

**UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**



**“INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO DE  
PRECISIÓN DE 3TR N+1 EN EL CENTRO DE DATOS  
FONDEPES”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

Para optar el Título Profesional de  
**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER**

SERNA JAVIER, BRAYAN

**ASESOR**

VILCAHUAMÁN SANABRIA, RAÚL CÉSAR

**Villa el Salvador**

**2020**

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto y toda mi carrera a dios quien siempre me ayuda y apoya para poder salir adelante, dándome fuerza para poder luchar el día a día y superarlo las barreras.

Quiero dedicar este trabajo a mi madre y mis hermanos que me apoyaron todo este tiempo sin importar las dificultades, muchos de mis logros le debo a mi madre quien me ha inculcado valores para ser una mejor persona y llegar a hacer un buen profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer y dedicar esta tesis de manera muy especial a mí Madre: Perseveranda Rayda Javier Lázaro, por apoyarme siempre a terminar mi carrera y tener mi profesión, también por brindarme tu confianza, ser paciente conmigo y siempre darme consejos para no flaquear. Por enseñarme los valores el esfuerzo, trabajo y perseverancia.

A la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur: Por permitirme ser parte de esta la gran institución que me dio el privilegio de estudiar la educación superior y bachillerato, además de proveer todas las facilidades de su infraestructura educativa. Espero que esta Universidad siga dando educación de calidad a más generaciones.

A la Facultad de Ingeniería: Por haberme abierto las puertas, pero sobre todo por darme la oportunidad para obtener el grado de titulación. Por brindarme todas las herramientas necesarias, que me permitieron crecer de manera personal y profesional. Siempre estaré agradecido con todos Profesores, que influyeron en mí de manera positiva con su valioso aporte de conocimientos y por su puesto con el pleno derecho de libertad de Cátedra que distingue a la UNTELS, a través de la Facultad de Ingeniería.

## INDICE

RESUMEN.....	x
INTRODUCCIÓN.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	2
Problema general.....	2
Problema específico.....	2
<b>OBJETIVOS</b> .....	3
Objetivos generales .....	3
Objetivos específicos .....	3
<b>CAPÍTULO I</b> .....	4
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	4
1.1 Bases Teóricas .....	4
1.1.1 Marco teórico general .....	4
1.1.1.1 Centro de datos .....	4
1.1.1.2 Componentes principales de un centro y datos.....	4
1.1.1.3 Clasificación de centro de datos.....	7
1.1.1.4 Tipos de Centro de datos.....	9
1.1.1.5 Control de climatización.....	10
1.1.1.6 Principios del ciclo de refrigeración:.....	12
1.1.1.7 Principios básicos de extracción de calor .....	21
1.1.1.8 Enfriamiento de aire acondicionado de confort.....	23
1.1.1.9 Enfriamiento de aire acondicionado de precisión.....	25
1.1.1.10 Tipos de sistema de refrigeración .....	26
1.1.1.11 Tipos de distribución de aire de un equipo de aire de Precisión.....	29
1.1.1.12 Principales riesgos en la climatización de los Centros de Datos .....	31
1.1.1.13 La seguridad física en los equipos de aire de precisión.....	34
1.1.1.14 Costos Operativos .....	35
1.1.1.15 Costo de Mantenimiento .....	36

1.1.2 Marco teórico específico.....	38
1.1.2.1 Diferencia entre sistema de aire acondicionado de Precisión y Confort.....	38
1.1.2.2 Condiciones de temperatura y humedad .....	43
1.1.2.3 Estándares y normas .....	45
1.1.2.4 Cálculo de requisitos totales de refrigeración para los centros de datos.....	46
1.1.2.5 Estado del arte.....	49
1.2 Definición de términos básicos.....	51
CAPITULO II .....	53
METODOLOGÍA DE DESARROLLO DEL TRABAJO PROFESIONAL.....	53
2.1 Delimitación temporal y espacial del trabajo.....	53
2.2 Determinación y análisis del problema .....	53
2.3 Modelo de solución propuesto.....	54
2.3.1 Instalación del equipo de aire acondicionado de precisión .....	55
2.3.2 Dimensionamiento general del aire acondicionado de precisión .....	59
2.3.3 Memoria descriptiva de instalación del equipo del aire acondicionado de precisión.....	61
2.3.3.1 Instalación de equipo de aire acondicionado de precisión.....	62
2.3.3.2 Instalación de tuberías de refrigeración del equipo de aire acondicionado de precisión .....	63
2.3.3.3 Reubicación de equipo de aire acondicionado de confort.....	64
2.4 Resultados .....	70
CONCLUSIONES .....	71
RECOMENDACIONES .....	72
BIBLIOGRAFÍA.....	73
ANEXOS.....	77

<b>Anexo N°1: Mantenimiento preventivo que se les hizo a los equipos de aire acondicionado FONDEPES por la empresa ALQ CORP SAC .....</b>	<b>77</b>
<b>Anexo N° 2 informe fotográfico del equipo de aire acondicionado de precisión.....</b>	<b>87</b>
<b>Anexo N° 3 informe fotográfico del equipo de aire acondicionado de confort.....</b>	<b>88</b>
<b>Anexo N°4 Presupuesto de la instalación del equipo de aire acondicionado de precisión.....</b>	<b>89</b>
<b>Anexo N° 5 Plano Interior de los equipos de aire acondicionado instalados.....</b>	<b>90</b>
<b>Anexo N° 6 Plano exterior de los equipos de aire acondicionados .....</b>	<b>91</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 .Ejemplo de Equipos Redundantes. ....	5
Figura 2 . Topología de Cableado Backbone .....	7
Figura 3.Edificio de Misión Crítica .....	9
Figura 4.Edificio Multidisciplinario .....	9
Figura 5.Centro de Datos Pre-Fabricado .....	10
Figura 6.Densidades de Carga. ....	11
Figura 7.Gráfica de Métodos de Enfriamiento Basada en la Potencia y la Temperatura.....	11
Figura 8.Diagrama de Mollier. ....	13
Figura 9.Esquema del Compresor. ....	14
Figura 10.Esquema de Condensación. ....	15
Figura 11.Esquema de Expansión .....	16
Figura 12.Esquema Evaporador .....	16
Figura 13.Ciclo Completo de Refrigeración. ....	18
Figura 14.Ciclo de Compresión. ....	19
Figura 15.Ciclo de Absorción. ....	19
Figura 16.Circuito de Enfriamiento por Absorción .....	20
Figura 17.Efecto de los Materiales de Construcción Sobre el Rendimiento del Enfriamiento. .....	21
Figura 18.Unidad de Ventilación Asistida para Sala de Servidores.....	22
Figura 19.Gráfica de Temperatura de la Sala Frente a Carga Informática Ventilación Pasiva y Asistida Según ASHRAE. ....	23
Figura 20.Sistema de Refrigeración por Aire.....	27
Figura 21.Sistema de Refrigeración por Agua. ....	27
Figuras 22.Sistema de Refrigeración por Glicol.....	28
Figura 23.Variantes de Equipos de Aire de Precisión.....	28
Figura 24.Pasillos Fríos y Calientes.....	29
Figura 25.Pasillos Aislado o Encapsulado. ....	30

Figura 26. Aislamiento de Calor.....	30
Figura 27. Ventilación por Recursos Naturales.....	31
Figura 28. Amenazas Físicas y Lógicas en un Centro de Datos.....	32
Figura 29. Ubicación de Monitoreo Según Mejores Prácticas. ....	35
Figura 30. Gráfica de las Principales Causas de las Caídas de los Centros de Datos. ....	37
Figura 31. Diferencia Básica de Presión y Confort.....	40
Figura 32. Relación de Calor Sensible de Presión y Confort.....	41
Figura 33. Gráfica psicométrica de temperatura vs humedad, A1 es temperatura ideal para un centro de datos. ....	43
Figura 34. Montaje de Unidad Condensadora del Equipo de Aire de Precisión de 3TR.....	62
Figura 35. Instalación de tubería de cobre en el sistema de aire acondicionado de precisión .....	63
Figura 36. Presurización de equipo de confort de 60000BTU.....	64
Figura 37. Aplicación de vacío del equipo de aire de confort de 60000BTU.....	65
Figura 38. Recarga de gas refrigerante R410A.....	65



## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Clasificación de Centro de Datos Según la Disponibilidad, Tiempo de Paro y Componentes Redundantes.....	8
<b>Tabla 2</b> Puntos Ciclo Frigorífico .....	17
<b>Tabla 3</b> Amenazas Físicas Distribuidas.....	33
<b>Tabla 4</b> Diferencia Entre Aire de Precisión y de Confort.....	39
<b>Tabla 5</b> Cuadro de Carga Sensible y Latente.....	41
<b>Tabla 6</b> Para un Centro de datos, ASHRAE limita los ratios de cambio a 5 °C dentro de un periodo de 15 minutos.....	43
<b>Tabla 7</b> Conversión de Unidades .....	47
<b>Tabla 8</b> Hoja de cálculo de la energía térmica producida por una sala de centro de datos o de red.....	48
<b>Tabla 9</b> Calculo de Requisitos Totales para Centro de Datos.....	58
<b>Tabla 10</b> Conversión de Unidades para Determinar la Capacidad de Refrigeración del Centro de Datos FONDEPES.....	58
<b>Tabla 11</b> Dimensionar la Carga Térmica Para el Aire Acondicionado de precisión.....	60
<b>Tabla 12</b> Especificaciones Técnicas del Equipo de Aire Acondicionado de Precisión.....	66
<b>Tabla 13</b> Parámetros del Compresor.....	66
<b>Tabla 14</b> Parámetros de Evaporador.....	67
<b>Tabla 15</b> Parámetros del Condensador .....	67
<b>Tabla 16</b> Especificación Técnica del Aire acondicionado confort.....	69
<b>Tabla 17</b> Parámetro del Condensador .....	69

## RESUMEN

En esta presente propuesta de suficiencia profesional se instalara un equipo de aire acondicionado de precisión de 3 Toneladas(N+1) en el centro de datos FONDEPES con dirección: Av. Petit Thouars 110-115, Cercado de Lima 15046; diseñado para trabajar de forma eficiente, brindando ambiente ideal, donde, en forma simultánea y continua se controle la temperatura, la humedad y la circulación del aire, manteniendo una temperatura ideal de entre 18 a 27°C y con una humedad relativa de 40 a 60 % en la sala de servidores, para un trabajo pleno de 24 horas al día durante los 365 días del año. Este equipo reemplazo al equipo de aire acondicionado de confort de 60000 BTU que fue instalado con anterioridad, cuyo funcionamiento no prestaba la seguridad de climatización necesaria el centro de datos FONDEPES. El equipo de aire acondicionado de confort de 60000BTU será reubicado dentro del centro de datos y será considerado como un equipo respaldo con relación al equipo de aire acondicionado de precisión.

Para este presente proyecto se tendrá que calcular la densidad de cargar térmica del centro de datos y del equipo de aire acondicionado de precisión para poder determinar la capacidad de refrigeración que debe tener el equipo de precisión que debemos instalar, optimizando un sistema de aire acondicionado de precisión N+1(aire acondicionado de precisión + aire acondicionado de confort).

## INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se propone la instalación de un equipo de aire acondicionado de precisión de 3TR (N+1) en el centro de datos FONDEPES. Con el objetivo de optimizar el funcionamiento de los equipos IT (Information Technology), permitiendo el enfriamiento constante en la sala de servidores, controlando la humedad y temperatura, mejorando la calidad de aire, todo esto permite un sistema de climatización eficiente.

El motivo para desarrollar este proyecto de tesis es solucionar el problema que aqueja el centro de datos FONDEPES con el equipo de aire acondicionado de confort de 60000BTU el cual no brinda la seguridad que necesita el centro de datos en la humedad, temperatura y distribución de aire, lo cual reduce la disponibilidad y eficiencia de la sala de servidores.

El objetivo principal es verificar que el equipo de aire acondicionado de precisión que se instalará solucione los problemas de climatización que presenta el centro de datos, controlando de manera correcta la circulación de aire, demostrando que el equipo puede controlar la temperatura de las cargas críticas, priorizando el calor sensible y en menor proporción el calor latente, manteniendo la temperatura en un rango de 18 a 27 °C y corroborar que el equipo de aire acondicionado de precisión cuente con un nivel de humedad de 40 a 60% HR (Humidity Relative) en el centro de datos FOMDEPES.

Se explicara la definición de un centro de datos, aire acondicionado y la diferencia entre los equipos de aire acondicionado de precisión con el de confort y la importancia de instalar el equipo adecuado para un centro de datos donde estos equipos por lo general generan una gran carga térmica, que en términos generales es más del 90% de la energía.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **Problema general**

El sistema de aire acondicionado de confort de 60000BTU no cumple los estándares ambientales y seguridad necesarias para la operatividad de los servidores, encontrando alto índice de calor sensible producido por las cargas críticas, haciendo deficiente el funcionamiento del centro de datos FONDEPES – Centro de Lima.

### **Problema específico**

- Se evidencio que el equipo de aire acondicionado de confort no proporciona la circulación de aire que necesita el centro de datos FONDEPES – Centro de Lima.

- Se observó que el equipo de aire acondicionado de confort no dedica en gran proporción el calor sensible producido por las cargas críticas del centro de datos FONDEPES – Centro de Lima.

- Se verifico que el equipo de aire acondicionado de confort no controla de humedad eficientemente y es un factor indispensable para el centro de datos FONDEPES – Centro de Lima.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivos generales**

Optimizar el sistema de climatización para los servidores mediante la instalación del equipo de aire acondicionado de precisión en el centro de datos de FONDEPES – Centro de Lima.

### **Objetivos específicos**

- Verificar que el equipo de aire acondicionado de precisión que se instalara controle de manera correcta la circulación del aire en el centro de datos FONDEPES– Centro de Lima.
- Demostrar que el equipo de aire acondicionado de precisión puede controlar la temperatura de las cargas críticas, priorizando el calor sensible en el centro de datos FONDEPES– Centro de Lima.
- Verificar que el equipo de aire acondicionado de precisión controle de manera eficiente la humedad en el centro de datos FONDEPES– Centro de Lima.

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1 Bases Teóricas

#### 1.1.1 Marco teórico general

##### 1.1.1.1 Centro de datos

Según Pacio (2014) es un espacio confinado que aloja un cuarto de cómputo con características físicas determinadas para la refrigeración, redundancia y protección cuya finalidad es brindar seguridad y confiabilidad; asegurando la disponibilidad de los servicios de la red.

Es un área crítica de mucha importancia para las empresas ya que esta almacena la información confidencial, estados financieros y transacciones.

##### 1.1.1.2 Componentes principales de un centro y datas

Según ID Grup, (2020) menciona que los componentes son:

- a) Arquitectura: La arquitectura es un factor importante en el centro de datos, ya que ha de coincidir con los requisitos de anchura y altura que necesitan los sistemas de cableado y RACK estructurado.
- b) UPS: Sistemas de fuente de alimentación ininterrumpida compacta que brindan protección contra corte de energía eléctrica y suministro de energía a su batería que almacena energía.
- c) De acuerdo a Clima Control, (2020) Equipos redundantes: Estos equipos brindar confiabilidad en la infraestructura de los sistemas de telecomunicaciones y el respaldo indispensable.

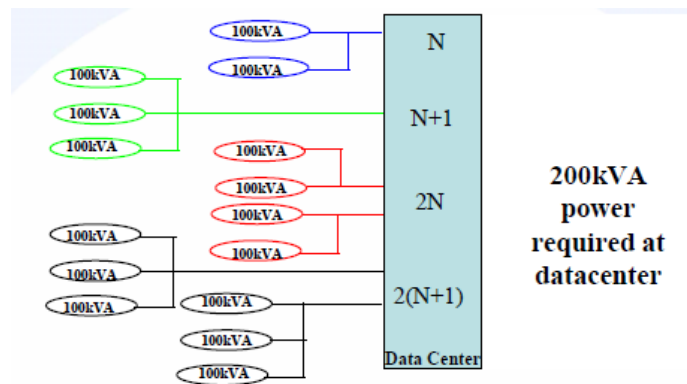
i. Equipos activos y de reserva: En sistemas generales estos equipos operan bajo la modalidad N+1, es un equipo o más conectados al punto de funcionamiento y equipo o equipos de reserva parados dependerá del criterio del diseño.

ii. Equipos activos (N): es el equipo principal que trabaja continuamente cumpliendo la función de refrigerar el sistema.

iii. Equipos reserva (+1): es el equipo o equipos que entran a funcionar y entran a tallar como activos principales.

Según la disponibilidad y requerimiento de los equipos refundación se clasifican y se ve en la figura 1.

- N+1.
- N+2.
- 2N.
- 2(N+1).



**Redundant UPS systems delivering 200kVA power.**

*Figura 1 .Ejemplo de Equipos Redundantes.*

Fuente: (Clima Control, 2020)

El equipo o equipos de reserva entran en funcionamiento cuando:

- Por fallas en los equipos activos.
- Fallas en los cableados de Backbone ( MDA a HADA)
- Como respaldo para alcanzar la demanda en horas críticas.
- Por rotación autónoma para agilizar el trabajo del equipo semanal.

d) Racks: es un armario donde se almacena por lo general el hardware del centro de datos, se montan y maximizan el espacio de instalación y estructura perimetral al cableado y refrigeración dando servicio a una organización o empresa.

e) Sistema de cableado: Un sistema para administrar la gran longitud de cables que conectan cada máquina en un centro de datos a energía, redes, dispositivos y recursos. Es común que los centros de datos tengan un suelo técnico elevado para facilitar el acceso a los cables.

