador Multitubular Horizontal

Condensadores por Aire, la función de estos condensadores de mucha similitud a los anterior mencionados, estos refrigeran el vapor que se recalentó absorbiendo el calor sensible, esto hace una condensación del fluido al extraer el calor latente y de maneta que produzca el sub enfriamiento. En estos casos el calor se emana al aire por las paredes. (CORONEL, 2015).

(FLORES, 2015)

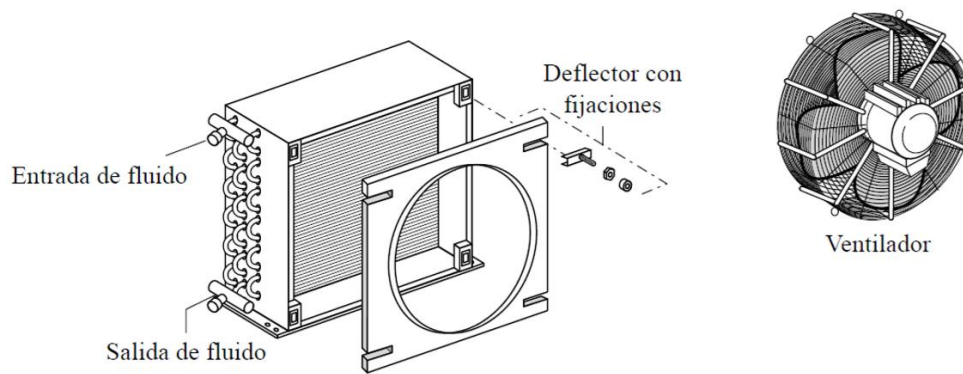


Gráficos y Figuras 4 Condensador de aire de convección natural

De los condensadores de aire tenemos:

- De tubo con aletas, estos se conforman por serpentines de cobre y aletas de aluminio que se separan entre ellas. La manera que trasmite el calor lo genera por medio de tubos y las aletas puesto que esas superficies son mayores al que transmiten. Si a esto añadimos que al circular el aire lo hace forzadamente por medio de un ventilador, sus capacidades de condensar aumentan. Tiene muchos usos en la parte industrial pues el condensador tiene longitudes menores a otros de capacidades iguales. El ingreso de aire lo realizan por la parte de atrás de mismo y su salida de la parte delantera del ventilado, con una sección menor. (CORONEL, 2015).

(FLORES, 2015)



Gráficos y Figuras 5 Disposición de tubos y aletas en un condensador de aire forzado

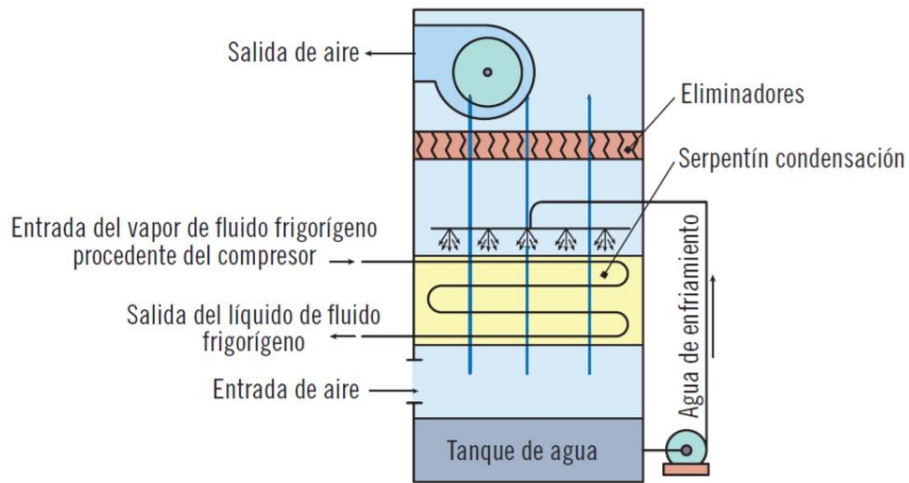
Condensadores Mixtos, estos utilizan una mezcla de aire más agua en conjunto, para realizar su condensación. Los de mayor uso son los evaporativos. (VILLACÍS, 2015).

Para lo cual tenemos:

Condensadores Evaporativos, por medio a que estos sistemas utilizan agua para realizar condensaciones y la necesidad de caudal es importante, esto se representaría inconvenientes por su alto consumo, así como se someten a normativas tanto locales en torno al uso del agua de la red o una solución económica es la instalación d estos en torres de refrigeración. La función es basada en que se combinan agua y aire a corriente contraria para poder hacer esa condensación.

Su instalación va en la parte de fuera delo que se va refrigerar, aunque si existe la necesidad de hacerlo dentro se debe instalar ductor de aire. El rendimiento varia en funciona de las temperaturas de los bulbos húmedos de are en las entradas y en qué punto es menor dichas temperaturas pues esto dependerá de su rendimiento (CORONEL, 2015).

(FLORES, 2015)



Gráficos y Figuras 6 Condensador Evaporativos

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y Diseño de Investigación.

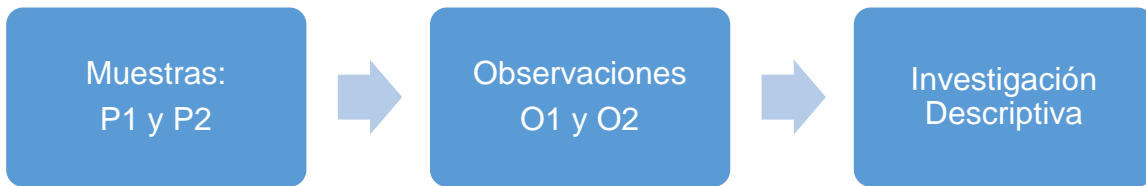
No Experimental

Este proyecto es NO EXPERIMENTAL, se procedió a tomar los datos realizados en las medidas de variables, por medio de la observación entre los fenómenos como la presentan de manera real, para analizarlas posteriormente.