Alternativamente, algunos sistemas de cableado cuelgan del techo.

f) Según Diaz, (2020) el estándar TIA/EIA-606 (Administration Standard foro Comercial Telecomunicaciones Infraestructura) tiene como objetivo brindar los lineamientos de administración y de identificación de un sistema de cableado estructurado. Donde destaca el cableado backbone.

El cableado backbone es la estructura principal, es troncal del sistema informático, está compuesto por Reuters de gestión, comercio, universal y otros de gran capacidad de traslado de los datos mediante fibra óptica.



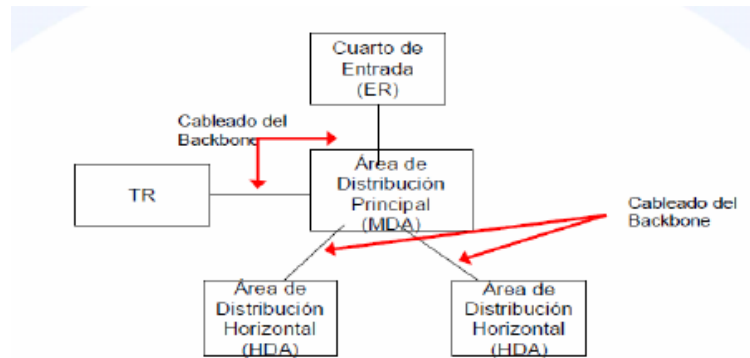


Figura 2 .Topología de Cableado Backbone

Fuente: (Diaz, 2020)

g) Centro de monitoreo: Área donde el personal de operaciones utiliza herramientas para monitorear, administrar, mantener y asegurar los recursos informáticos. puede actuar como soporte primario que proporciona servicios de gestión de incidentes y gestión de problemas.

### 1.1.1.3 Clasificación de centro de datos

Según Cowan, (2006), ante un panorama de tecnología e informática (TI) se ha vuelto parte importante para los fabricantes, clasificar por 4 niveles la fiabilidad de los sistemas informáticos asociando con la disponibilidad, a mayor numeración de TIER, el cual está en función de redundancia de los componentes que soportan los centro de datos, según el estándar ANSI/TIA-942 como se observa en la (Tabla.1)

## Tabla 1

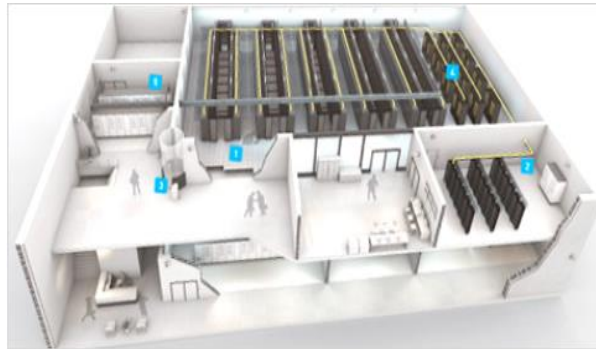
*Clasificación de Centro de Datos Según la Disponibilidad, Tiempo de Paro y Componentes Redundantes.*

Tiempo fuera de			
TIER	Disponibilidad	Línea al año	Respaldo
TIER I	99.67%	28 horas	<ul style="list-style-type: none"><li>-Utiliza una o varias unidades de aire acondicionado sin redundancia.</li><li>-Se puede realizar mantenimiento en este proceso, apagando el equipo.</li><li>-Capacidad de enfriamiento combinado, temperatura y humedad.</li></ul>
TIER II	99.41%	22 horas	<ul style="list-style-type: none"><li>-Cuenta con un sistema redundante N +1 parcial y el mantenimiento se puede relajar en línea.</li><li>-Tiene múltiples unidades de aire acondicionado.</li></ul>
TIER III	99.98%	1.5 horas	<ul style="list-style-type: none"><li>-Cuenta con varios sistemas alternos de energía y sistemas redundantes 2N de refrigeración, para el mantenimiento no es necesario estar fuera de línea.</li><li>-Tiene el mismo proceso que el TIER III</li></ul>
TIER IV	99.995%	26 min	<ul style="list-style-type: none"><li>Conecta múltiples líneas de distribución eléctricas y de enfriamiento con múltiples componentes redundantes 2(N+1)</li><li>- El mantenimiento no afecta en el servicio y funcionamiento del sistema.</li></ul>

Fuente: (Suarez Cruz, Escobar Díaz, & Vacca González, 2019)

#### 1.1.1.4 Tipos de Centro de datos

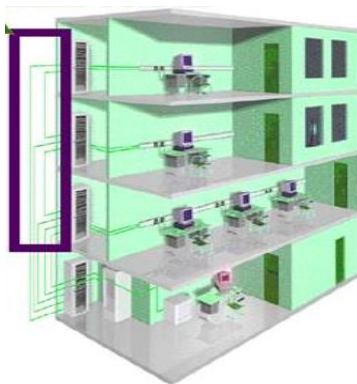
**Edificios de misión crítica:** Diaz, (2020) es una edificación dedicado y de uso exclusivo para un centro de datos y TI. Son proyectos que alojan equipos de telecomunicaciones, voz y data, brindando niveles de seguridad. Puede contener oficinas de monitoreo, sala de reuniones dedicadas a centros de datos. Permitiendo un alta eficiencia en la operación, Figura3.



*Figura 3.*Edificio de Misión Crítica

Fuente: Diaz, (2020)

**Edificios Multidisciplinarios:** Diaz, (2020) entorno de edificios compartidos con otras compañías u otros departamentos informáticos, donde el riesgo de confinamiento es muy alto, estos centros de datos necesitan una solución preventiva de seguridad física, garantizando la protección de datos y la disponibilidad independientemente del entorno.



*Figura 4.*Edificio Multidisciplinario

Fuente: Diaz, (2020)

**Centro de datos modulares Pre-Fabricados:** Construidos a outdoor, distinto a los contenedores tradicionales, estos centros de datos no se limitan en el tamaño ni el diseño del TI, pueden ser construidos al aire libre, figura 5.



*Figura 5.* Centro de Datos Pre-Fabricado

Fuente: Diaz, (2020)

#### **1.1.1.5 Control de climatización**

a) Densidad de carga en un centro de datos: Para APC Legendary Reliability, (2003), el centro de datos tiene una alta concentración de equipos, donde la densidad de carga de un sistema informático puede alcanzar 5 veces el nivel de una oficina típica. Estos sistemas están diseñados para controlar la densidad de carga extrema. La distribución de aire y la capacidad sensible son factores importantes, Figura6.

Densidad de carga:

- Oficina Administrativa: 54 -161 w/m<sup>2</sup>
- Centro de Datos: 538 – 2153 w/m<sup>2</sup>
- Densidad de cargar de gabinetes:
- Baja: 3KW
- Media: 3KW a 8 KW
- Alta: 8KW a 15 KW
- Extrema: 15KW

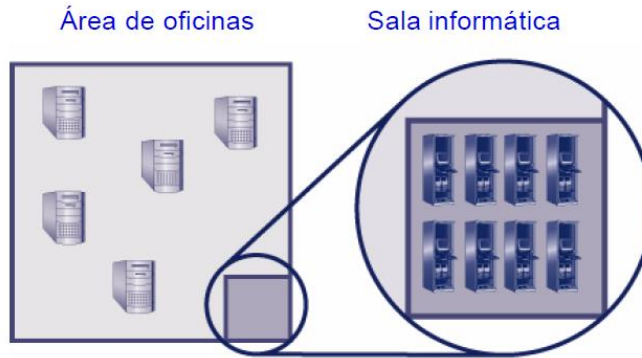


Figura 6. Densidades de Carga.

Fuente: (APC Legendary Reliability, 2003)

b) Humedad y temperatura: Según (Linares, 2019) el objetivo de estos equipos de aire acondicionado de precisión están diseñados para mantener una temperatura de suministro de 18-27°C Y de humedad relativa (R.H.) de 40-60%, figura 7.

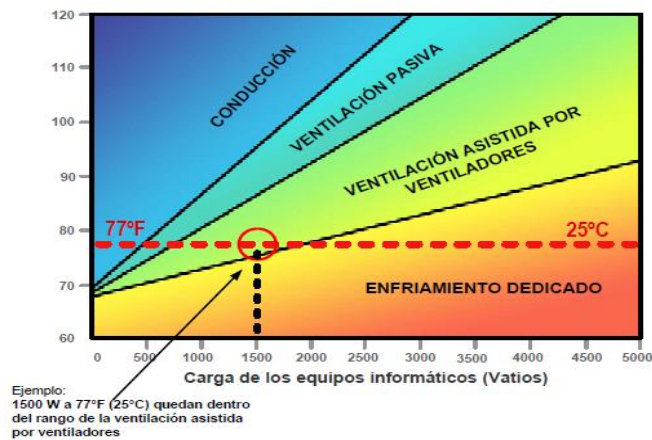


Figura 7. Grafica de Métodos de Enfriamiento Basada en la Potencia y la Temperatura

Fuente: Rasmussen S. , (2007)

### **1.1.1.6 Principios del ciclo de refrigeración:**

Según Tecener SA de CV, (2015) el principio fundamental es la expresión, “no se genera frío, se retira calor”, para poder transferir calor de un cuerpo de alta temperatura a otro con baja temperatura, se requiere llevar energía, por tal razón, entra a tallar un fluido refrigerante que sufre una serie de intercambios termodinámico evitando el retorno continuo del refrigerante, cada refrigerante tiene su composición diferente y definida. Para poder entender el ciclo de refrigeración nos encontramos con dos sistemas:

- Ciclo de compresión.
- Ciclo de absorción.

#### **A) Ciclo de compresión**

Tecener SA de CV, (2015) indica que para poder entender el ciclo de refrigeración necesitamos conocer cada componente y cómo funciona respectivamente ya que son factores importantes para el inicio del ciclo de refrigeración, los principales equipos son:

- a. Compresor
- b. Condensación
- c. Expansión
- d. Evaporación

Para entender la etapa donde está ubicado el fluido refrigerante, dependerá de las condiciones de la temperatura y presión. El cambio de estado es un factor importante para la transferencia de calor.

## El principio del diagrama de Mollier

Tecener SA de CV, (2015) dice que el diagrama de Mollier o de Entalpia es uno de los elementos primordiales para poder entender el ciclo de refrigeración. El refrigerante dispone de un estado físico en relación de su cambio de presión.

En el eje x se muestra la entalpia del fluido ( $h$ ), pertenece a la cantidad de energía térmica que corresponde a un kilogramo de refrigeración. El eje y corresponde a la presión del fluido ( $P$ ), la curva en forma de campana nos indica el estado del fluido, y fuera de ella se encuentra en esta de saturación, el resto de las gráficas de la figura 8, nos indican la diferencia de parámetros de la temperatura (isotérmica) y volumen (isòcoro).

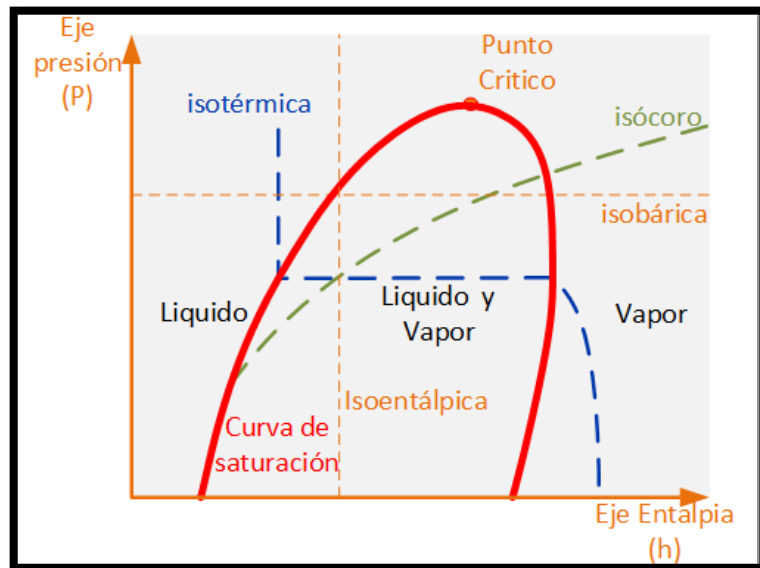


Figura 8. Diagrama de Mollier.

Fuente: Tecener SA de CV, (2015)

### a. Compresión

Este proceso según Tecener SA de CV, (2015) es realizado por el compresor. La función principal del compresor es de comprimir el gas refrigerante que esta con baja presión y al comprimir el volumen del refrigerante provoca un aumento de la temperatura. El compresor trabaja de forma mecánica, es indispensable que el equipo trabaje con el refrigerante en estado gaseoso antes de ingresar el compresor, ya que estos equipos son sensibles a los golpes estrepitosos de los líquidos que ingresan, provocando el deterioro del equipo y falla del mismo, (Figura 9). Por eso es importante que el compresor mecánico tenga un sistema de lubricación y que el refrigerante llegue al sistema en estado gaseoso asegurando el correcto funcionamiento del equipo.

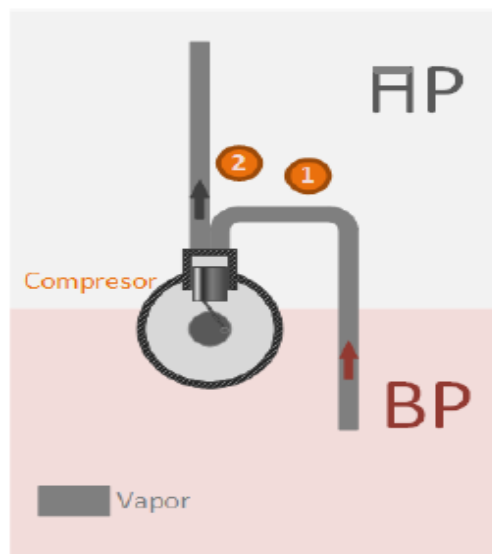


Figura 9. Esquema del Compresor.

Fuente: Tecener SA de CV, (2015)



## b. Condensación

Para Tecener SA de CV, (2015) el refrigerante en estado gaseoso el cual está con alta presión, va realizar un intercambio de calor llamado condensación, donde el fluido refrigerante va a ceder energía calorífica que viene del evaporador y por efecto de la compresión que se realiza en el compresor, el gas cede calor al medio exterior produciendo condensación pasando estado gaseoso a líquido pero con alta presión, (Figura 10).

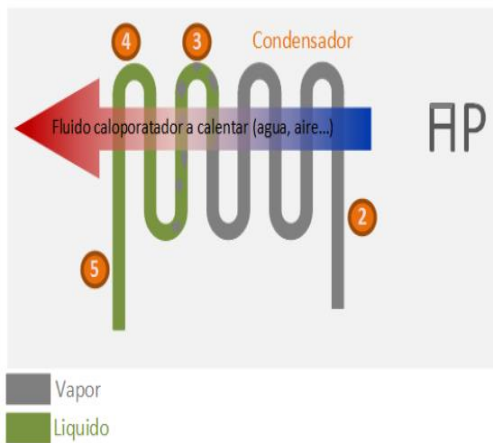


Figura 10. Esquema de Condensación.

Fuente: Tecener SA de CV, (2015)

## c. Expansión

Para Tecener SA de CV, (2015) el refrigerante en estado líquido y a una elevada presión, es expandido con el fin de reducir la presión para así poder bajar la temperatura, esto se logra gracias a la "válvula de expansión". Este cambio de presión es indispensable para obtener el refrigerante en estado líquido, esto favorece al momento de captar la energía calorífica del evaporador (Figura 11).

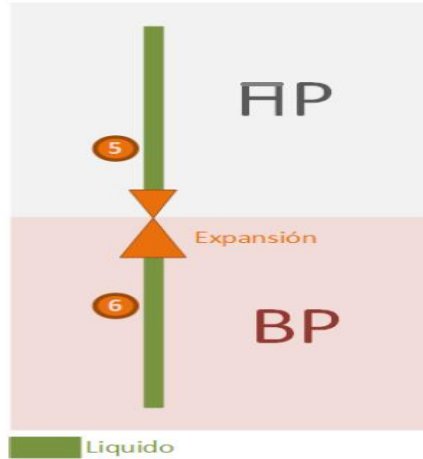


Figura 11. Esquema de Expansión

Fuente: Tecener SA de CV, (2015)

#### d. Evaporación

Para Tecener SA de CV, (2015) el refrigerante en estado líquido y vapor entra en un proceso de intercambio de calor en el evaporador, donde el refrigerante tiene que estar más frío que la temperatura del ambiente así la transferencia de calor será más efectiva y el refrigerante pasará un estado gaseoso y en baja presión (Figura 12).

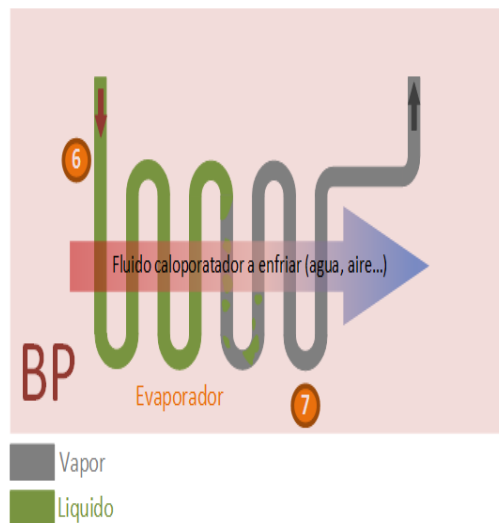


Figura 12. Esquema Evaporador

Fuente: Tecener SA de CV, (2015)

### Ciclo completo:

Ahora se explicara cómo funciona el sistema de refrigeración en la tabla 2 y se graficara en la figura 13.

**Tabla 2**

*Puntos Ciclo Frigorífico*

Puntos	Nivel de Presión	Estado de Refrigeración	Nivel de temperatura
Se comprime el refrigerante en el compresor (1-2)	Se eleva a alta presión	Gaseoso	Elevada
El refrigerante comprimido va al condensador (2-3)	Alta presión	Gaseoso	Elevada
El refrigerante está se mi comprimido en el condensador (3-4)	Alta presión	Pasa a estado liquido	Comienza a bajar la temperatura
El refrigerante sale del condensador y va a la válvula de expansión (4-5)	Alta presión	Liquido	Baja
En la válvula de expansión el refrigerante se expande (5-6)	Se baja la presión	Liquido + Vapor	Baja
El refrigerante expandido sale de la válvula de expansión y va al evaporador (6-7)	Baja Presión	Liquido + Vapor	Baja
Del evaporador se dirige al compresor a comensal el ciclo nuevamente (7-1)	Baja Presión	Paso del esta gaseoso(liquido + vapor)	Baja

Fuente: Tecener SA de CV, (2015)

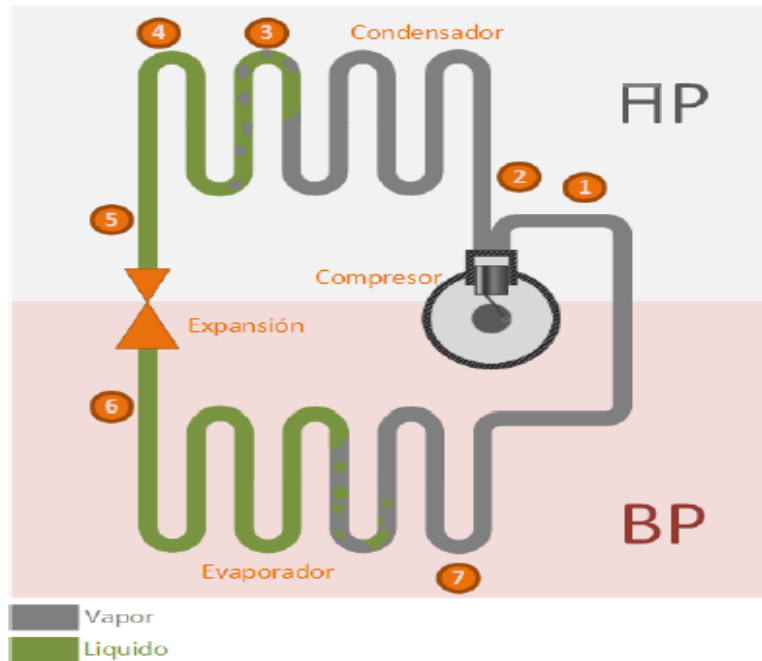


Figura 13. Ciclo Completo de Refrigeración.

Fuente: Tecener SA de CV, (2015)

## B) Ciclo de absorción

Tecener SA de CV, (2015) Dice el equipo de absorción parece diferente al de absorción pero el principio es similares ya que este sistema utiliza agua y no refrigerante.

- La circulación de un fluido (agua) refrigerante.
- La evaporación del fluido para producir agua helada.
- La compresión del fluido dando energía.
- La condensación del fluido para producir calor.

Esta diferencia reside en como comprimir el refrigerante, porque en el método de compresión se utiliza un compresor mecánica en cambio en la de absorción se utiliza uno termoquímico donde la energía necesaria es el calor, a continuación se muestra en las figuras 14 Y 15 las diferencias del ciclo de compresión y absorción.

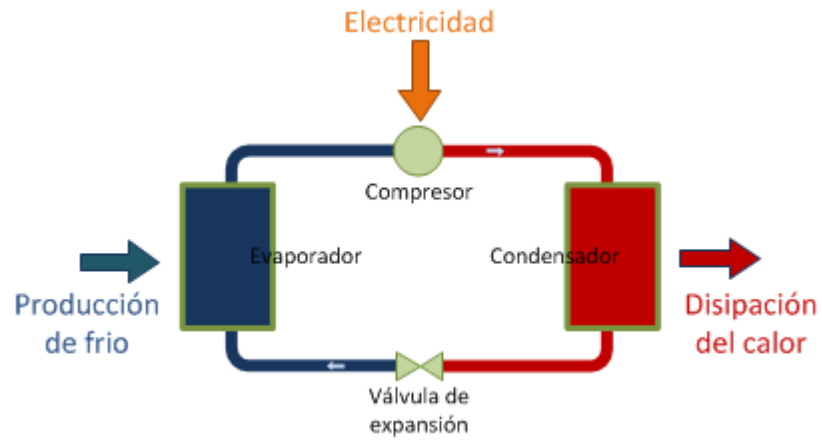


Figura 14.Ciclo de Compresión.

Fuente: Tecener SA de CV, (2015)

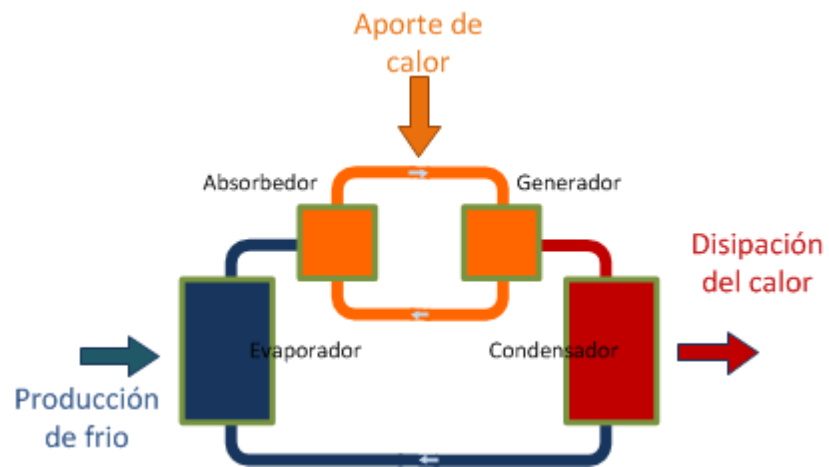


Figura 15.Ciclo de Absorción.

Fuente: Tecener SA de CV, (2015)

## Explicación del ciclo de refrigeración por absorción

En este sistema según Tecener SA de CV, (2015) se utiliza el agua como mediador de intercambio de calor, el flujo de agua transmitirá su calor al flujo refrigerante, ya que están separados por tuberías. El refrigerante a recibir el calor es evaporado debido a su composición y baja presión de evaporación; el compresor comprime al refrigerante extraído enviando al refrigerante al condensador, donde el calor es absorbido en el medio que es el agua, provocando que el refrigerante se condense a alta presión. El refrigerante de alta presión y en estado líquido es enviado a la válvula de expansión e inyecta al evaporador donde se produce un intercambio de calor y se vuelve a reiniciar el ciclo de refrigeración (Figura 16).

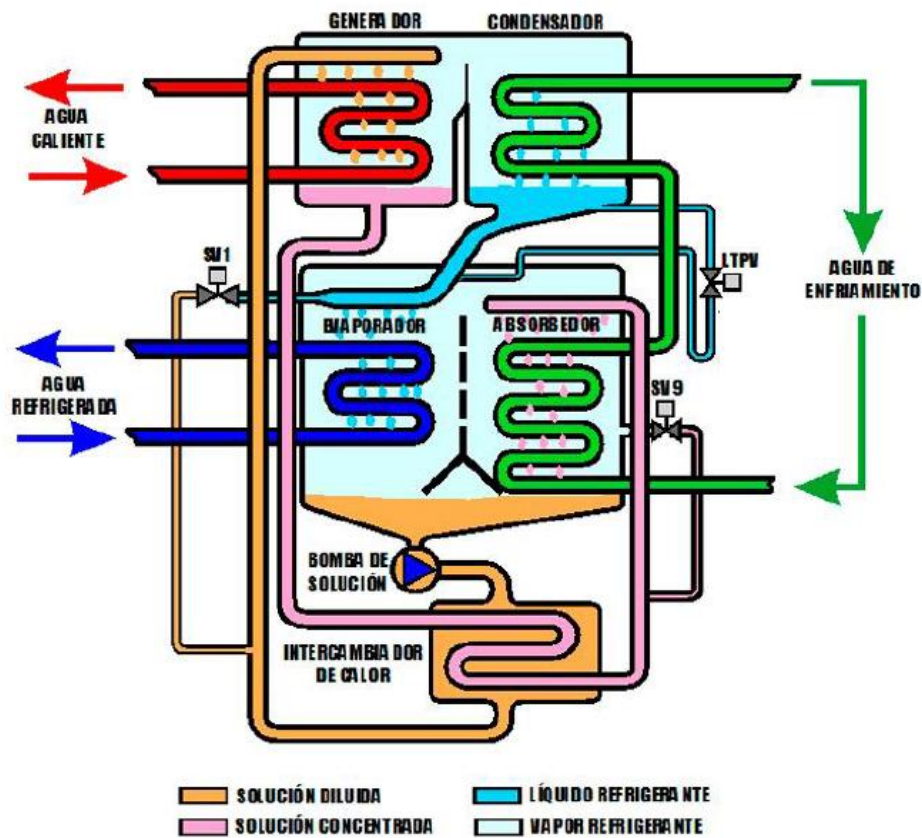


Figura 16. Circuito de Enfriamiento por Absorción

Fuente: Tecener SA de CV, (2015)

### 1.1.1.7 Principios básicos de extracción de calor

Rasmussen S. , (2007), dice que el calor es la materia que fluye desde un objeto de mayor temperatura hasta otro de menor temperatura, para poder extraer y canalizar el calor aun lugar más fresco. Esta condición física es muy difícil de conseguir. El calor puede salir en espacios cerrados y pequeños como una oficina, sala de cables, sala de sistemas, paredes, pisos. Existen 5 principios básicos y son:

a) Conducción: según Rasmussen S. , (2007) el calor es capaz de fluir por las paredes del área de operación, por tal razón los materiales han utilizados en las paredes, piso y cielorraso que producen una desviación de temperatura con relación a la carga, yaqué la capacidad de transferir calor dependerá del tipo de material que se utilizara. Dando como ejemplo el reemplazo de falsa pared echas de yeso y paneles acústicos del techo por paredes de bloque de concreto de 10cm (4 pulgadas) y piso de losas de concreto de 10cm (pulgadas), observaremos el aumento de rendimiento en el esquema de enfriamiento que se muestra en la figura 17.

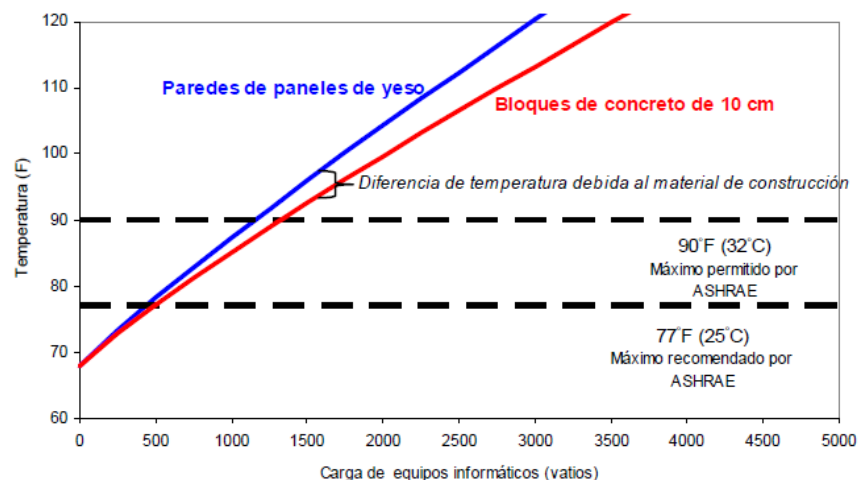


Figura 17.Efecto de los Materiales de Construcción Sobre el Rendimiento del Enfriamiento.

Fuente: Rasmussen S. , (2007)

b) Ventilación pasiva: El calor puede fluir hacia el exterior (aire fresco) a través de una rejilla, sin necesidad de utilizar un equipo para la circulación de aire.

c) Ventilación asistida por ventiladores: El calor puede fluir hacia el exterior (aire fresco) a través de una rejilla, utilizando un equipo de ventilación mecánica para garantizar la circulación de aire. (Figura 18)

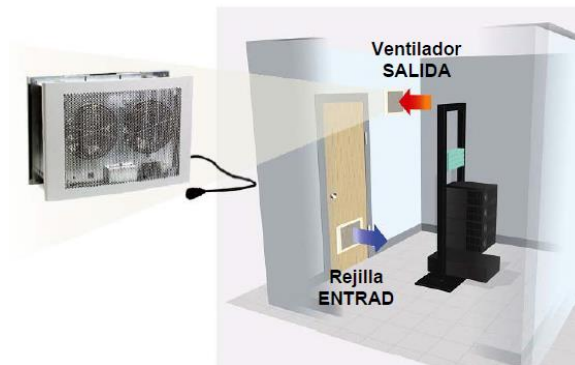


Figura 18. Unidad de Ventilación Asistida para Sala de Servidores.

Fuente: Rasmussen S. , (2007)

Según la Sociedad Estadounidense de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (ASHRAE) para niveles de potencia inferiores a 1100 watts, la ventilación pasiva es eficiente para las salas críticas. Para potencias entre 1100 y 1750 watts, la ventilación asistida es adecuada para salas críticas. Se puede lograr niveles de potencia aún mayores si se utilizan unidades con mayor capacidad o asistidas por ventilación mecánica. Similar, para salas no críticas, la ventilación pasiva es defectiva hasta 1750 watts, y la ventilación asistida por ventiladores es eficaz desde 1750 watts hasta los 4500 watts de potencia. Las consideraciones necesarias para aplicar este método dependen de la ubicación de la toma de aire y la unidad asistida por ventiladores respecto de los equipos informáticos del centro de datos, implica aumentar el rendimiento del esquema de enfriamiento. Además, es importante notar



que con este método también deben considerarse los efectos externos como lo ilustrado en la figura 19.

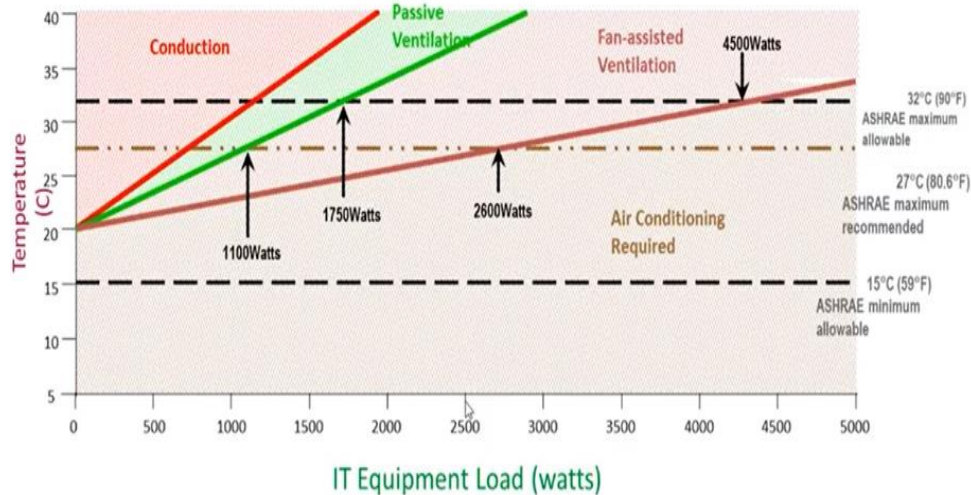


Figura 19. Grafica de Temperatura de la Sala Frente a Carga Informática Ventilación Pasiva y Asistida Según ASHRAE.

Fuente: ASHRAE, (2015).

### 1.1.1.8 Enfriamiento de aire acondicionado de confort

DiPulse\_EnRed, (2019) dice que el sistema de enfriamiento de confort de aire acondicionado tradicional es utilizado en las oficinas. Su objetivo principal es mantener a las personas a una temperatura de climatización cómoda durante todo el año. Ya sea bajando la temperatura del termostato en verano, o subiéndolo en invierno.

a) Tiempo de operación limitado: El sistema de confort tiene un corto ciclo de enfriamiento de 8 horas diarias los 5 días a la semana como máximo. Con relaciona un área pequeña, el equipo se encenderá climatizara y enfriara el espacio luego se apagara cuando llegue a la temperatura deseada, esto se deduce un promedio de operación de 1200 horas de trabajo en forma intermitente.

b) Altas temperaturas y baja humedad: La carga térmica está compuesta por calor latente referido a la temperatura seca; mientras que calor sensible se relaciona con la humedad del aire. La capacidad total de refrigeración de un aire acondicionado de confort se refiere a la suma del calor sensible extraído y el calor latente extraído.