Comenzaremos haciendo búsquedas de documentos que ayuden a estudiar el estado y luego detallaremos mediante el análisis del sistema de refrigeración para incrementar su coeficiente de performance de la planta AGROVISION OLMOS.

Descriptiva

Observamos mediante una descripción, el problema que presentaba la planta y las manipulamos por medio de esta investigación.



3.2 Variables, Operacionalización.

3.2.1 Variable Independiente

Análisis del sistema de refrigeración de planta AGROVISION OLMOS.

3.2.2 Variable Dependiente.

Incrementar el coeficiente de performance del Sistema de Refrigeración de la Planta AGROVISIÓN OLMOS.

3.3 Población y Muestra.

3.3.1 Población.

La población del presente trabajo está comprendida por el sistema de refrigeración de la planta AGROVISION OLMOS, BETA OLMOS, HFE BERRIES OLMOS.

3.3.2 Muestra.

La muestra considera el sistema de refrigeración de la planta AGROVISION OLMOS.

3.4 Técnica e Instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

3.4.1 Técnicas de recolección de datos

En la presente investigación se aplicó las siguientes técnicas de recolección de datos:

Observación:

A través de esta técnica se recolecto información importante para el Análisis del Sistema de Refrigeración para incrementar el coeficiente de performance de la planta - Agrovisión Olmos, ya que se observó la eficiencia de trabajo teniendo en cuenta los parámetros de funcionamiento de los fabricantes para de esta forma obtener una visión clara del trabajo real de estos sistemas.

Revisión documentaria:

Esta técnica nos permitió la búsqueda de diversos parámetros para el Análisis del sistema de Refrigeración para incrementar el coeficiente de performance de la planta - Agrovisión Olmos, teniendo para este la búsqueda de los diversos elementos estandarizados, normas vigentes y parámetros de funcionamiento del manual del fabricante.

3.4.2 Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos aplicados a esta investigación son:

Ficha de Observación

Se utilizó una ficha de observación para el registro de información primaria obtenida en campo teniendo en cuenta la realidad en la que trabaja el sistema de refrigeración de la planta Agrovisión Olmos, teniendo en cuenta los parámetros otorgados por el fabricantes y realizando cuadros comparativos del funcionamiento del sistema de refrigeración para el presente trabajo de investigación denominado Análisis del sistema de refrigeración para incrementar su coeficiente de performance – planta Agrovisión Olmos.

Ficha de revisión documentaría.

Estas fichas nos permiten obtener registros de diferentes documentos para analizarlos en los sistemas de refrigeración, tales como guías y manuales de los componentes estandarizados, estos datos técnicamente informan que equipos hay en el mercado para evaluarlos luego de la selección.

3.4.3 Validez

Es válido por su revisión lo hicieron ingenieros de la especialidad en áreas determinadas siendo estos con una trayectoria amplia y experiencia en los parámetros de funcionamiento correspondientes para el Análisis del sistema de refrigeración para incrementar su coeficiente de performance – planta Agrovisión Olmos para esto se tuvieron en cuenta las normas técnicas establecidas, así mismo su validez se refleja en las guías observables que se recolectaron de la empresa.

3.4.4 Confiabilidad.

La confiabilidad fue es dado por los ingenieros especialistas que verificaron que los datos sean confiables por medio de estos instrumentos para así poder modificar según sea el requerimiento y respetando la opinión de cada uno de ellos.

3.5 Métodos de Análisis de Datos.

Se establecieron un método estadístico para poder validar los datos recolectados en la industria y esto sirve para y la confiabilidad de que el Análisis del sistema de refrigeración para incrementar su coeficiente de performance – planta Agrovisión Olmos, está regido bajo norma técnica y parámetros de diseño vigentes, esto sin dejar de lado los parámetros de funcionamiento otorgados por el fabricante.

3.6 Aspectos Éticos.

Me he comprometido en respetar todos datos obtenidos en esta investigación que titulamos como “Análisis del sistema de refrigeración para incrementar su coeficiente de performance – planta Agrovisión Olmos”, he logrado citar todas las referencias, así como a las investigaciones como a sus autores que se mencionan, por otro el lado se da fe de la veracidad de los resultados obtenidos en el presente trabajo son veraces y reales.

IV. RESULTADOS

4.1 Determinar los Parámetros de Funcionamiento de los dispositivos que conforman el sistema de refrigeración en la planta Agrovisión Olmos.

En el evaporador

Entrada del evaporador.

Parámetros medidos a la entrada del evaporador:

Temperaturas de 11°C y la presiones de 7.02 bar.

Un manómetro instalado en este punto indica una presión de 7.02 bar, con una temperatura de 11°C.

Salida del evaporador.

Parámetros medidos a la salida del evaporador:

Temperaturas de 8°C. En este punto solo encontramos refrigerante en fase gaseosa y recalentada.

La temperatura de equilibrio es de 8°C. Hay una diferencia de temperaturas igual a 3°C de recalentamiento.

En el compresor

Entrada del compresor.

Estas succiones de compresores los asumimos en los mismos valores tanto en presiones por donde sale del evaporador como la temperatura real de 8 °C. Se tiene un recalentamiento del vapor es de 17 °C.

Salida del compresor.

La medición de temperatura en la descarga del compresor es de 86 °C respectivamente. La temperatura de equilibrio para 146 psi es de 46 °C. El recalentamiento asciende a $86 - 46 \text{ °C} = 40 \text{ °C}$.

En el condensador

Centro del condensador.

Se ha instalado un manómetro que mide 16.49 bar (como si no existiese pérdida de carga) y 43°C.

En el Tanque de Líquido

La temperatura de 43 °C.

Existe una caída de presión desde el condensador.

Se midió la temperatura del líquido siendo este de 43 °C

Al tener en cuenta que las columnas de los líquidos, como se ve en la salida del tanque, el sub-enfriamiento se puede mejorar bajando las temperaturas de los líquidos mediante intercambiadores de calor con el método a refrigerar a la salida del evaporador, por otro lado se vuelve rico este vapor, lo cual se recalienta, esto reduce las posibilidades que las gotas entren en contacto con la parte de metal de la válvula que permite el ingreso del compresor. Es necesario que esto se mantenga sub-enfriado ya que las líneas de los líquidos evitando que se formen flash y presencias de gases antes de las válvulas que se expanden.

En la Válvula de Expansión

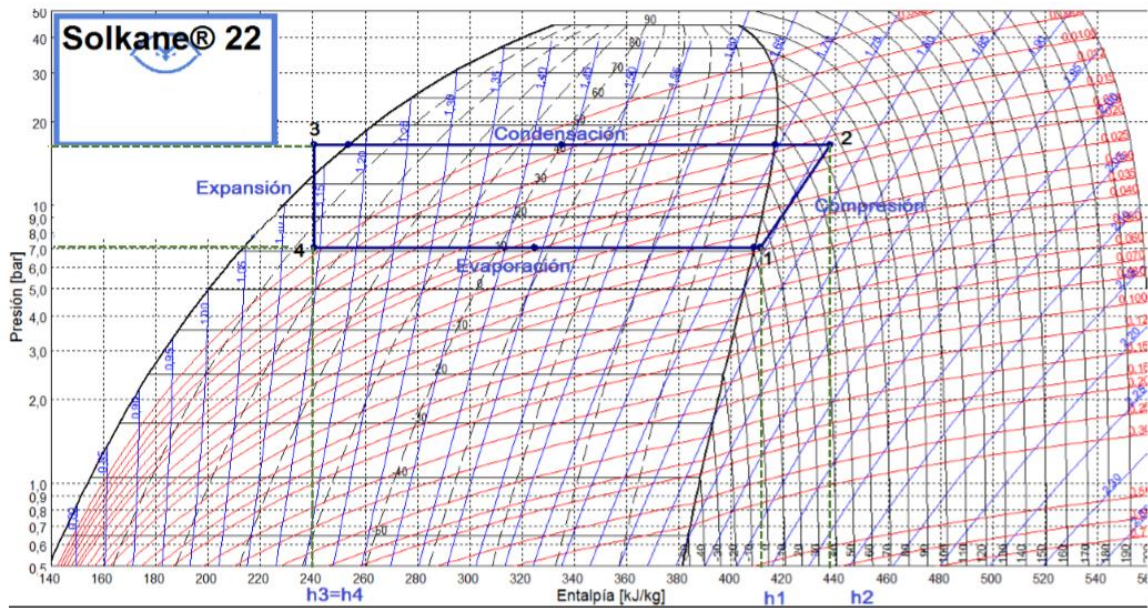
Antes de la válvula de expansión.

En la línea de líquido, el sistema tiene la misma presión que la del tanque siendo la temperatura de 40 °C.

Este sistema existe una presión medida diferente a la que sale por el compresor, esto se debe a que hay alguna pérdida del flujo en los ductos.

Ingresando los datos obtenidos al software "SOLKANE", se tiene como resultados las entalpías en cada punto del ciclo de refrigeración.

Gráficos y Figuras 7 Ciclo de refrigeración con el sistema R22



Fuente: Software SOLKANE

De donde se desprende las siguientes entalpías en los distintos puntos de refrigeración en kJ/kg:

$$h_1 = 411.11 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 411110 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

$$h_2 = 437.81 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 437810 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

$$h_3 = 240.57 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 240570 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

$$h_4 = 240.57 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 240570 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

Hallando el coeficiente de funcionamiento del ciclo de refrigeración:

$$COP_{RC} = \frac{T. \text{ evaporador}}{T. \text{ condensador} - T. \text{ evaporador}}$$

$$COP_{RC} = \frac{284.15 \text{ K}}{316.15 \text{ K} - 284.15 \text{ K}}$$

$$\therefore COP_{RC} = 8.88$$

Hallando el coeficiente de operación:

$$COP_R = \frac{Q_e}{W_c}$$

Dónde:

$Q_e =$ Calor absorbido en el evaporador

$$Q_e = h_1 - h_4$$

$$Q_e = 411110 - 240570$$

$$Q_e = 170540 \frac{J}{kg}$$

$W_c =$ Trabajo del compresor

$$W_c = h_2 - h_1$$

$$W_c = 437810 - 411110$$

$$W_c = 26700 \frac{J}{kg}$$

Entonces tenemos que:

$$COP_R = \frac{170540}{26700}$$

$$\therefore COP_R = 6.39$$

Hallando la potencia del compresor:

$$P_c = W_c \times \dot{m}$$

$$P_c = 26700 \frac{J}{kg} \times 0.018 \frac{kg}{s}$$

$$P_c = 480.6 W$$

Hallando el rendimiento volumétrico del compresor:

$$n_v = 1 - 0.05 \times R_c$$

Dónde:

$R_c =$ Relación de compresión

$$R_C = \frac{\text{Presión del condensador}}{\text{Presión del evaporador}}$$

Se tiene:

$$P_{cond.} = 16.49 \text{ bar}$$

$$P_{evap.} = 7.02 \text{ bar}$$

Entonces tenemos:

$$R_C = \frac{16.49}{7.02}$$

$$\therefore R_C = 2.35$$

Remplazando en:

$$n_v = 1 - 0.05 \times R_C$$

$$n_v = 1 - 0.05 \times 2.35$$

$$\therefore n_v = 0.88$$

Hallando la eficiencia total del ciclo (n):

$$n = \frac{COP_R}{COP_{RC}}$$

$$n = \frac{6.39}{8.88}$$

$$\therefore n = 0.72$$

Tabla 1 Resumen de los parámetros de funcionamiento

Parámetros de funcionamiento	valor
Coeficiente de funcionamiento COP_{RC}	8.88
Coeficiente de operación COP_R	6.39
Calor absorbido por el evaporador	170540 J/kg
Trabajo del compresor	26700 J/kg
Potencia del compresor	480.6 W
Relación de compresión	2.35
Rendimiento del compresor	0.88
Eficiencia total del ciclo	0.72

Fuente: propia

4.2 Implementar las actividades de mejoras de los dispositivos que conforman el sistema de refrigeración en la planta Agrovisión Olmos.