El aire acondicionado de confort está compuesto en un 60% -70% de enfriamiento de calor sensible para reducir la temperatura de la habitación al eliminar el calor. También se compone en un 40%-30% de enfriamiento de calor latente para reducir la humedad del aire.

Los centros de datos requieren una alta capacidad de enfriamiento sensible y muy poco enfriamiento latente. Cuando es utilizado el aire acondicionado de confort en los centros de datos y salas de servidores, no hay suficiente enfriamiento sensible para poder reducir la temperatura de la sala a climatizar; sino que el enfriamiento latente elimina demasiada humedad del aire, causando problemas de electricidad e incluso fallos electrónicos. Un bajo porcentaje de humedad conlleva a un importante aumento de las posibilidades de descargas electrostáticas que pueden dañar los servidores y el hardware.

c) Nula adaptabilidad: Los sistemas de enfriamiento de los equipos de confort, al no estar diseñados para cubrir con las necesidades de los centros de datos, cuentan con características estandarizadas que carecen de la confiabilidad, adaptabilidad y precisión requerida para enfriar efectivamente los servidores que se utilizan hoy en día.

d) Distribución de aire deficiente: El sistema tiene un baja tasa de circulación del aire, que oscila entre 85 y 115 pies cúbicos por minuto (144-195 m<sup>3</sup>/h) por cada kW o 40-54 litros por segundo/ kW. Para un centro de datos esta distribución de aire es ineficiente. Además de poder causar el sobrecalentamiento provocado por las cargas críticas de los equipos, provocando una suspensión mayor de contaminantes en el aire que pueden dañar y almacenarse en los circuitos eléctricos. Demostrando que el aire acondicionado de confort no brinda el enfriamiento necesario para un centro de datos de manera óptima. Lo que es peor, si utilizamos este sistema de enfriamiento provocaría fallos y descargas eléctricas que afectarían gravemente los servidores de la red institucional de una empresa ocasionando pérdidas financieras.

#### **1.1.1.9 Enfriamiento de aire acondicionado de precisión**

DiPulse\_EnRed, (2019) menciona que los sistemas de enfriamiento de los equipos de precisión han sido específicamente diseñados para controlar la temperatura y humedad de los cuartos de servidores de manera eficiente. Tienen un alto nivel de confiabilidad pues funcionan los 365 días del año. Ofrece una facilidad de realizar mantenimiento, redundancia y flexibilidad necesaria para la sala informática se encuentre en actividad 24 horas al día.

a) Dosis de aire: Los sistemas de aire acondicionado de precisión tienen una alta tasa de circulación de aire por unidad de calor extraída, en general, 160 pies cúbicos por minuto (271 m<sup>3</sup>/h) o 76 litros por segundo, por cada kW o valor superior. Esta alta tasa volumétrica mueve una mayor caudal de aire por el centro de datos, lo que le permite mejorar la distribución de aire reduciendo la posibilidad de generar concentraciones de calor localizadas por las cargas críticas mejorando la disponibilidad.

El sistema de aire de precisión se caracteriza por tener una alta tasa de circulación de aire, esta ayuda a brindar un alto factor de calor

sensible, esta aumenta la distribución de aire y mejora la tasa de filtrado. El elevado nivel de flujo no perjudica al personal, ya que la distribución es por debajo del piso falso y asciende a través de los equipos de precisión distribuyendo en toda la sala.

b) Sistema de filtración: Los filtros son un factor muy importante porque la presencia de polvo en el aire podría dañar los equipos, por ende para conseguir un nivel de eficiencia intermedio y alto, estos filtros deberán ser tipo MERV-8, debe ser considerado el tamaño para aumentar la eficiencia los filtros deben ser limpiados periódicamente o cambiados dependiendo del proyecto, MERV (minimum efficiency report value), significa “valor de informe de eficiencia mínima”. Donde la calificación MERV mide la eficiencia del filtro, con respecto a la eliminación de partículas del aire y se clasifica los filtros según la capacidad de filtración.

c) Barrera contra la humedad: Los materiales que se utilizan en la construcción son practicante de permeables a la humedad, una sala de centro de datos diseñado correctamente debe está incluida una barrera contra la humedad. Si no fuese así el centro de datos absorbería la humedad en verano y perdería en invierno. Esta complicaría el control de la humedad aumentando el tiempo de funcionamiento del compresor y humidificador en específico consumiendo más energía y reduciendo su tiempo de vida.

#### **1.1.1.10 Tipos de sistema de refrigeración**

a) Sistema refrigeración de condensación por aire: Este sistema está dividido según APC Legendary Reliability, (2003) en 2 unidades principales independientes cuya ubicación puede ser interior o exterior, por lo general el condensador es colocado exterior por motivos de seguridad y agiliza el mantenimiento. Este sistema funciona con la circulación de un refrigerante que se encarga del intercambio de calor en el sistema, (Figura 20).



Figura 20. Sistema de Refrigeración por Aire.

Fuente: APC Legendary Reliability,( 2003)

b) Sistema refrigeración con condensación por Agua: Es un sistema de enfriamiento por agua refrigerante y se encarga del intercambio de calor ubicado en el interior, el agua se bombea asía la torre de enfriamiento y recircula. La torre de enfriamiento debe estar diseñado para soportar las condiciones ambientales y contar de un sistema de respaldo. De fácil instalación pero se debe tratar el agua para no generar desperfectos y contaminaciones del líquido refrigerante que cambiarían su composición, (Figura 21)



Figura 21. Sistema de Refrigeración por Agua.

Fuente: APC Legendary Reliability,( 2003)

c) Sistema refrigeración con condensación por glicol: APC Legendary Reliability, (2003) dice que este sistema es similar al refrigeración por agua pero se reemplaza el agua por una solución de glicol, se encarga de rechazar el calor al exterior mediante la “torre seca” este equipo requiere menor mantenimiento que una torre de enfriamiento y es un excelente recuperador de calor. Cabe menciona estos sistemas tienes un gran factor de eficiencia energética y un ahorro económico, (Figura 22).



Figuras 22.Sistema de Refrigeración por Glicol.

Fuente: APC Legendary Reliability,( 2003)

d)Tipos de inyección de aire: Según Clima Control, (2020) la inyección de aire se divide en : inyección, superior , retorno y estas se diferencias debido a que el ajuste es personalizado, lo que conlleva a que los individuos se sientan cómodos con el clima, sin importar la separación, evitando complicaciones en las oficinas, (Figura 23).



Figura 23.Variantes de Equipos de Aire de Precisión

Fuente: Clima Control, (2020)

### 1.1.1.11 Tipos de distribución de aire de un equipo de aire de Precisión

a) Enfriamiento de filas (inrow) Pasillo Frio y pasillo caliente: Clima Control, (2020) Este proceso trata que el calor que irradian los rack se concentran en unos pasillos y aprovecha inyectando el aire frio en otro. Estos equipos por lo general toman aire por la parte frontal y expulsa el aire caliente por la parte trasera del mismo, en un flujo similar a la figuras 24.

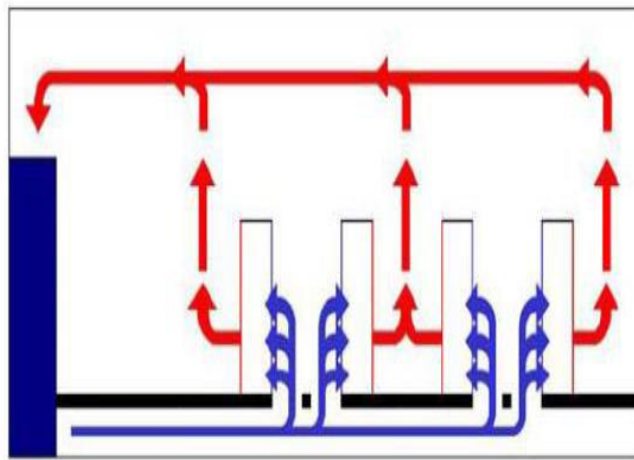


Figura 24.Pasillos Fríos y Calientes

Fuente: Clima Control, (2020)

b) CACS (Enfriamiento por salas técnicas de asilamiento del frio): El sistema de contención de pasillos fríos (CACS) encapsula el pasillo frío, los otros equipos de centros de datos se convierten en una cámara de retorno de aire a alta temperatura de gran proporción. La contención de pasillos fríos permite separar el flujo de aire frio del flujo de aire caliente. (Figura 25)

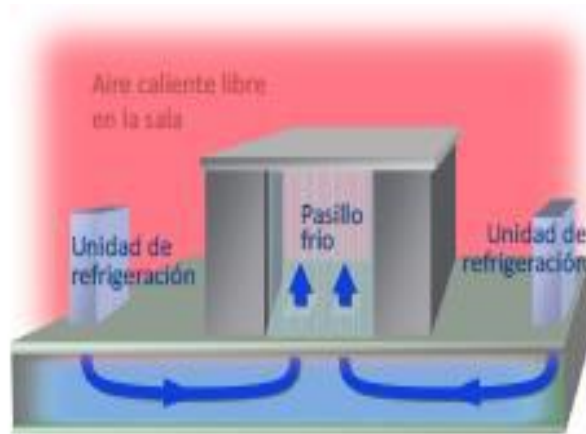


Figura 25. Pasillos Aislado o Encapsulado.

Fuente: Clima Control, (2020)

c) HACS Enfriamiento por Gabinete técnicas de asilamiento del calor (Hibrido): Encapsular el pasillo caliente para capturar el aire caliente de salida de los equipos. Los otros equipos se convierten en una cámara de inyección de aire frío de gran volumen. Este prese permite separar los pasillos calientes con el flujo de airea frío, donde se neutraliza la salida de cada equipo.

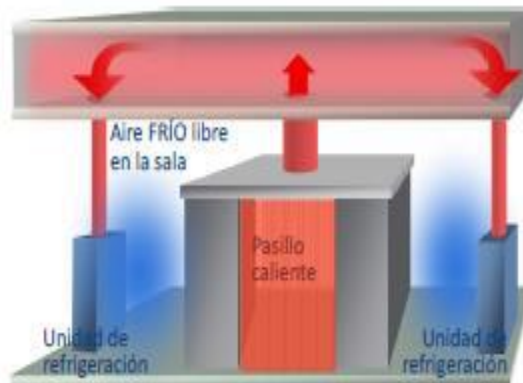


Figura 26. Aislamiento de Calor.

Fuente: Clima Control, (2020)



d) Free-cooling: aprovechamiento de recursos naturales: Este método posibilita el ahorro energético hasta del 90% respecto a la temperatura del aire exterior y del equipo del Centro de Datos. Opcionalmente este sistema puede funcionar con compresor y sin compresor. (Figura 27)

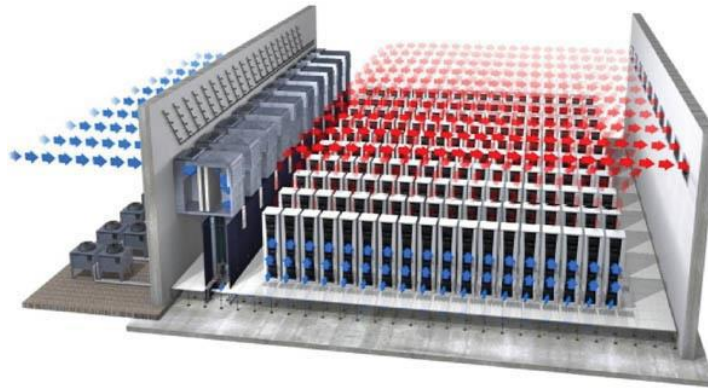


Figura 27. Ventilación por Recursos Naturales.

Fuente: Clima Control, (2020)

#### 1.1.1.12 Principales riesgos en la climatización de los Centros de Datos

Cowan, (2006) Dice que las amenaza en los centro de datos se dividen en 2 grandes categorías según el campo de la informática, redes (amenazas digitales) o al campo de la infraestructura física de los centros de datos (amenaza físicas).

**a) Amenazas digitales:** Se considera amenazas digitales a los hackers, los virus, los cuellos de botella y otros ataques maliciosas que afectan la seguridad en el flujo de datos, estas amenazas son muy conocidas en la industria la informática. La mayoría de los centros de datos tiene sistemas sólidos, monitoreo constante de los firewalls, antivirus y contante diagnóstico y mantenimiento de los servidores.

**b) Amenazas físicas:** Las amenazas físicas de los equipos informáticos están considerados problemas de alimentación energética y enfriamiento, erros humanos o actividad maliciosa, transporte, riesgos naturales, propiedades adyacentes y seguridad.

Entre los riesgos Naturales se considera: Sísmicos, topografía, Estabilidad del subsuelo, (Figura 28)

- Calidad de aire: altitud y ruido.
- Servicios: electricidad, telecomunicaciones, agua, gas natural, fuentes de energía renovable.
- Transporte: proximidad a accidentes de tránsito, aéreos, ferrocarriles, subterráneos.
- Propiedades adyacentes: incendios, explosiones robos, lotes vacíos.

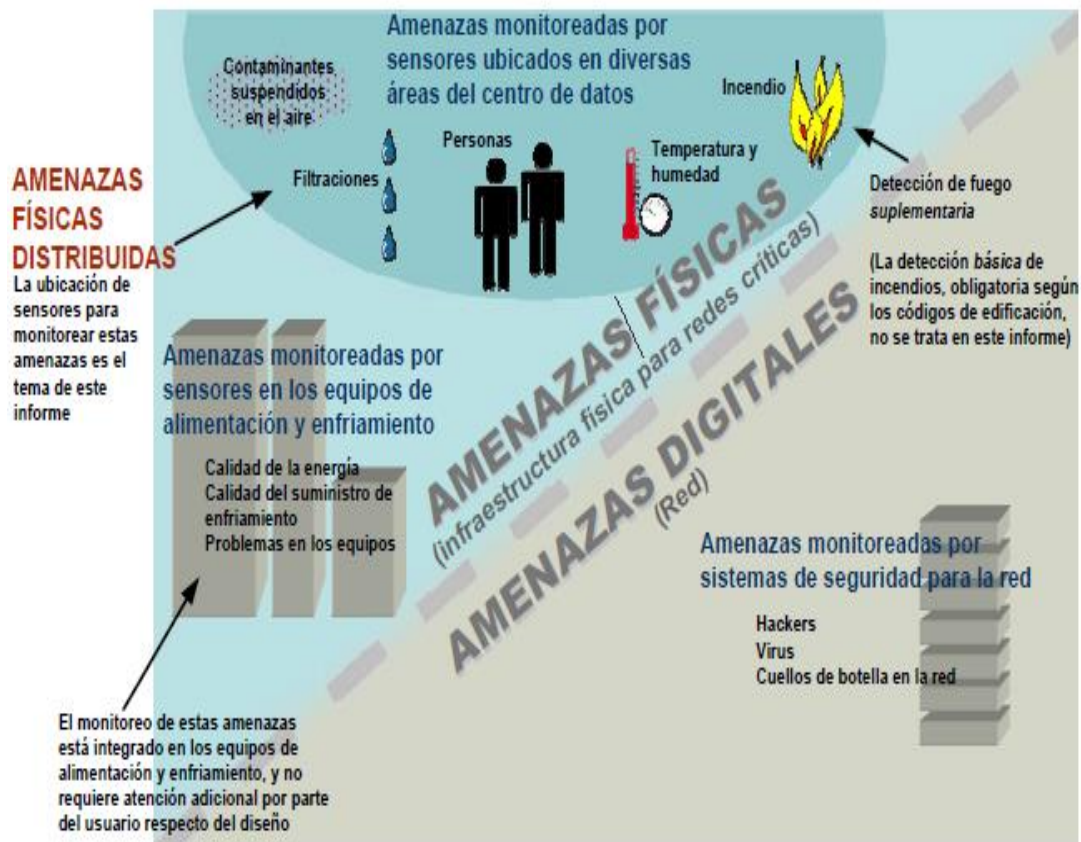


Figura 28. Amenazas Físicas y Lógicas en un Centro de Datos

Fuente: Cowan, (2006)

**Tabla 3**

*Amenazas Físicas Distribuidas.*

Riesgos	Definición	Impacto en el Centro de Datos	Tipo de sensores
<b>Temperatura del aire</b>	Temperatura del aire en la sala, el rack y los equipos	falla de los equipos y disminución de vida útil, debido a cambios drásticos de temperaturas	Sensores de temperatura
<b>Humedad</b>	Humedad relativa de la sala y del rack a una temperatura determinada	falla de los equipos debido a la acumulación de electricidad estática en los puntos de baja humedad, formando condensación en los puntos de humedad alta	Sensores de humedad
<b>Filtración de líquidos</b>	Filtraciones de agua o refrigerante	daños en los pisos y cableados por precipitación de líquidos, problemas en la unidad CRAC	Sensores de cable de filtraciones. Sensores puntuales de filtraciones Cámaras digitales de video
<b>Error humano y acceso de personal</b>	Daños involuntarios causados por el personal Ingreso no autorizado y/o por la fuerza al centro de datos con intenciones maliciosas	Daños a los equipos y pérdida de información tiempo de inactividad, robos y sabotajes.	Sensores de movimiento Conmutadores de rack Conmutadores de la sala Sensores de rotura de vidrios Sensores de vibración
<b>Humo / incendio</b>	Incendio de equipos eléctricos o materiales	Fallas en los equipos, pérdida de bienes y datos.	Detectores de humo suplementarios
<b>Contaminación peligrosos suspendidos en el aire</b>	Químicos suspendidos en el aire, como hidrógeno de las baterías, y partículas, como polvo	Situación de riesgo para el personal y por falta de confiabilidad en el sistema UPS, debido a la emanación de hidrogeno, falla en los equipos debido a la acumulación de la electricidad estática y a la obstrucción de filtros, ventiladores y acumulación de polvo.	Sensores de químicos/hidrógeno y Sensores de polvo

Fuente: Cowan, (2006)

### **1.1.1.13 La seguridad física en los equipos de aire de precisión**

Según Cowan, (2006) existen puntos que se deben tener en cuenta para maximizar la seguridad en tu centro de datos, que es la ubicaciones de los sensores en los equipos de precisión.