Se realizaron las siguientes actividades:

Análisis del compresor

Al momento de hacerle una inspección a la planta nos dimos cuenta que era necesario un desmontaje del compresor ya que este presentaba una falta de mantenimiento, presenta polvo, humedad, pintura deteriorada en la cubierta exterior, con este desmontaje también se diagnosticó el estado en que se encuentra la parte interna y definir un plan de acción que se tenga que realizar que seguidamente los detallaremos:

Inspección interna del compresor. Se procedió a inspección y medir los componentes móviles internos tanto cigüeñal, biela, pistón, bulón, etc. Con la finalidad de determinar la holgura que cuentan debido a la vibración, ruido y otras anomalías en el sistema, por otro lado, se pudo verificar que los componentes internos del conjunto móvil la presencia de rayones o canales formados por la mala lubricación, luego de mucha inspección se logró determinar que no existe holgura fuera del rango, por lo tanto, es recuperable su utilización y no es necesario reemplazarlo.

Verificar la continuidad de las bobinas. Para poder hacer un diagnóstico de esta parte es necesario contar con un instrumento de medición, en este caso se usó un multímetro digital y se procedió a la desconexión de los conductores que van al compresor, esta prueba tiene la finalidad de verificar si existe continuidad en los conductores y terminales de este equipo, haciendo la medición en parejas logramos determinar que los valores corresponden a un conductor libre de cortes, a su vez se verificó que el termostato estaba operando de manera correcta.

Cambio de empaques. Tenemos la necesidad de hacer inspecciones que conlleven a planes de mantenimiento preventivo, esto es indispensable para evitar paradas intempestivas, por ejemplo, una de ellas es verificar las empaquetaduras de este

condensador para evitar fugas y suciedad, verificando se diagnosticó que estos empaques se encontraban en mal estado y necesitaban su reemplazo.

Cambio de aceite. Por medio del medidor de aceite se determinó que tenía un nivel por debajo de lo permitido, esto se debe a que existe perdidas del sistema que se lubrican, cuyos ensayos demuestran las válvulas de paso la presencia de humedad. Para proceder a rellenar el nivel adecuado es realizarle un análisis de aceite en relación a la coloración, viscosidad y observar partículas que se desprendan del metal.

Este diagnóstico logró determinar una coloración oscura, para verificar si en su interior existe la decantación de partículas ferrosas, se introdujo una varilla imantada para ver que partículas se adherían al metal, teniendo como resultado la no presencia de estos metales, luego se procedió a dejar el nivel correcto de aceite. Un nivel bajo lo permitido es el resultado de una mala lubricación o fugas en el sistema, por otro lado, un nivel superior a lo permitido es la causa de una excesiva lubricación y trae como consecuencias fugas.

Análisis de condensador

Análisis de serpentines y aletas. Uno de los problemas principales es la acumulación de suciedad en el condensador lo cual actúa como un aislante y reduce la transferencia de calor, pudimos verificar que el lado de afuera por donde hace el ingreso el aire, había una obstrucción de suciedad impidiendo el libre paso del flujo, procedimos a realizar una exhaustiva limpieza liberando esos ductos.

Análisis de ventiladores. Estos son los encargados de entregar aire fresco mediante un flujo al sistema, esto permite eliminar el calor, polvo gases, humedad etc., por consecuente es necesario desmontarlos para verificación y limpieza.

Cambio de filtro deshidratador. En el diagnostico pudimos determinar que contaba con humedad y suciedad estos filtros los cuales se debían proceder a reemplazarlos por unos nuevos, si no se procede a eso puede ocasionar bloqueos

en las válvulas que se expanden porque se formaría hielos, produciría daños a los componentes que van soldados.

Análisis del sistema eléctrico

Se debía repotenciar y reemplazar todo el sistema puesto que presentaba grandes fallas en los conductores y los demás componentes eléctricos.

Cálculo del conductor para el compresor

Teniendo como datos de la placa del compresor:

$$P = 5hp$$

$$\cos\varphi = 0.85$$

$$n = 80\%$$

$$V = 220 V$$

Hallando la potencia eléctrica:

$$P_{ELEC} = \frac{P_{MEC}}{n}$$
$$P_{ELEC} = \frac{5 \times 746 W}{0.8}$$
$$P_{ELEC} = 4662.5 W$$

Hallando la Intensidad de Corriente:

$$I_N = \frac{P_{ELEC}}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi}$$
$$I_N = \frac{4662.5}{\sqrt{3} \times 220 \times 0.85}$$

$$I_N = 14.40 A$$

Hallando la Potencia reactiva:

$$Q = \sqrt{3} \times I_N \times V_l \times \text{sen } \varphi$$

$$Q = \sqrt{3} \times 14.40 \times 220 \times 0.53$$

$$Q = 2908.2 \text{ VAR}$$

Hallando la Potencia aparente total:

$$S_T = \sqrt{P_T^2 + Q_T^2}$$

$$S_T = \sqrt{(4662.5)^2 + (2908.2)^2}$$

$$S_T = 5495.14 \text{ VA}$$

Hallando la Intensidad de Línea Total:

$$S_T = \sqrt{3} \times V_L \times I_L$$

$$I_L = \frac{S_T}{\sqrt{3} \times V_L}$$

$$I_L = \frac{5495.14 \text{ VA}}{\sqrt{3} \times 220 \text{ V}}$$

$$I_L = 14.42 \text{ A}$$

El diámetro del conductor que se recomienda es 12 AWG

Cálculo del conductor para moto-ventiladores

Teniendo como la data de la placa del ventilador:

$$P = 1 \text{ hp}$$

$$\cos\phi = 0.85$$

$$n = 80\%$$

$$V = 220 \text{ V}$$

Hallando la potencia eléctrica:

$$P_{ELEC} = \frac{P_{MEC}}{n}$$

$$P_{ELEC} = \frac{1 \times 746 \text{ W}}{0.8}$$

$$P_{ELEC} = 932.5 \text{ W}$$

Hallando la Intensidad de Corriente:

$$I_N = \frac{P_{ELEC}}{\sqrt{3} \times V \times \cos\varphi}$$

$$I_N = \frac{932.5}{\sqrt{3} \times 220 \times 0.85}$$

$$I_N = 2.87 \text{ A}$$

Hallando la Potencia reactiva:

$$Q = \sqrt{3} \times I_N \times V_l \times \text{sen } \varphi$$

$$Q = \sqrt{3} \times 2.87 \times 220 \times 0.53$$

$$Q = 581.44 \text{ VAR}$$

Hallando la Potencia aparente total:

$$S_T = \sqrt{P_T^2 + Q_T^2}$$

$$S_T = \sqrt{(932.5)^2 + (581.44)^2}$$

$$S_T = 1098.92 \text{ VA}$$

Hallando la Intensidad de Línea Total:

$$I_L = \frac{S_T}{\sqrt{3} \times V_L}$$

$$I_L = \frac{1098.92 \text{ VA}}{\sqrt{3} \times 220 \text{ V}}$$

$$I_L = 2.88 \text{ A}$$

El diámetro recomendado según el cálculo anterior del conductor es 18 AWG

Actividades realizadas después del análisis del sistema de refrigeración

Pruebas de fuga:

Lo común es tener el sistema bajo presurización del sistema refrigeración con nitrógeno o refrigerante y luego aplicar soluciones con jabón en las tuberías, en los codos y donde exista algunas sospechas de fugas, si se detecta formación de burbujas, quiere decir que hay fugas.

Para lo que se manifiesta que se encontraron fugas dentro del sistema de refrigeración para lo cual estos fueron hermetizados esto porque, al presentar fugas quiere decir que hay deficiencias en el refrigerante y por lo tanto presencia de humedad en el sistema.

El sistema de refrigeración se instaló, logrando realizarle todas las pruebas de refrigerante R22 lo cual fue un elevado índice de presión y al colocarse la mezcla de agua jabonosa, se procedió a ver con facilidad al disponer de refrigerante.

Pruebas de vacío:

El método de vacío profundo implicó lo siguiente:

- Se redujo la presión del sistema hasta un nivel 2.8 Psi (Reducción de presión aceptable debe estar entre 0.9 y 4.83 Psi, que para efectos del análisis se redujo hasta la mitad del rango establecido).
- Cuando el vacío alcanza nivel deseado, se cerró la válvula de bomba de vacío y se dejó reposar al sistema por cierto tiempo, para ver si la presión se incrementa para lo cual se detectó que:
 - ❖ La presión se incrementaba en tal sentido esto nos indica que la presión atmosférica está ingresando al sistema evaluado y por lo

consiguiente aún hay fugas, en tal sentido se aplicó presión al sistema comprando así la existencia de nuevas fugas.

Carga del refrigerante en el sistema:

Posterior a la evacuación del sistema:

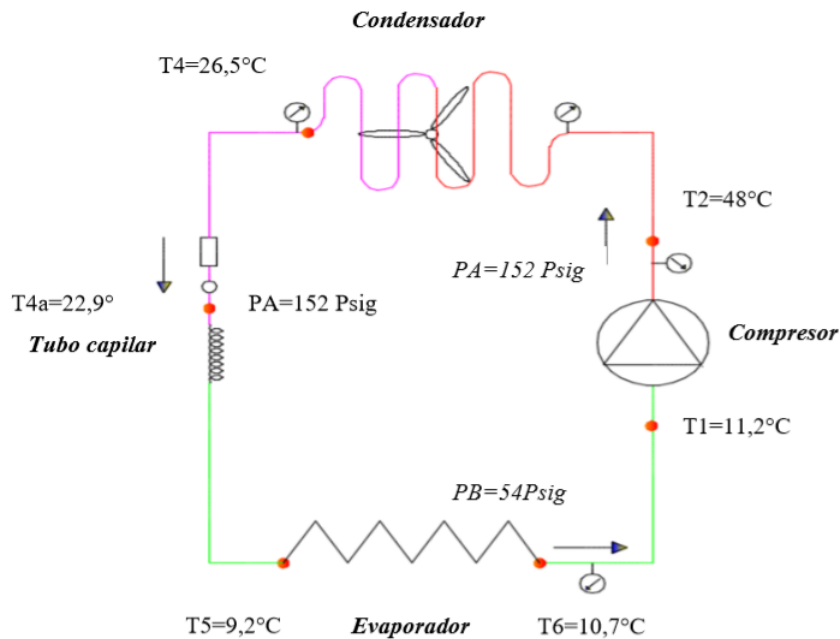
- Se cerró la válvula del manifold y las conexiones a la bomba de vacío, y el vacuómetro.
- Se conectó el cilindro del refrigerante R-22.
- Se purgó las mangueras de servicio que conectaban con el sistema de refrigerante.
- Se abrió las válvulas de servicio que accedían a los cilindros refrigerados y luego, se abrió el registro de presión alta en el manifold que conectan al lado de alta en el compresor.

Con el sistema en paro se cargó con de manera líquida por la parte de alta teniendo en cuenta:

- Se esperó unos 10 min antes de la conexión.
- Se cerró el registro de alta presión del manifold.
- Se abrió el registro de baja presión que conecta con la succión y con el sistema en funcionamiento se completó la carga con refrigerante en forma de gas.
- Se verifico por medio de la mirilla el líquido este completo en la carga, y se revisó que no exista la presencia de burbujas.