Los sensores nos proporcionaran advertencias anticipadas por problemas detallados en la tabla anterior, aunque la cantidad de sensores puede variar de acuerdo al presupuesto del cliente. Existe un grupo de sensores que debería tener los equipos de precisión como mínimo que se muestran a continuación.

Sensor de Temperatura: Se deben ubicar en los Rack, las partes superior, central e inferior de los puertos frontales de los rack monitoreando la temperatura de entrada de los dispositivos del rack.

Sensor de humedad: Se deben ubicar en las hileras, por cada pasillo frio, la parte frontal del CRAC y en medio de las hileras

Sensor de líquidos: Se debe colocar alrededor de cada sistema CRAC, de las unidades de distribución de enfriamiento, bajo los pisos elevados, ubicar en el drenaje, bandeja de condensación.

Cámara digital de video: Según (IEC 62676-1-1( 2014)).Se deben ubicar de manera estratégica según la disposición del centro de datos para poder controlar la entrada y salida del personal autorizado, monitorear ñas pasillos calientes y fríos asegurando la visualización ideal.

Sensor de apertura: Según (IEC 60839-11-1) Se debe colocar los sensores de apertura en cada puerta, para llevar un registro del acceso a la sala informática, para poder determinar el horario de ingreso del personal, (Figura 26)

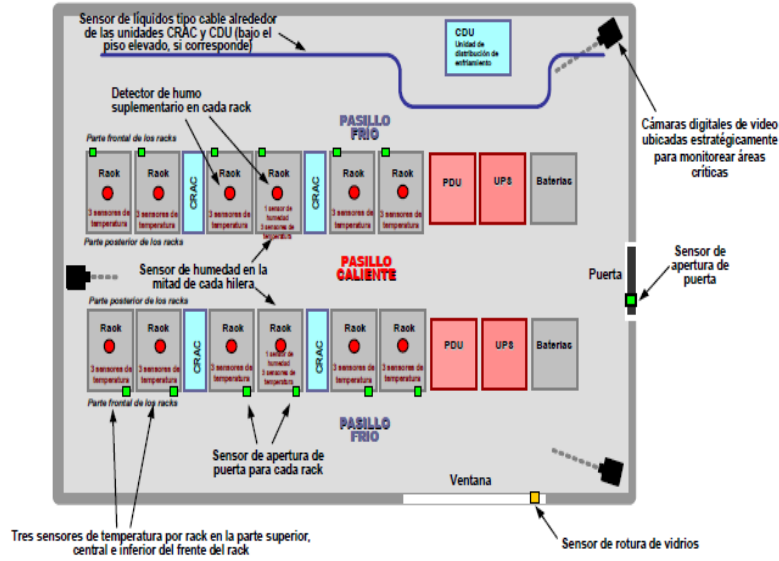


Figura 29. Ubicacion de Monitoreo Según Mejores Prácticas.

Fuente: Cowan, (2006)

#### 1.1.1.14 Costos Operativos

Los centros de datos tienen un costo de refrigeración por pie<sup>2</sup> de 10 a 15 veces más el presupuesto de un equipo de confort o oficina de volumen variable, porque su funcionamiento activo es anual y no estacional y trabaja en función de la densidad de la carga térmica. Pero los costos de operación del aire de precisión están muy por debajo que de confort por los siguientes motivos:

- La eliminación un alto factor de calor sensible se logra con el humidificador eliminando la humedad relativa.
- Elevada eficiencia energética se logra con los serpentines sobredimensionados y un alto volumen de aire circulando permitiendo calibrar el trabajo del compresor, logrando un factor de eficiencia energética brindando un ambiente ideal a los sistemas de cómputo.

#### **1.1.1.15 Costo de Mantenimiento**

Según APC Legendary Reliability, (2003) el costo de mantenimiento depende del tiempo de paro e inactividad del Centro de Datos, por eso es necesario tener un sistema de respaldo o redundante que debe priorizar reducir el tiempo de inactividad evitando que los datos recibidos y emitidos no se pierdan adicional es necesario cumplir con ciertas características recomendadas para facilitar el mantenimiento:

- Los componentes principales de condensación deben estar sujetos con pernos y abrazaderas para poder extraerse sin inconvenientes.
- Tener drenaje primario y secundario.
- Facilidad para extraer contenedor del humidificador.
- La plataforma debe ser extraíble del ventilador.
- Cableado con código de color y enumerado.
- Protector de arranque de motor, no usar fusible.
- Paneles con exceso rápido o con bisagra.
- Programación del mantenimiento según el tiempo de operación.

El mantenimiento preventivo puede solucionar las causas responsables del 60% de las caídas de los centros de datos.

De acuerdo al Standard493 registra si se realizó un mantenimiento incorrecto tiene un 62% más de probabilidad de falla, (Figura 27).

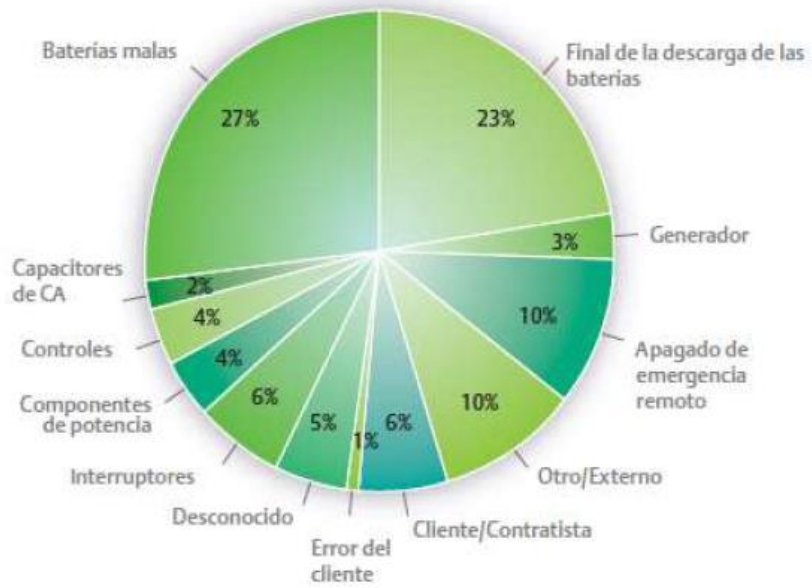


Figura 30. Grafica de las Principales Causas de las Caídas de los Centros de Datos.

Fuente: APC Legendary Reliability, (2003)

### **1.1.2 Marco teórico específico**

Para poder instalar un equipo de aire acondicionado en un centro de datos primero debes saber la diferencia entre un equipo de aire de precisión y de confort.

Ya que estos equipos tienen modalidad de trabajo diferentes, aunque su finalidad sea la misma. Es preciso mencionar que el aire acondicionado de confort está diseñado para enfriar personas, porque su rango de enfriamiento sensible es de un 60 a 70% en bajar la temperatura del aire y un 30 a 40% de remover la humedad.

Mientras que el equipo de aire acondicionado de precisión está diseñado para enfriar máquinas y tiene un alto rango de sensibilidad de 85 a 95% dedicado a remover el aire caliente y un 5 a 15% eliminar la humedad.

#### **1.1.2.1 Diferencia entre sistema de aire acondicionado de Precisión y Confort**

Nieto, (2014) Dice que existen muchas diferencias entre los equipos de precisión de confort que la mayoría de pernos no conocen, ya que la aplicación en residenciales, edificios administrativos, se considera que las personas agregan humedad y calor latente en el ambiente y los equipos de centro de datos no hace eso. Por tal razón se debe considerar enfriamiento latente que elimina la humedad y el enfriamiento sensible que remueve el calor seco producido por los equipos , se ha observado que los equipos de confort mal instalados en pequeñas áreas de computo brinda un enfriamiento sensible de 60 a 70 % esto es recomendable para un edificio con trafico moderado de personas .En cambio los equipos de aire de precisión tienen una relación mucho más alta de enfriamiento sensible, enfriando un total de 85 a 95% trabajando a un enfriamiento sensible y efectiva circulación de aire y removiendo un porcentaje de humedad relativa de un 15 a 10% siendo optimo el control de climatización del centro de datos, (Tabla 4).



**Tabla 4**

*Diferencia Entre Aire de Precisión y de Confort.*

	<b>Confort</b>	<b>Precisión</b>
<b>Aplicación</b>	Personas	Equipos
Temperatura	+/- 5° (67-73°F / 18-24°C)	+/- 1° (69-71°F / 20-22°C)
Humedad	Deshumidificador	45% HR +/- 3%
Tiempo funcionamiento	2,080 horas/año	8,760 horas/año
Filtrado	Limitado	Altos niveles de Filtrado
Flujo de Aire	90 cfm/kW	160 cfm/kW

Fuente: Nieto, (2014)

### **i) El factor del calor sensible**

La carga termina se divide en 2 componentes independientes que son: calor sensible y calor latente.

La extracción e incorporación de calor sensible provoca cambios en la temperatura del bulbo seco del equipo de climatización. El calor latente se relaciona con la variación de la humedad que tiene el aire. Para determinar la capacidad total de refrigeración de un equipo de aire acondicionado es la suma del calor latente y calor sensible que se muestra en la siguiente ecuación.

$$\text{Capacidad total de refrigeración} = \text{Refrigeración latente} + \text{Refrigeración sensible}$$

- El factor de calor sensible es la fracción sensible de la refrigeración total.

$$\text{Factor de calor sensible (SHR)} = \frac{\text{Refrigeración sensible}}{\text{Refrigeración total}}$$

En un centro de datos las cargas se componen prácticamente de calor sensible que generan los equipos de telecomunicación, baterías, procesadores de datos, luces hardware informático y los equipos de respaldo. La carga latente es mínima por la poca circulación de personal.

El factor de calor sensible para alcanzar el perfil ideal debe estar en la proporción de entre 0.95 y 0.99, lo que nos indica un 96% dedicado al control de calor sensible en el centro de datos, los sistemas de precisión están diseñados para soportar estos factores de calor sensible. En cambio el aire acondicionado de confort se establece entre 0.65 y 0.70 nos indica un 60% dedicado al control de calor sensible, ofreciendo poca refrigeración sensible y progresiva refrigeración latente en el centro de datos. El exceso de refrigeración latente provoca que se extraiga mucha humedad del aire constantemente puede ocasionar que se forme condensación en las bobinas del equipo de aire acondicionado, ocasionado que el equipo trabaje más de lo normal para eliminar el exceso de condensación, también llamado refrigeración latente y eso cuesta dinero por el alto consumo eléctrico, (Figura 31).



Figura 31. Diferencia Básico de Presión y Confort.

Fuente: Clima Control, (2020)

**Calor latente:** Es la energía requerida por una cantidad de sustancia para cambiar de fase, de sólido a líquido (calor de fusión) o de líquido a gaseoso (vaporización). Se debe tener en cuenta que esta energía en forma de calor se invierte para el cambio de fase

**Calor sensible:** es energía calorífica de una sustancia o cuerpo, que transfiere un objeto, sin cambiar su estructura molecular y por lo tanto su fase pero aumenta la temperatura, (Figura 32).

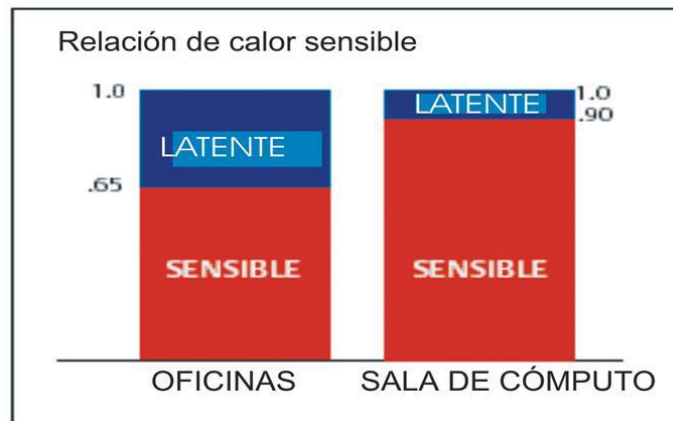


Figura 32. Relación de Calor Sensible de Presión y Confort.

Fuente: Clima Control, (2020)

**Tabla 5**

*Cuadro de Carga Sensible y Latente.*

Actividad	Sensible W	Latente W
Persona sentada trabajo intelectual	58	44
Persona de pie	58	70
Persona comiendo	64	93
Persona bailando	70	174
Persona marcha rápida	87	204

Fuente: Clima Control, (2020)

## **ii) diferencia entre la densidad de carga:**

En la sala de servidores del centro de datos usted puede colocar más equipos electrónicos, esto como resultado nos daría la necesidad de aumentar la capacidad de refrigeración por pie cuadrado. PANAMA HARWARE, (2012) Nos dice que la regla del pulgar nos indica que se necesita 1 tonelada de refrigeración para aire acondicionado de confort por cada 250- 300 pies cuadrados de espacio de oficina, caso contraria el aire acondicionado de precisión necesita 1 tonelada de refrigeración por cada 50-100 pies cuadrados del cuarto del centro de datos.

## **iii) Horas de operación**

El sistema de Aire Acondicionado de Precisión está diseñado para trabajar en paralelo con los equipos electrónico del centro de datos. Para muchas compañías es importante el horario de operación que son 24 horas al día, 365 días al año, el total es de 8760 horas por año. Los sistemas de aire acondicionado de confort, por el contrario están diseñados para operar en la jornada de trabajo de las personas ocupando un área. Usualmente está trabajando durante 8 horas al día los 5 días de semana, limitando el tiempo de respaldo en la climatización en un centro de datos a comparación del equipo de precisión.

### 1.1.2.2 Condiciones de temperatura y humedad

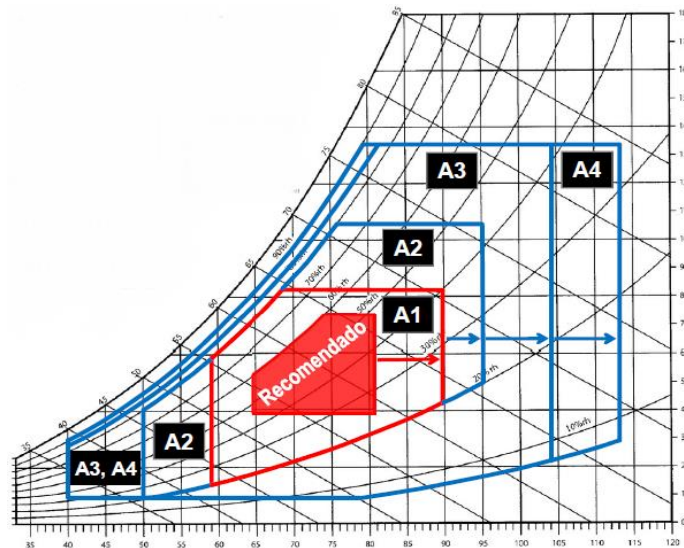
Como es recomendado por ASHRAE, (2015) el ingreso de aire a los dispositivos debe mantenerse a una temperatura de bulbo seco entre 18 y 27 °C con temperaturas de punto de rocío de -9 a 15 °C y una humedad relativa debajo del 60%, para cumplir con los criterios establecidos por los fabricantes donde se observa en la tabla 6.

**Tabla 6**

*Para un Centro de datos, ASHRAE limita los ratios de cambio a 5 °C dentro de un periodo de 15 minutos.*

Al Ingreso de los Servidores (Pasillo Frío)			
Temperatura de Bulbo Seco		Humedad Relativa (%)	
Actual	Antiguo	Actual	Antiguo
18 – 27	20 – 25	40 – 60	40 – 55

Fuente: (Linares, 2019)



*Figura 33. Grafica psicrométrica de temperatura vs humedad, A1 es temperatura ideal para un centro de datos.*

Fuente: (Linares, 2019)

Mantener las condiciones de temperatura y humedad resulta fundamental para que un centro de datos funcione correctamente. Las condiciones apropiadas deberían ser de 18-27°C y 40-60% de humedad relativa (R.H.), los cambios bruscos de la temperatura son perjudiciales como también la condicionar ambientales inadecuadas; estos cambios de temperatura pueden provocar un efecto negativo el funcionamiento del hardware del centro de datos.