4.3 Determinar el COP de sistema de refrigeración después de las mejoras de los dispositivos en planta Agrovisión Olmos.

Gráficos y Figuras 8 Diagrama de sistema de refrigeración - planta Agrovisión Olmos



Fuente: propia

Estos valores se tomaron al variar de manera pequeña y al comparar con valores en el diagrama de Mollier del refrigerante R-22, esto se debe a que existe un margen de error en los instrumentos que se miden, así como al transferir el calor y exponerlos al ambiente.

Presión de evaporación, $P_{evap} = 54 \text{ psig}$.

Temperatura de evaporación,

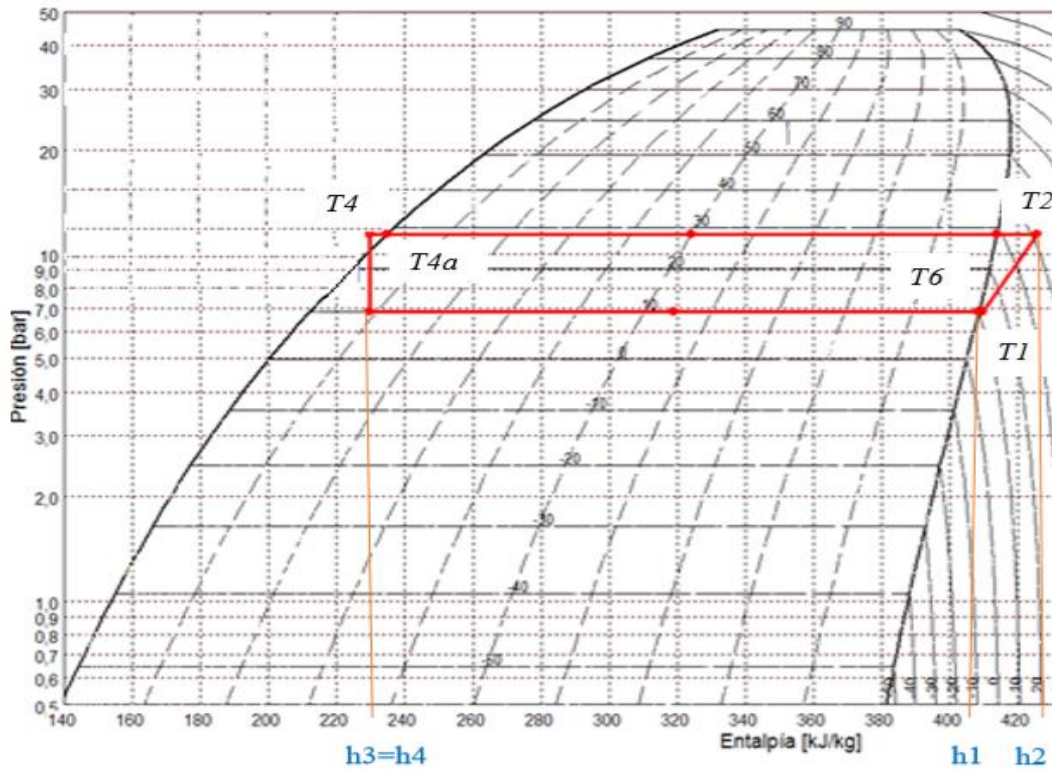
$T_{evap} = 10,07^\circ\text{C}$

Presión de condensación,

$P_{cond} = 152 \text{ psig}$

Temperatura de condensación, $T_{cond} = 28,36^\circ\text{C}$

Gráficos y Figuras 9 Ciclo de refrigeración después de las mejoras.

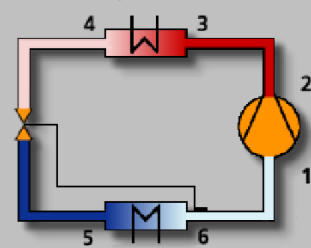


Fuente: Software SOLKANE

Tabla 2 Software SOLKANE (Valores extraídos del diagrama).

Punto	p bar	t °C	v dm³/kg	h kJ/kg	s kJ/kgK	x --
1	6,82	11,83	34,94	409,82	1,7413	
2s	11,42	38,23	21,94	422,42	1,7413	
2	11,42	41,92	22,41	425,56	1,7513	
3	11,42	41,92	22,41	425,56	1,7513	
3'	11,42	28,36	20,61	413,80	1,7131	
3'4'm	11,42	28,36	10,73	324,24	1,4161	
4'	11,42	28,36	0,85	234,68	1,1191	
4	11,42	24,40	0,84	229,71	1,1028	
5	6,82	10,07	3,84	229,71	1,1053	0,090
56'm	6,82	10,07	19,21	319,07	1,4209	
6"	6,82	10,07	34,59	408,44	1,7364	
6	6,82	11,83	34,94	409,82	1,7413	

Proceso de una etapa



Fuente:

Software SOLKANE

De donde se desprende las siguientes entalpías en los distintos puntos de refrigeración en kJ/kg:

$$h_1 = 409.82 \frac{kJ}{kg} = 409820 \frac{J}{kg}$$

$$h_2 = 425.56 \frac{kJ}{kg} = 425560 \frac{J}{kg}$$

$$h_3 = 229.71 \frac{kJ}{kg} = 229710 \frac{J}{kg}$$

$$h_4 = 229.41 \frac{kJ}{kg} = 229710 \frac{J}{kg}$$

Hallando el coeficiente de funcionamiento del ciclo de refrigeración:

$$COP_{RC} = \frac{T. \text{ evaporador}}{T. \text{ condensador} - T. \text{ evaporador}}$$

$$COP_{RC} = \frac{283.22 K}{301.51 K - 283.22 K}$$

$$\therefore COP_{RC} = 15.48$$

Hallando el coeficiente de operación:

$$COP_R = \frac{Q_e}{W_c}$$

Dónde:

$Q_e = \text{Calor absorbido en el evaporador}$

$$Q_e = h_1 - h_4$$

$$Q_e = 409820 - 229710$$

$$Q_e = 180110 \frac{J}{kg}$$

$W_c = \text{Trabajo del compresor}$

$$W_c = h_2 - h_1$$

$$W_c = 425560 - 409820$$

$$W_c = 15740 \frac{J}{kg}$$

Entonces tenemos que:

$$COP_R = \frac{180110}{15740}$$

$$\therefore COP_R = 11.44$$

Hallando la potencia del compresor:

$$P_c = W_c \times \dot{m}$$

$$P_c = 15740 \frac{J}{kg} \times 0.0172 \frac{kg}{s}$$

$$P_c = 270.73 W$$

Hallando el rendimiento volumétrico del compresor:

$$n_v = 1 - 0.05 \times R_C$$

Dónde:

$R_C =$ Relación de compresión

$$R_C = \frac{\text{Presión del condensador}}{\text{Presión del evaporador}}$$

Se tiene:

$$P_{cond.} = 152 \text{ psig}$$

$$P_{evap.} = 54 \text{ psig}$$

Entonces tenemos:

$$R_C = \frac{152}{54}$$

$$\therefore R_C = 2.81$$

Remplazando en:

$$n_v = 1 - 0.05 \times R_C$$

$$n_v = 1 - 0.05 \times 2.81$$

$$\therefore n_v = 0.86$$

Hallando la eficiencia total del ciclo (n):

$$n = \frac{COP_R}{COP_{RC}}$$

$$n = \frac{11.44}{15.48}$$

$$\therefore n = 0.74$$

Tabla 3 Resumen de los parámetros de funcionamiento después de las mejoras

Parámetros de funcionamiento	valor
Coeficiente de funcionamiento COP_{RC}	15.48
Coeficiente de operación COP_R	11.44
Calor absorbido por el evaporador	180110 J/kg
Trabajo del compresor	15740 J/kg
Potencia del compresor	270.73 W
Relación de compresión	2.81
Rendimiento del compresor	0.86
Eficiencia total del ciclo	0.74

Fuente: propia

V. DISCUSIÓN

En este trabajo, se muestra una propuesta de mejoramiento del sistema de enfriamiento, del condensador del minichiller donde se opta por remplazar el condensador de doble tubo enfriado por agua por un condensador de aire forzado que cumpla con los requerimientos de sistema. Mediante el estudio del ciclo del banco se obtuvo que el calor transferido por el condensador es de 3.585 kW, para una temperatura de condensación 43°C, con una temperatura ambiente de 28°C. El área de transferencia de calor requerida para un condensador de tubo desnudo es de 0,639m², con un coeficiente global de transferencia de calor de 455W/m²°C, la longitud de tubería en este caso sería 25,62m para un diámetro 5/16". Para un condensador de tubo con superficie extendida, el área de transferencia de calor requerida es de 5,82m², para un coeficiente global de transferencia de calor de 50W/m²°C. En el presente trabajo, se seleccionó un condensador de aire forzado marca: Amesumisa, modelo: CA-163, con una capacidad de 3675 W con una área de intercambio: 6,4m². Con el condensador seleccionado se realizó un análisis del coeficiente global aplicando correlaciones para encontrar coeficientes de convección interior y exterior con estos valores obtenemos un coeficiente global de 63,08W/m²°C. El resultado de este trabajo es la instalación de un condensador por aire forzado donde se realizó varios procesos como el proceso de soldadura, comprobación de fugas, pruebas de vacío, carga de refrigerante al sistema y la más importante la prueba de funcionamiento del sistema. Tras hacer una revisión de la operación y funcionamiento del actual sistema instalado se nota una mejora con el mantenimiento del equipo de condensación y su fácil acceso. El antiguo sistema enfriado por agua pierde su efectividad del equipo cuando no se contaba con agua limpia, logrando un incremento de trabajo en el compresor. Con la instalación del nuevo equipo se elimina la limpieza periódica del tanque recirculatorio, lugar donde la suciedad provoca el crecimiento de bacterias patógenas, hongos, que se transmiten fácilmente mediante los conductos, elemento que pueda dañar la bomba, condensador y válvulas.

Mediante pruebas de funcionamiento que se realizaron al banco de refrigeración, se determinó un recalentamiento de $1,38^{\circ}\text{C}$ y un Sub enfriamiento de $5,96^{\circ}\text{C}$, valores que indican un correcto funcionamiento de acuerdo a catálogo de fabricantes. Si al producirse recalentamientos y esos superan el límite, el evaporador no tendrá la capacidad de poder absorber este exceso. Teniendo recalentamientos altos significan que los evaporadores son insuficientes de extraer el calor, mientras que al suceder lo contrario podemos decir que existe demasiado refrigerante, siempre es necesario tener en el nivel correcto.

La clave para mantener la eficiencia energética del sistema de condensación por aire forzado es manteniendo el correcto recalentamiento y Sub enfriamiento.

Con el fin de analizar cómo se comporta el sistema de refrigeración real, es necesario colocar sensores en puntos específicos. Todo esto con la intención de obtener valores reales de temperatura, y luego comparar con los parámetros de diseño para lograr una operación óptima de este tipo de equipos. Los resultados del análisis, se puede asegurar que el comportamiento de los sistemas de refrigeración instalada puede acercarse a los datos calculados donde el margen de error es mínimo en lo que corresponde la capacidad del condensador.

VI. CONCLUSIONES

Se determinaron los Parámetros de Funcionamiento de los dispositivos que conforman el sistema de refrigeración en la planta Agrovisión Olmos teniendo que el coeficiente de funcionamiento es 8.88, el coeficiente de operación es de 6.39, la relación de compresión es de 2.35, el rendimiento del compresor es de 0.88 y la eficiencia total del ciclo es de 0.72.

Del análisis del sistema de refrigeración determinamos que la parte técnica de los equipos que refrigeran tenían una funcionalidad aceptable y normal, por tanto, se procedió a realizarle mantenimientos correctivos a la parte eléctrica y el preventivo al compresor, condensador, elementos adicionales y evaporador.