Los sistemas de confort están diseñados para mantener una temperatura de 27°C y 60% R.H. utilizadas durante épocas temporales de 40°C y cuando en el exterior se registra un nivel de 40% R.H. Por lo general, estos sistemas no incluyen un control dedicado de la humedad y no pueden respetar la tolerancia del punto de referencia requerida para la temperatura de climatización, pudiendo ocasionar precipitación mediante la condensación excesiva, pudiendo ocasionar daños a los materiales.

**a) Niveles de humedad en un centro de datos:** La forma típica de medir la humedad en un centro de datos es controlando la humedad relativa. La humedad relativa se expresa en porcentaje y se mide la cantidad de agua que contiene el aire a una temperatura relativa determinada y esta guarda relación con la cantidad máxima permisible de agua que puede contener el aire. Un comité técnico de la (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers), especializado en las salas de cómputo recomendó en una ocasión que la humedad relativa debería estar entre el 40% y el 55%.

En la condensación se refleja la humedad del aire, si en el centro de datos hay exceso de humedad, este acumula condensación en los componentes electrónicos de los rack y se pueden producir cortocircuitos y hasta la muerte del personal, arruinando la reputación de la empresa.

Además la humedad elevada puede ocasionar que se forme condensación en las bobinas del equipo de aire acondicionado, ocasionado que el equipo trabaje más de lo normal para eliminar el exceso

de condensación, también llamado refrigeración latente y eso cuesta dinero por el alto consume eléctrico.

Por otro lado si es demasiado baja la humedad, en los centros de datos estos pueden producir descargas electrostáticas (ESD), se define como la transferencia de carga entre cuerpos en diferentes potenciales eléctricos, siendo las cargas por debajo del umbral de la sensación humana, son las responsables de dañar los componentes electrónicos de los equipos IT (en la mayoría de los equipos IT se pueden dañar con cargas hasta de 10 volts).

### **1.1.2.3 Estándares y normas**

Se considera para la instalación del equipo de aire acondicionado en el centro de datos FONDEPES las siguientes normas y estándares aplicables a nivel nacional e internacional.

- Estándar ANSI EIA /TIA 942 Estándar de Infraestructura de Telecomunicaciones para centros de Datos, según ADC Telecommunications Inc, (2005).
- Normas Internacionales de Refrigeración y Aire Acondicionado, según ASHRAE, (2015).
- Estándar TIA/EIA-606 Cableado estructurado, según EIA Y TIA, (2001).
- Norma Técnica Peruana ISO/IEC 22237, según INACAL, (2019).
- SMACNA (Sheet metal and Air Conditioning Contractors National Association, Inc.) (SMACNA)
- ASA (American Standard Association)
- ASTM (American Society for Testing Materials)
- Norma ASME ,American Society of Mechanical Engineers, segun la Norma ASME/ANSI, (2015)
- NFPA (National Fire Protection Association Standards), segun NFPA, (1896)

- RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones) según Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento & SENSICO, (2019).

#### **1.1.2.4 Cálculo de requisitos totales de refrigeración para los centros de datos**

Rasmussen N. , (2020) Dice que todo equipo eléctrico irradia calor el cual debe ser extraído para evitar que la temperatura del equipo aumente hasta un nivel crítico. La mayoría de los equipos de TI y otros equipos que se encuentran en el centro de datos o la red se climatizan mediante el aire. El dimensionamiento de un sistema de refrigeración exige entender la cantidad de calor producida por los equipos que compone un cerrado.

##### **a) Mediciones de energía térmica producida en un centro de datos**

Según (Rasmussen N. , (2020) el calor es energía que se expresa en julios generalmente, BTU, toneladas o calorías. La tasa de energía térmica que producen los equipos están expresado en BTU por hora, toneladas por día y julios por segundo (julios por segundo equivale a vatios). El uso de estas medidas causa mucha confusión; afortunadamente, existe una tendencia internacional entre las organizaciones que establecen los estándares de las mediciones de capacidad energética y de refrigeración a un estándar general: el vatio. Los términos arcaicos BTU y toneladas van desapareciendo con el tiempo. Por tal motivo, el documento tratará las capacidades de energéticas y refrigeración en vatios. El uso del vatio como estándar común es casual, ya que simplifica el trabajo asociado con el diseño del centro de datos.

Por este motivo se ofrecen las siguientes conversiones como ayuda para el lector en la tabla 7.



**Tabla 7**

*Conversión de Unidades*

<b>Dado un Valor en</b>	<b>Multiplicar Por</b>	<b>Para Obtener</b>
btu/h	0.293	váticos
váticos	3.41	btu/h
tr	3530	váticos
váticos	0,000283	Toneladas

Fuente: Rasmussen N. , (2020)

La energía transmitida por los equipos informáticos de TI a través de las líneas de datos es casi nula. Por tanto, toda la energía que se consume de la red de suministro de alimentación y este se convierte en calor.

### **b) Calculo de la energía térmica producida en un centro de datos**

Según (Rasmussen N. , (2020) Para determinar la energía térmica total producida por un sistema, se tiene que sumar la energía térmica producida por cada uno de sus componentes del centro de datos. El sistema completo incluye los equipos de TI, además de otros elementos como SAI (software administrativo y contable completo e integrado), distribución de alimentación, unidades de aire acondicionado, personas e iluminación. Afortunadamente se puede determinar las tasas de energía térmica producida por estos elementos, utilizando reglas simples y estandarizadas. La energía térmica producida por los sistemas SAI y de distribución de alimentación consiste en una pérdida fija y una pérdida proporcional a la potencia operativa. Estas pérdidas son suficientemente consistentes en todas las marcas y modelos de equipos y, por tanto, pueden realizarse aproximaciones sin errores significativos. La iluminación y las personas también pueden estimarse fácilmente utilizando valores estándar.

Se ofrece una hoja de cálculo elaborado por la empresa APC (Legendary Reliability) para obtener la carga térmica rápidamente. Utilizando dicha hoja de cálculo, es posible determinar de forma rápida y fiable la energía térmica total producida por un centro de datos en la Tabla 8.

**Tabla 8***Hoja de cálculo de la energía térmica producida por una sala de centro de datos o de red*

<b>Ítem</b>	<b>Datos Requeridos</b>	<b>Calculo de la energía térmica producida</b>	<b>Subtotal de energía térmica producida</b>
<b>Equipos de IT</b>	Potencia total de la carga IT en vatios	Iguala la potencia total de la carga IT en vatios	_____vatios
<b>UPS con batería</b>	Potencia nominal del sistema de energía en vatios	$(0,04 \times \text{régimen del sistema de energía}) + (0,06 \times \text{potencia total de la carga de IT})$	_____vatios
<b>Distribución de energía</b>	potencia nominal del sistema de energía en vatios	$(0,02 \times \text{régimen del sistema de energía}) + (0,02 \times \text{energía total de la carga IT})$	_____vatios
<b>Iluminación</b>	Espacios ocupado en pies cuadrados, o Espacios ocupado en metros cuadrados	$2,0 \times \text{espacio ocupado (pies cuadrados), o } 21,53 \times \text{espacio ocupado (metros. Cuadrados)}$	_____vatios
<b>Personas</b>	Cantidad máxima de personal en el centro de datos	$100 \times \text{cantidad máxima de personal}$	_____vatios
<b>Total</b>	Subtotales anteriores	Suma de lo subtotales de energía térmica producida	_____vatios

Fuente: Rasmussen N. , (2020)

### 1.1.2.5 Estado del arte

Según (Tracy, 2019) los centros de datos en EEUU consumen millones de litros de agua y alrededor de 70mil millones de kilovatios-hora de electricidad por año, donde aproximadamente el 40% funciona con aire acondicionado, enfriadores, ventiladores de servidores para mantener fríos los chips de computadora.

Ahora, FORCED PHYSICS, una empresa con sede en Scottsdale, Arizona, ha logrado desarrollar un sistema de bajo consumo eléctrico según afirmó podría reducir en 90% los requisitos energéticos de refrigeración en el centro de datos.

El Forced Physics DCT ofrece una innovadora solución de refrigeración para centros de datos que utiliza la tecnología patentada joule technology .ofreciendo un enfriamiento simple y eficiente sin necesidad de líquidos ni enfriamiento por aire del racks de entrada. Los clientes ahorran más del 40% dejando atrás el uso del agua, ventiladores y torres de enfriamiento; es más rápido de implementar y más confiable, puede opera en cualquier clima mientras reduce la energía de enfriamiento en la del 90%.

Según (Davey, 2013) el grupo Auweter está creando un nuevo tipo de solución de enfriamiento para súper computadoras y grandes centros de datos el que brindara la regulación de temperatura del aire. La solución es usar agua utilizando el calor que producen los núcleos de computadoras de alto rendimiento la que se reutilizara el calor recuperando la energía de alguna manera.

La mayoría de las computadoras, desde netbooks hasta sistemas de alto rendimiento como Facebook se enfrían por aire los cuales tiene ventajas obvias no ha y escases de aire y lo sistemas son fácil de construir sin embargo los de refrigeración por liquido son más costosos deben

diseñarse cuidadosamente porque al haber una fuga de agua provocaría un corto circuito.

Pero los defensores de estas plataformas dicen que han sido probadas y comprobadas a fondo donde nos indican que deben implementar un ingeniería más afondo y con todos los medios de prevención y mantenimiento. IDatacool es un cluter de computadora de alto rendimiento basado en un sistema iDataPLex modificado sirve como plataforma de investigación para la refrigeración de equipos de equipos TI con agua caliente y la reutiliza el calor eficiente del calor residual.

## 1.2 Definición de términos básicos

**BTU:** British Thermal Unit, se define como el calor necesario para cambiar en un grado Fahrenheit la temperatura de una libra de agua a 62°F a presión atmosférica.

1TR = 12.000 btu = 3.517KW

1 KW = 0.2843 TR

1kW = 1000 vatios

**Backup:** Expresión en inglés de “respaldo”.

**Caudal:** es la cantidad de fluido que circula a través de una sección del ducto (tubería, cañería, oleoducto, río, canal) por unidad de tiempo.

**Calorías:** Es la cantidad de calor necesario para elevar la temperatura de 1kg de agua en 1°C presión atmosférica normal.

1Kcal = 1.000 cal (frigorías).

1TR=3.517 cal (frigorías).

**Crac:** Unidad de aire acondicionado para centro de cómputo, utilizando refrigeración, mecánica.

**Crah:** Unidad manejadora o controladora de aire en un centro de cómputo.

**Compresor:** Bomba de calor que comprime el fluido refrigerante en estado gaseoso iniciando un ciclo de compresión.

**Display:** Dispositivo de un aparato electrónico o pantalla donde se muestra visualmente cierta información.

**Equipo de TI:** (Tecnología informática) Maneja, procesa, almacena y direcciona información dentro de centro de datos, como: computadoras, elementos de red dispositivos de almacenamiento.

**Filtro secador:** también es llamado deshidratador evita el ingreso de impureza o humedad al compresor.

**HVAC:** Sus siglas engloban la calefacción, ventilación y aire acondicionado de las siglas: H (heating, calefacción), V (Ventilating, ventilación) AC (air conditioned, aire acondicionado).

**InRow:** Expansión directa del aire hacia las cargas donde se origina el calor sensible.

**Izaje:** Es la operación que permite el levantamiento y suspensión de cargas de gran tamaño y peso.

Climatización y la colocación del manómetro para tomar los parámetros.

**Router:** Interconectado de redes y ordenadores mediante el internet.

**SAI:** Sistemas de alimentación ininterrumpida.

**Seteo:** Significa que un usuario de determinado equipo, ajuste un punto específico de trabajo de este.

**Toneladas de refrigeración (TR):** Es la potencia frigorífica requerida para fundir una tonelada de hielo en un intervalo de 24hs.

**Temperatura:** indicador de calor y frío de un cuerpo o un objeto en el medio ambiente.

**PSI:** Libra por pulgada cuadrada.

**UPS:** (Uninterruptible power supply), fuente de poder ininterrumpida.

**Unidad Evaporadora:** Intercambiador de calor ubicado en el interior del ambiente a climatizar absorbiendo la energía calorífica.

**Unidad Condensadora:** Intercambiador de calor ubicado en el exterior del ambiente a climatizar donde generalmente está ubicado el compresor.

**Up flow:** Inyección de aire frío es ascendente o realizada por la parte superior típicamente a ductos o falso cielo.

**Válvula de expansión termostática:** Dispositivo de expansión, generando caída de presión.

**Válvula de servicio:** Es el objeto por donde se suministra el refrigerante, se realiza el vacío al sistema de refrigeración.

## **CAPITULO II**

### **METODOLOGÍA DE DESARROLLO DEL TRABAJO PROFESIONAL**

#### **2.1 Delimitación temporal y espacial del trabajo**

##### **Delimitación temporal**

La instalación del aire acondicionado de precisión se inició el 29 de febrero finalizando el 31 de marzo del 2016 el cual se brindó un mantenimiento preventivo el 9 de mayo del 2019.

La redacción del presente documento se está realizando desde agosto hasta diciembre 2020.

##### **Delimitación espacial**

La instalación del aire acondicionado de precisión se llevó a cabo en el centro de datos de FONDEPES ubicado en Av. Petit Thouars 110-115, Cercado de Lima 15046.

#### **2.2 Determinación y análisis del problema**

FONDEPES (Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero) es un organismo que desarrolla de manera integral la actividad pesquera artesanal y acuícola en el ámbito nacional descentralizado, es de derecho público con autonomía técnica, económica y administrativa, contribuyendo al mejoramiento productivo responsable y sostenible.

Su centro de datos FONDEPES es donde se genera todas las operaciones, es encargado del CIAF que es el software administrativo financiero de la entidad encargada del control marítimo.

En el centro de datos FONDEPES, los gabinetes de telecomunicación tienen diferente carga térmica a determinada hora del día, principalmente varía por la demanda de los usuarios por ejemplo: hora punta, que conlleva al continuo funcionamiento de los equipos de aire acondicionado, por ende el alto consumo energético, también debido al clima y por la propia arquitectura del local.

Podemos decir que uno de los problemas era una alta concentración de calor sensible a plena carga en los Rack e IT, por lo que se realizó una investigación para determinar la raíz del problema. Se concluyó que el equipo de aire acondicionado de confort instalado con anterioridad y no cumplía los estándares de climatización para el centro de datos, lo que ocasionaba gastos económicos y reducían el tiempo de vida de los equipos de la empresa.

Otro problema identificado en el centro de datos FONDEPES era el control de humedad, ya que se observó un exceso de goteos y humedad en el piso de la sala de servidores, este podría acumular condensación en los componentes electrónicos de los rack produciendo cortocircuitos y hasta la muerte del personal, arruinando la reputación de la empresa ocasionando pérdidas millonarias.

### **2.3 Modelo de solución propuesto**

Se instalara un equipo de aire acondicionado de precisión con el objetivo de asegurar la disponibilidad y productividad de los servicios de centro de datos FONDEPES de manera segura y eficiente. Donde su funcionamiento principal es mitigar el calor sensible generado por los equipos informáticos al interior de los centro datos que operan continuamente, garantizando un trabajo pleno y seguro.

Se estimara las cargas térmicas de los equipos eléctricos que albergan la sala y del personal autorizado que ingresaran al centro de datos, con el fin de poder calcular el dimensionamiento del aire acondicionado que se deberá instalar.

Se reubicara el equipo de aire acondicionado de confort 60000BTU y será reemplazado por el equipo de aire acondicionado de precisión de 3TR, donde el equipo de confort será considerado equipo de respaldo (+1) y de precisión será el equipo principal (N).

Se solicitó a la empresa FONDEPES brindarnos las especificaciones técnicas de los equipos propios del equipamiento interno pertenecientes al centro de datos, para poder analizar las carga termina del centro de datos con



más precisión y poder determinar la capacidad del equipo de aire acondicionado de precisión que debemos instalar, donde el cliente indico que la información era clasificada y no podrían brindarnos los datos, por otro lado la empresa misma nos brindó las cargas totales de los equipos de la sala de datos las cuales se utilizaran para calcular la carga térmica del centro de datos y así poder determinar capacidad de refrigeración del equipo de aire acondicionado que debemos instalar en la sala de servidores.

### 2.3.1 Instalación del equipo de aire acondicionado de precisión

Para el proceso de instalación se necesita calcular las cargas térmicas del centro de datos, así podremos determinar la capacidad del equipo de aire acondicionado de precisión que instalaremos.

**Potencia total de alimentación de carga de TI en vatios:** es la suma de las entradas de alimentación eléctrica de todos los equipos de TI. El cual es 7500.00VATIOS indicado por el cliente respecto la carga total del centre de datos independientemente de la iluminación y UPS.