Se determinó el COP teniendo para ello que el coeficiente de funcionamiento $COP_{RC} = 15.48$, el coeficiente de operación es $COP_R = 11.44$ y la eficiencia total del ciclo es de 0.74.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda para futuros trabajos el uso de un software especializado para el análisis de ciclos de refrigeración, como "SOLKANE" que facilitará la obtención de variables de comportamiento de un refrigerante dentro de un ciclo termodinámico, así como el comportamiento de un sistema de refrigeración.

Se recomienda realizar el mantenimiento al banco de refrigeración de agua helada, en especial el serpentín del condensador, la suciedad bloquea el flujo de aire en las rejillas de ventilación, provocando que el sistema no funcione correctamente. Si hubiera daños en los bancos de pruebas se deben de proceder hacer unos análisis de manera cuidadosa, al referirse esquemas y diagramas de la funcionalidad que permitan a los trabajadores con conocimientos logren su manipulación o procedan a realizarle los mantenimientos que sean requeridas.

Se recomienda realizar un estudio para remplazar el refrigerante R-22, basado a que se discontinuó la producción de este refrigerante, es necesario hacer una transición al uso de refrigerantes más seguros que evitan la reducción del ozono estratosférico de la tierra.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILAR, Douglas. 2016. *Propuesta de diseño de un sistema de refrigeración por absorción para mejorar la eficiencia de operación de planta de una central geotérmica.* Lima : s.n., 2016. pág. 435.

AGUILÓ, Roberto Ricardo. 2013. Refrigeración y aire acondicionado su importancia e impacto en el medio ambiente. *www.termosistemas.com.ar.* [En línea] 08 de 2013. [Citado el: 20 de 07 de 2016.] [http://www.termosistemas.com.ar/sitio/vernota.php?nota=197.](http://www.termosistemas.com.ar/sitio/vernota.php?nota=197)

ARIAS, Fidias. 2012. *El Proyecto de Investigación - Introducción a la Metodología Científica.* 6ta Edición. Caracas - Republica Bolivariana de Venezuela : Editorial Episteme, C.A., 2012. pág. 143. ISBN: 980 - 07 - 8529 - 9.

CELORRIO, Ruben. 2015. Metodología para la reducción de la demanda energética basada en medida y verificación, eficiencia energética y energías renovables. Aplicación a procesos de frío en la industria. [Tesis, doctorado en Ingeniería Mecánica]. España : Universidad de la Rioja, Facultad de Ingeniería Mecánica, 2015. 64 pp.

CORONEL, Henry. 2015. *Mejoramiento del Sistema de enfriamiento del condensador del Minichiller del Laboratorio de Fluidos del AEIRNNR.* Loja - Ecuador : s.n., 2015. pág. 143.

FIGUEREDO, Gustavo. 2015. *Caracterización Experimental y Modelización de una Enfriadora de Absorción de simple/Doble Efecto de H₂O/LiBr con Accionamiento a dos Temperaturas para Climatización de Edificios.* Tarragona - España : s.n., 2015. pág. 212.

FLORES, Johnathan. 2015. *Método de predicción del desempeño de un enfriador de líquido (Chiller) en función de un perfil de demanda.* Huancayo : s.n., 2015. pág. 139.

GUANIPA, Gelys. 2010. *Sistemas de Refrigeración.* España : s.n., 2010. pág. 123.

HERNANDEZ, R, FERNANDEZ, C. & BATISTA, P. 2014. *Metodología de la Investigación.* México : Editorial Mc Graw Hill, 2014. pág. 497.

HINOJOSA, Luis. 2016. *Eficiencia Energética en Sistemas de Refrigeración.* Chile : s.n., 2016. pág. 130.

TINETTI, Oliver. 2015. *Diseño de un Sistema de Refrigeración para Mejorar la Eficiencia en Planta Termica.* El Salvador : s.n., 2015. pág. 435.

VILLACÍS, Pérez. 2015. *Análisis y diseño de un sistema de refrigeracion por absorción.* Quito - Ecuador : s.n., 2015. pág. 126.

WHITMAN, W. & JOHNSON , W. 2006. *Tecnología de la refrigeración y aire acondicionado I.* Magallanes : Thomson editores, 2006. 342 pp. ISBN 84-283-2657-6.

ANEXO N° 03
MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<p><u>Variable Independiente:</u> Análisis del sistema de refrigeración de planta Agrovisión Olmos.</p>	<p>El sistema de Refrigeración es el que extrae el calor del refrigerante y lo transfiere al aire o al agua. Esta pérdida de calor provoca que el refrigerante se condense.</p>	<p>El Sistema de refrigeración transformar en su interior el gas refrigerante comprimido en el compresor en líquido refrigerante.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Potencia. ➤ Consumo Eléctrico. ➤ Capacidad de trabajo. 	<p>Watts KW-h BTU</p>
<p><u>Variable Dependiente:</u> Incrementar el coeficiente de performance del Sistema de Refrigeración de la Planta Agrovisión Olmos.</p>	<p>Es el proceso mediante el cual se optimiza las dimensiones, materiales, tecnología y funcionamiento de una máquina.</p>	<p>Reduce la temperatura de un espacio determinado y mantiene esta temperatura baja con el fin, de enfriar alimentos, conservar determinadas sustancias o conseguir un ambiente agradable.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Potencia. ➤ Consumo Eléctrico. ➤ Capacidad de trabajo. 	<p>Watts KW-h BTU</p>

ANEXO N° 04
INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

	FICHA DE REVISIÓN DOCUMENTARIA
Tipo de Fuente	Libro <input type="checkbox"/> Revista <input type="checkbox"/> Manual <input type="checkbox"/> Norma <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>
Nombre de la Fuente	
Nombre del Documento	
Título / Asunto	
Volumen	
Tomo / Legajo	
Folio / Página	
Lugar y Fecha del Doc	
Autor	
Ubicación de la Fuente	
CONTENIDO	