**Potencia nominal del sistema de alimentación:** la potencia nominal del sistema SAI (sistema de alimentación interrumpida), se calcula por medio de:

$$\left( 0.04 \times \text{regimen del sistema de energia} \right) + \left( 0.06 \times \text{potencia total de la carga de IT} \right) = \text{---} \text{Vatios}$$

- **Datos brindados por el cliente para el proyecto:**

Régimen del sistema de energía =10000.00VATIOS

Potencia total de la carga de IT =7500.00 VATIOS

- **Reemplazando en la fórmula:**

$(0,04 \times 10000.00) + (0,06 \times 7500.00) = 850.00$  VATIOS, que es la potencia nominal requeridos para el sistema del centre de datos.

**Potencia nominal de la distribución energética:** la potencia nominal de la distribución energética, se calcula por medio de:

$$\left(0.02 \times \text{regimen del sistema de energia}\right) + \left(0.02 \times \text{energia total de la carga de IT}\right) = \text{---Vatios}$$

- **Datos brindados por el cliente para el proyecto:**

Régimen del sistema de energía =10000.00VATIOS

Potencia total de la carga de IT =7500.00 VATIOS

- **Reemplazando en la fórmula:**

$(0,02 \times 10000.00) + (0,02 \times 7500.00) = 350.00$  VATIOS, que es la potencia nominal requeridos para el sistema del centre de datos.

- **Carga térmica de iluminación:**

Las cargar térmicas de iluminación representa la totalidad de la iluminación perteneciente a la edificación que corresponde al centro de datos, guardando relación en el espacio por el mismo.

Para el cálculo de esta carga, existen 2 métodos y estos dependen de las unidades que va a utilizarse y son las siguientes:

$$2,0 \times \text{espacio ocupado}(ft^2)$$

$$21,53 \times \text{espacio ocupado}(m^2)$$

En este caso el área de trabajo es de 20m<sup>2</sup> para el centro de datos de FONDEPES

**Remplazando en la formula**

- $21,53 \times 20 = 430.6$  VATIOS que es la carga térmica de la iluminación en el centro de datos.

### **Carga térmica del personal**

Se asume un número de 2 personas máximo para chequeo eventual de la operatividad del centro de datos.

$$100 \times \textit{maxima del personal}$$

### **Remplazando en la formula**

$100 \times 2 = 200$  VATIOS es la cantidad de carga térmica del personal asistente en el centro de datos.

Al calcular las cargas térmicas de los equipos eléctricos y del personal perteneciente del centro de datos, los sumaremos para determinar la estimación de carga térmica total especificándolo en la tabla 9.

**Tabla 9***Calculo de Requisitos Totales para Centro de Datos*

Ítem	Descripción	Datos Requeridos	Calculo de la Energía Térmica Producida	Sub total de Energía Térmica Producidas
1	Equipos de IT	7500.00 VATIOS	7500.00 VATIOS	7500.00 VATIOS
2	UPS Con batería	10000.00 VATIOS	10000.00 VATIOS	850.00 VATIOS
3	Distribución de energía	10000.00 VATIOS	350.00 VATIOS	350.00 VATIOS
4	Iluminación	20 m2	430.60 VATIOS	430.60 VATIOS
5	Personas	2 Personas	200.00 VATIOS	200.00 VATIOS
			<b>TOTAL</b>	<b>9330.60 VATIOS</b>

Fuente:Propia

9330.60 VATIOS es la carga térmica total producida por el centro de datos, con este dato podremos determinar la capacidad de refrigeración en BTU y TON mediante la conversión de unidades en la siguiente tabla 10.

**Tabla 10***Conversión de Unidades para Determinar la Capacidad de Refrigeración del Centro de Datos FONDEPES.*

Dado un Valor en	Multiplicar por	Para Obtener
9330.60 VATIOS	3.41	31817.35 BTUH
9330.60 VATIOS	0.000283	2.64 TR

Fuente: Propia

### 2.3.2 Dimensionamiento general del aire acondicionado de precisión

Al calcular la carga térmica total del centro de datos, podremos calcular el dimensionamiento de refrigeración del equipo de aire acondicionado de precisión óptima y necesaria para el centro de datos FONDEPES con los siguientes datos:

- Tamaño de carga de refrigeración de los equipos (que incluyen los equipos del sistema de energía).

9330.60 VATIOS (carga térmica producida en el centro de datos)

- Tamaño de la carga de refrigeración del edificio (75 vatios/m<sup>2</sup> ó 250 btu/h/m<sup>2</sup>).

$75 \times 20 = 1500$  VATIOS.

**NOTA:** En este caso no se consideró:

- Sobredimensionamiento necesario para contemplar los efectos de la humidificación (0% - sin inyección de aire fresco y con recirculación del 100% del aire interior).
- sobredimensionamiento para crear redundancia (0%).
- sobredimensionamiento para contemplar futuros requisitos (0%)
- Al calcular las cargas térmicas de los equipos eléctricos y del personal perteneciente del centro de datos, los sumaremos para determinar la estimación de carga térmica total especificándolo en la tabla siguiente.

Al calcular el tamaño de cargas térmicas de los equipos eléctricos del centro de datos, los sumaremos para determinar la dimensionamiento de la carga térmica para el equipo de aire acondicionado de precisión total especificándolo en la tabla 11 siguiente.

**Tabla 11***Dimensionar la Carga Térmica Para el Aire Acondicionado de precisión.*

<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>	<b>Sub Total de Energía Térmica Producidas</b>
1	Tamaño de carga de refrigeración de los equipos (que incluyen los equipos del sistema de energía)	9330.60 VATIOS
2	Tamaño de la carga de refrigeración del edificio (75 VATIOS/M2 o 250 BTU/H/m2)	1500.00 VATIOS
3	Sobredimensionamiento necesario para contemplar los efectos de la humidificación (0% - sin inyección de aire fresco y con recirculación del 100% del aire interior)	.00 VATIOS
4	Sobredimensionamiento para crear redundancia (0%)	.00 VATIOS
5	Sobredimensionamiento para contemplar futuros requisitos (0%)	.00 VATIOS
<b>TOTAL</b>		<b>10830.60 VATIOS</b>

Fuente:Propia

**Conclusión:**

- Se requerirá un equipo de aproximadamente 10,830.60 VATIOS, según el catálogo de equipo HIREF se selecciona el equipo:
- Equipo de aire acondicionado de precisión tipo INROW, modelo: nrcd0100 de 11.2kw, con alimentación eléctrica 220v/monofásica.

**NOTA:** El criterio de dimensionamiento aquí expuesto funciona solo con salas hasta 372 m2.

### **2.3.3 Memoria descriptiva de instalación del equipo del aire acondicionado de precisión.**

Se procederá a realizar una descripción del procedimiento de instalación del equipo de aire acondicionado de precisión de 3TR (11.2KW) obtenido en le calculo anterior, especificando paso a paso el procedo de la instalación, y se incluirá la reubicación del equipo de aire acondicionado de confort. Todo este proceso lo realizó la empresa ALQ CORP SAC.

Descripción de los equipos que se instalaran:

#### Fechas de inicio del trabajo

Inicio: 29 de Febrero del 2016

Fin: 31 de Marzo del 2016

#### Contactos

Cliente: GLOBELEC DEL PERU SAC

#### Garantía

Tiempo de garantía por equipos:

No aplicable.

Tiempo de garantía por instalación:

06 meses contra defectos en la instalación.

#### Aire acondicionado de precisión que se instalara

##### Evaporador 01

Marca: HIREF

Modelo: NRCD0100

Serie: HF1512061426

##### Condensador 01

Marca: HIREF

Modelo: NRCD0100

### 2.3.3.1 Instalación de equipo de aire acondicionado de precisión

- 1º. Se procederá con el izaje y montaje de unidad condensadora en la azotea del edificio y la evaporadora en el interior del centro de datos, estos equipos se montaran en bases metálicas fijadas,(Figura 34).
- 2º. Suministro e instalación de base metálica fija para unidad evaporadora.
- 3º. Instalación de línea de líquido y succión, con acabado en pintura.
- 4º. Instalación de soportes metálicos para tubería de cobre
- 5º. Presurizado de tuberías con nitrógeno a las tuberías de cobre y unidad condensadora a 450 psi. Hermético, vacío al sistema, carga de gas refrigerante R410A.
- 6º. Suministro e instalación de bomba de condensado.
- 7º. Instalación del sistema de drenaje.
- 8º. Conexión de fuerza y control para las unidades.
- 9º. Identificación del sensor de humo y fuego
- 10º. Instalación de sensor de aniego.
- 11º. Arranque de los equipos de aire acondicionado de precisión.
- 12º. Conexión de fuerza y control para las unidades.
- 13º. Identificación del sensor de humo y fuego
- 14º. Instalación de sensor de aniego.
- 15º. Arranque de los equipos de aire acondicionado de precisión.



Figura 34. Montaje de Unida Condensadora del Equipo de Aire de Precisión de 3TR.

Fuente: Propia



### **2.3.3.2 Instalación de tuberías de refrigeración del equipo de aire acondicionado de precisión**

- 1º. Se utilizaron tuberías de cobre tipo L de 1/2" y 3/8".
- 2º. Se utilizó para la unión de tuberías y accesorios soldadura de plata al 15%.
- 3º. En el proceso de soldadura se mantuvo las tuberías con una atmosfera de nitrógeno a 15 psi.
- 4º. Se respetó los procedimientos instalación de tuberías y equipos de acuerdo a datos del fabricante, (Figura 35).
- 5º. Se presurizo las tuberías instaladas y la unidad condensara a 450 psi con gas nitrógeno.
- 6º. Se realizó el vacío a las tuberías instaladas y la unidad condensadora a 500 micrones.
- 7º. Se hizo la carga de gas según las recomendaciones brindadas por el fabricante.



*Figura 35. Instalación de tubería de cobre en el sistema de aire acondicionado de precisión*

Fuente: Propia

### 2.3.3.3 Reubicación de equipo de aire acondicionado de confort

- 1º. Desmontaje de unidad evaporadora.
- 2º. Montaje de unidad evaporadora en nueva ubicación indicada por el cliente.
- 3º. Presurización de tuberías de cobre con nitrógeno: según JENNER GLOBAL, (2016) Se utiliza el nitrógeno para presurización y para determinar si hay pérdida de presión en la circulación de refrigerante en las tuberías, así mismo verificar que no haya puntos de fuga en el sistema. (Figura 36).



Figura 36. Presurización de equipo de confort de 60000BTU.

Fuente: Propia

- Vacío al sistema de aire acondicionado de confort: (Nieto, Recomendaciones para Proceso de Vacío, 2011) menciona que este proceso es de suma importancia para el correcto funcionamiento del sistema de aire acondicionado. Se realiza justo después de la presurización, donde se utiliza un bomba de vacío, es un equipo cuya función es deshidratar (eliminar humedad) el sistema por un tiempo de 60 a 120 minutos, esto depende de la capacidad y recorrido de la tubería de cobre en el sistema. En este caso se tiene un equipo de aire acondicionado de 60000BTU se le hizo el vacío durante 120 minutos con la bomba de vacío el cual disminuye la presión del sistema y la temperatura de evaporación del agua, cuando la temperatura sea menor a la del ambiente se comenzara a evaporar y salir del sistema, (Figura 37).



*Figura 37.* Aplicacion de vacío del equipo de aire de confort de 60000BTU

Fuente: Propia

- Recarga de refrigerante en el equipo de aire acondicionado de 60000BTU:  
Para este proceso es necesario conectar la manguera azul a la válvula de servicio de succión del compresor por y otra manguera la amarilla al tanque de refrigeración. Coloque el tanque en posición adecuada dependiendo en estado líquido o gaseosa.  
Es ente caso el refrigerante es R410A que el proceso descargase se hace en estado líquido por lo tanto se recomida voltear el galón del refrigerante, (Figura 38)



*Figura 38.* Recarga de gas refrigerante R410A

Fuente: Propia

- 4º. Interconexión a línea de drenaje designada por el cliente.
- 5º. Puesta en marcha del equipo.

Después de realizar la instalación se procede a realizar las pruebas y se toman Parámetros y puesta en marcha de los equipos de aire acondicionado de precisión y confort como se muestran en las siguientes tablas 12, 13, 14, 15, 16 y 17.

**Tabla 12**

*Especificaciones Técnicas del Equipo de Aire Acondicionado de Precisión*

Ítem	Área	Código	Marca	Tipo de equipo.	Modelo	N° Serie	Capacidad Nominal	Ubicación	Cantidad	Estado
1	Data Center	AAP	HIREF	Aire Acondicionado de Precisión	NRCD0100	HF1512061426	11.2 KW	4TO Piso	1	Operativo

Fuente: Propia

**Tabla 13**

*Parámetros del Compresor*

Compresor									
Ítem	Área	Tipo de Equipo	Capacidad	Ubicación	Voltaje (V)	Amperaje (A)		Presión (PSI) - Gas R410 a	
						L1	L2	Baja	Alta
1	Data Center	Aire Acondicionado de Precisión	11.2 KW	4TO PISO	222V/1PH	2	2.1	140.8	330.9

Fuente: Propia

**Tabla 14***Parámetros de Evaporador*

<b>Ventilador - Evaporador</b>									
Ítem	Área	Tipo de equipo	Capacidad	Ubicación	Voltaje (V)	Amperaje (A)		Presión (PSI) - Gas R410a	
						L1	L2	Baja	Alta
1	Data Center	Aire Acondicionado de Precisión	11.2 KW	4TO PISO	222V/1Ph	15.1	15.5	*****	*****

Fuente: Propia

**Tabla 15***Parámetros del Condensador*

<b>Ventilador - Condensador</b>									
Ítem	Área	Tipo de equipo	Capacidad	Ubicación	Voltaje (V)	Amperaje (A)		Presión (PSI) - Gas R410a	
						L1	L2	Baja	Alta
1	Data Center	Aire Acondicionado de Precisión	11.2 KW	Azotea	222V/1Ph	0.3	0.3	*****	330

Fuente:

Propia

**Parámetros adicionales aire acondicionado de precisión:**

- Temperatura Set Point: 21.5 °C.
- Set Point Humificador: 55 °C.
- Temperatura de Entrada Unidad Evaporadora: 20.8 °C
- Temperatura de Salida Unidad Evaporadora: 14.2 °C
- Humedad Relativa: 51.2 °C
- Megado Compresor ( $\Omega$ ): OL;OL; OL (Aislamiento Alto)

**Parámetros adicionales Aire acondicionado de confort:**

- Temperatura Set Point: 21.0 °C
- Temperatura de Entrada Unidad Evaporadora: 14.8 °C
- Temperatura de Salida Unidad Evaporadora: 19.5 °C
- Megado Compresor ( $\Omega$ ): OL; OL; OL (Aislamiento Alto).

**Tabla 16***Especificación Técnica del Aire acondicionado confort*

Ítem	Área	Código	Marca	Tipo de equipo	Modelo	Capacidad Nominal	Ubicación	Cantidad	Estado
1	Data Center	SPT	CARRIER	Aire Acondicionado de Confort	N2AE60AHA	60000 BTU/Hr	4TO PISO	1	Operativo

Fuente: Propia

**Tabla 17***Parámetro del Condensador*

Ítem	Área	Tipo de equipo	Capacidad	Ubicación	Amperaje(A) - Compresor			Presión(PSI) - Gas R22	
					L1	L2	L3	BAJA	ALTA
1	Data Center	Aire Acondicionado de Confort	60000 BTU/HR	4TO PISO	12.8	13.5	11.5	63	160

Fuente: Propia

## 2.4 Resultados

En este capítulo, se evaluarán las mejoras obtenidas en el diseño de la propuesta de instalación del equipo de aire acondicionado de precisión, con una evaluación técnica, la cual se obtendrá mediante el análisis de los parámetros eléctricos que permitan un control de temperatura más eficiente.

En cuanto a la evaluación de proyecto, este será abordado desde puntos específicos que se complementan uno del otro, la primera es la correcta circulación del aire, control de la temperatura y humedad garantizando el óptimo funcionamiento de la climatización del centro de datos aumentando su disponibilidad y eficiencia en el centro de datos FONDEPES.

Al instalar el equipo de aire acondicionado de precisión, obtenemos mayor confiabilidad y disponibilidad en el centro de datos

Siendo más robusto su estructura, diseñado para enfriar las máquinas y todo dispositivo que emite calor sensible ya que el equipo de precisión está dedicado en 90% en enfriar el aire y un 5% eliminar la humedad

Se midieron parámetros ambientales dentro del centro de datos, verificados datos en el display electrónico del equipo se obtiene:

El valor de la humedad relativa registrada es de 51.2%, mientras la temperatura en el centro de datos es de 21°C, con estos parámetros se da por cumplida el estándar requerido para el centro de datos.

Además se recomienda por parte de la proyectista que la humedad relativa sea de preferencia entre un 40% a 60% y una temperatura de  $21^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ .

La distribución de aire es de tipo inrow tomando el aire climatizado por la parte frontal y expulsa el aire caliente por la parte trasera del mismo, produciendo un flujo constante y eficiente evitando que se produzcan cargas críticas.



## CONCLUSIONES

1. La instalación del equipo de aire acondicionado de precisión proporciona una distribución de aire tipo inrow brindando una óptima y eficiente circulación de aire, que es necesario para el centro de datos FONDEPES – Centro de Lima.
2. El equipo de aire acondicionado de precisión instalado dedica un 95% en enfriar el aire, eliminando en mayor proporción el calor sensible producido por las cargas críticas del centro de datos FONDEPES – Centro de Lima.
3. El equipo de aire acondicionado de precisión controla y mantiene una humedad relativa 51% HR, ideal en la climatización del centro de datos FONDEPES – Centro de Lima.
4. Se demostró que la instalación del equipo de aire acondicionado de precisión de 3TR(n+1) es el adecuado y que cumple las demandas, estándares y normativas brindando un medio ambiente amigable, aumentando la disponibilidad en el centro de datos FONDEPES.
5. Se concluye que la diferencias que existen entre un equipo de aire acondicionado de precisión y un equipo de aire acondicionados de confort es que éste enfría personas y el de precisión enfría maquinas; otra diferencia es que el equipo de confort no debe ser utilizado en centro de datos, especialmente de Nivel de TIER II en adelante, a su vez el equipo de precisión no puede ser aplicado a recintos donde se encuentren personas laborando.

## RECOMENDACIONES

1. Es recomendable saber la diferencia entre un equipo de aire acondicionado de confort y de precisión antes de instalarlo en un centro de datos.
2. Es recomendable contar con un sistema de aire acondicionado de precisión en un centro de datos ya que está diseñado para mantener los parámetros de temperatura entre 18 a 27°C y humedad relativa de 40 a 60%, trabajando las 24 horas del día, permitiendo mantener una alta disponibilidad.
3. No se debe instalar un equipo de aire acondicionado de confort en un centro de datos, ya que estos no están diseñados para enfriar maquinas, sino a personas.
4. Se recomienda observar y revisar las normas que abarcan la implementación de la instalación del equipo de aire acondicionado de precisión, específicamente las unidades de climatización según el nivel que se requiera implementar, así como las exigencias que se tienen gubernamentalmente y que permiten adoptar implementaciones y Estándares que hacen eficientes las aplicaciones en el centro de datos FONDEPES.
5. Se debe mantener la temperatura de seteo del equipo de aire acondicionado de precisión a 21°C y un rango de 18 a 27 °C para un centro de datos.
6. Se recomienda mantener la humedad relativa del aire acondicionado de precisión a 50%HR y un rango de 40 a 60% HR para un centro de datos.
7. El personal responsable de la operación y monitoreo del centro de datos deberán ser continuamente capacitados para poder manipular correctamente el funcionamiento de cada subsistema (arquitectónico, mecánico, eléctrico, telecomunicaciones y climatización). Deben poder reaccionar apropiadamente y con rapidez ante eventos adversos.
8. Se recomienda realizar mantenimiento preventivo cada 6 meses, para poder mantener la disponibilidad del centro de datos ya que la información crítica que guarda el sistema informático es un factor clave para la organización.

## BIBLIOGRAFÍA

- ADC Telecommunications Inc. (2005). *Estandar ANSI EIA/TIA 942, Estándar de Infraestructura de Telecomunicaciones para centros de Datos*. Minneapolis, Minnesita USA.
- ADC Telecommunications Inc, "Informe Tecnico, Como diseñar un centro de datos optimo". (2005). Estandar ANSI EIA/TIA 942 Estandar de Infraestructura de Telecomunicaciones para cenro de Datos. En A. E. 942, *informe tecnico, como diseñar un centro de datos optimo* (págs. 1-12). Minneapolis, Minnesita USA.
- APC Legendary Reliability. (Febre de 2003). *En qué difieren los sistemas de misión crítica de los aires acondicionados comunes y por qué*. Obtenido de [www.apc.com: https://download.schneider-electric.com/files?p\\_File\\_Name=VAVR-5UDSLG\\_R2\\_LS.pdf&p\\_Doc\\_Ref=SPD\\_VAVR-5UDSLG\\_LS](https://download.schneider-electric.com/files?p_File_Name=VAVR-5UDSLG_R2_LS.pdf&p_Doc_Ref=SPD_VAVR-5UDSLG_LS)
- ASHRAE. (2015). *ASHREA org*. Obtenido de American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.: [www.ashrae.org](http://www.ashrae.org)
- Clima Control. (16 de setiembre de 2020). *Climatización en DATA CENTER*. Obtenido de Clima Control: [http://www.asoc.egresados.efn.uncor.edu/archivos/Sist\\_AA\\_3\\_mod\\_Climatizacion\\_Data\\_Center.pdf](http://www.asoc.egresados.efn.uncor.edu/archivos/Sist_AA_3_mod_Climatizacion_Data_Center.pdf)
- Cowan, G. (2006). *Cómo monitorear las amenazas físicas en un centro de datos. APC Schneider Electric*.
- cropracion. (23 de febrero de 2012). *tesis*. Obtenido de corsac: [www.ura](http://www.ura)
- Davey, A. (26 de Junio de 2013). *La nueva tecnología mantiene frescos los centros de datos en climas cálidos*. Obtenido de IEEE SPRECTUM: <https://spectrum.ieee.org/computing/hardware/new-tech-keeps-data-centers-cool-in-warm-climates>

- Diaz, C. (18 -19 de setiembre de 2020). Diseño de data center y las normativas actuales (Sección de conferencia). *Centro de actualización empresarial y tecnología de la información community data center 2025 international*, 282. Lima, Lima, Peru.
- DiPulse\_EnRed. (15 de Marzo de 2019). *Enfriamiento de Precisión vs Enfriamiento de Confort*. Obtenido de enred: <https://www.enred.mx/enfriamiento-de-precision-vs-enfriamiento-de-confort>
- EIA Y TIA. (2001). *estándar TIA/EIA-606 Cableado Estructurado*.
- ID Grup. (21 de febrero de 2020). *Data Center: ¿qué es, cómo tiene que ser y qué tipos hay?* Obtenido de ID Grup: <https://idgrup.com/data-center-que-es-como-tiene-que-ser-y-que-tipos-hay>
- INACAL. (2019). *Normas Técnicas Peruanas ISO/IEC TS 22237*. Lima.
- JENNER GLOBAL. (11 de Abril de 2016). *Usos de nitrógeno en sistema de refrigeración*. Obtenido de JENNER GLOBAL: <https://www.jennerglobal.com.ar/2016/04/11/usos-de-nitrogeno-en-sistemas-de-refrigeracion/>
- Linares, C. (19 de Noviembre de 2019). Criterios de diseño en Energía y climatización. *VERTIV*. Lima, Peru.
- Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento & SENSICO. (2019). *Reglamento nacional de edificación*.
- NFPA. (1896). *National Fire Protection Association*.
- Nieto, A. (15 de Marzo de 2011). *Recomendaciones para Proceso de Vacío*. Obtenido de MUNDO HVAC&R: <https://www.mundohvacr.com.mx/2010/07/recomendaciones-para-proceso-de-vacio/>

- Nieto, A. (31 de Julio de 2014). *Aire Acondicionado Sectores de la industria*.  
Obtenido de MUNDO HVAC&R:  
<https://www.mundohvacr.com.mx/2014/01/aa-de-precision-vs-aa-de-confort/>
- Norma ASME/ANSI. (2015). *IZAJE DE CARGAS*.
- Ortega, J. (2015). *Optimización energética de un sistema de climatización para un centro de datos*. Mexico: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Pacio, G. (2014). *Data centers hoy*. Buenos Aires: Alfaomega.
- PANAMA HARWARE. (15 de Mayo de 2012). *Aire Acondicionado de Precisión v/s Confort*. Obtenido de PANAMA HARWARE: <http://www.panharsa.com>
- Quiliano, H. (2015). *de aire acondicionado para controlar la*. Puno: Huancayo: Universidad Nacional del Centro del.
- Rasmussen, N. (28 de Agosto de 2020). *Cálculo de los requisitos totales de refrigeración para centros de datos*. Obtenido de Schneider-Electric:  
[https://download.schneider-electric.com/files?p\\_Doc\\_Ref=SPD\\_NRAN-5TE6HE\\_ES](https://download.schneider-electric.com/files?p_Doc_Ref=SPD_NRAN-5TE6HE_ES)
- Rasmussen, N. (20 de 11 de 2020). *Cálculo de los requisitos totales de refrigeración para centros de datos*. Obtenido de schneider-electric:  
[https://download.schneider-electric.com/files?p\\_Doc\\_Ref=SPD\\_NRAN-5TE6HE\\_ES](https://download.schneider-electric.com/files?p_Doc_Ref=SPD_NRAN-5TE6HE_ES)
- Rasmussen, S. (2007). Estrategias de enfriamiento para salas de cableado y otros espacios pequeños. *APC Schneider Electric*, 4.
- SMACNA. (s.f.). *Asociación Nacional de Contratistas de Chapa y Aire Acondicionado*. Chantilly, Virginia.
- Suarez Cruz, I. L., Escobar Díaz, A., & Vacca González, H. (2019). Unidades de climatización para centro de datos. *Vinculos Vol. 16*, 1-14.
- Tecener SA de CV. (Julio de 2015). *Sistema de Aire Acondicionado Tutorial para el trabajo en campo*. Obtenido de Energypedia:

[https://energypedia.info/images/c/c3/GIZ\\_Tutorial\\_Aire\\_Acondicionado\\_2015.pdf](https://energypedia.info/images/c/c3/GIZ_Tutorial_Aire_Acondicionado_2015.pdf)

Tracy, S. (23 de Enero de 2019). *inteligente reduce las necesidades de refrigeración de los centros de datos en un 90 por ciento*. Obtenido de IEEE SPECTRUM: <https://spectrum.ieee.org/energy/environment/a-cooler-cloud-a-clever-conduit-cuts-data-centers-cooling-needs-by-90-percent>

## ANEXOS

### Anexo N°1: Mantenimiento preventivo que se les hizo a los equipos de aire acondicionado FONDEPES por la empresa ALQ CORP SAC



- INGENIERIA  
- IMPLEMENTACION  
- MANTENIMIENTO

Lima, 09 de Mayo del 2019

Atención:  
Sr. Yagnir Rodriguez  
Globelec del Perú SAC

**REF: INFORME DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPOS DE AA - FONDO NACIONAL DE DESARROLLO PESQUERO**

Saludos

Muy respetuosamente nos dirigimos a ustedes, con el fin dar a conocer el informe técnico de labores de mantenimiento preventivo a los equipos de aire acondicionado presentes al FONDO NACIONAL DE DESARROLLO PESQUERO, Ubicado en Av. Petit Thouars Nro. 115 (Esquina Av Petit Thouars con 28 de Julio).

#### **LABORES DESARROLLADAS:**

##### **1.- MANTENIMIENTO EQUIPO AIRE ACONDICIONADO.**

##### **1.1 UNIDAD CONDENSADORA**

- Limpieza del Serpentin Condensador con agua.
- Limpieza interior y exterior del gabinete.
- Limpieza debajo y alrededor del equipo.
- Reajuste de pemos, tornillos, soporte, etc.
- Revisión, limpieza de las paletas y/o hélices de ventiladores
- Revisión, rodamientos, cojinetes, ejes y otros.
- Chequeo de tuberías y capilares de cobre.
- Verificación de Presión de Gas Refrigerante.
- Revisión de los tableros de fuerza y circuitos de control, de los contactores relays, interruptores termomagnético, sensores de protección, temporizadores, protectores de sobre y subvoltaje, capacitores y presostatos y otros.
- Revisión de soportes.
- Toma de lecturas de tensión y corriente de los motores (registrar los valores obtenidos después del mantenimiento).
- Pruebas de funcionamiento de todas las unidades.

---

**CORPORACION ALEJANDRO LAGOS QUIN SAC**

SAN JUAN DE MIRAFLORES - PERU  
Telf. : 259-6429 RPC947230377 - 979388704  
E-mails: [slagos@alqcorp.com.pe](mailto:slagos@alqcorp.com.pe) [ingenieria@alqcorp.com.pe](mailto:ingenieria@alqcorp.com.pe)  
<http://www.alqcorp.com.pe>

**Labores desarrolladas:**

## **1.- Mantenimiento equipo aire acondicionado.**

### **1.1 Unidad condensadora**

- Limpieza del Serpentín Condensador con agua.
- Limpieza interior y exterior del gabinete.
- Limpieza debajo y alrededor del equipo.
- Reajuste de pernos, tornillos, soporte, etc.
- Revisión, limpieza de las paletas y/o hélices de ventiladores
- Revisión, rodamientos, cojinetes, ejes y otros.
- Chequeo de tuberías y capilares de cobre.
- Verificación de Presión de Gas Refrigerante.
- Revisión de los tableros de fuerza y circuitos de control, de los contactores relays, interruptores termomagnético, sensores de protección, temporizadores, protectores de sobre y su voltaje, capacitores y presostatos y otros.
- Revisión de soportes.
- Toma de lecturas de tensión y corriente de los motores (registrar los valores obtenidos después del mantenimiento).
- Pruebas de funcionamiento de todas las unidades.

---

**CORPORACION ALEJANDRO LAGOS QUIN SAC**

SAN JUAN DE MIRAFLORES - PERU  
Telf. : 219-6429 RPC.947230377 - 979388704  
E-mails: [slagos@alqcorp.com.pe](mailto:slagos@alqcorp.com.pe)[ingenieria@alqcorp.com.pe](mailto:ingenieria@alqcorp.com.pe)  
<http://www.alqcorp.com.pe>

### **1.2 Unidad de evaporadora**



- Limpieza del Serpentín de Evaporación con presurizado de aire.
- Limpieza interior y exterior del gabinete.
- Limpieza debajo y alrededor del equipo.
- Reajuste de pernos, tornillos, soporte, etc.
- Revisión, limpieza de motores eléctricos.
- Revisión, rodamientos, cojinetes, ejes y otros.
- Chequeo de válvulas solenoides, filtro secador, presostato y otros.
- Chequeo de tuberías y capilares de cobre.
- Registro de presiones del circuito refrigerante, verificación de fuga del gas refrigerante.
- Revisión de la bandeja de condensación y verificar que la bandeja de drenaje no esté obstruida
- Revisión de tuberías y accesorios del sistema de drenaje y verificar que el punto de desagüe no esté obstruido.
- Revisión de tableros de fuerza y circuitos y control de los contactores, relés, interruptores termomagnéticos, sensores de protección, temporizadores, protector de sobre y subvoltaje, capacitores, presostatos y otros.
- Limpieza y ajuste de soportes.

## Especificaciones técnicas del equipo de precisión y confort

**Tabla 1**

Especificaciones técnicas de los equipos de aire acondicionado de precisión

Ítem	Área	Código	Marca	Tipo de Equipo.	Modelo	N° serie	Capacidad Nominal	Ubicación	Cantidad	Estado
1	Data Center	AAP	HIREF	Aire Acondicionado de Precisión	NRCD0100	HF1512061426	11.2 KW	4TO Piso	1	Operativo

Fuente: propia

**Tabla 2**

Especificaciones Técnicas de los Equipos de Aire Acondicionado de confort

Ítem	Área	Código	Marca	Tipo de Equipo.	Modelo	Capacidad Nominal	Ubicación	Cantidad	Estado
1	Data Center	SPT	CARRIER	Aire Acondicionado de Confort	N2AE60AHA	60000 BTU/h	4TO Piso	1	Operativo

## Parámetro de los equipos

**Tabla 3**

Parámetro del compresor del equipo de aire acondicionado de precisión

Compresor									
Ítem	Área	Tipo de Equipo.	Capacidad	Ubicación	Voltaje (V)	Amperaje (A)		Presión (PSI) - GAS R410a	
						L1	L2	Baja	Alta
1	Data Center	Aire Acondicionado de Precisión	11.2 KW	4TO PISO	222V/1PH	2.1	2.3	134.89	321.98

**Tabla 4**

Parámetro del evaporador del equipo de aire acondicionado de precisión

Ventilador - Evaporador									
Ítem	Área	Tipo de Equipo.	Capacidad	Ubicación	Voltaje (V)	Amperaje (A)		Presión (PSI) - GAS R410a	
						L1	L2	Baja	Alta
1	Data Center	Aire Acondicionado de Precisión	11.2 KW	4TO PISO	222V/1Ph	14.6	14.50	*****	*****

Fuente: propia

**Tabla 5**

Parámetro de Condensador del equipo de aire acondicionado de precisión

Ventilador - Condensador									
Ítem	Área	Tipo de Equipo.	Capacidad	Ubicación	Voltaje (V)	Amperaje (A)		Presión (PSI) - GAS R410a	
						L1	L2	Baja	Alta
1	Data Center	Aire Acondicionado de Precisión	11.2 KW	Azotea	222V/1Ph	0.4	0.4	*****	320

Fuente: propia

**Parámetros adicionales aire acondicionado precisión:**

- Temperatura Set Point: 21.5° C.
- Set Point Humificador: 55 °C.
- Temperatura de Entrada Unidad Evaporadora: 20.8 °C.
- Temperatura de Salida Unidad Evaporadora: 14.2 °C.
- Humedad Relativa: 51.2 °C.
- Megado Compresor (□): OL;OL; OL (Aislamiento Alto)

**Tabla 6**

Parámetros del Equipo de Aire acondicionado de confort

Ítem	Área	Tipo de equipo.	Capacidad	Ubicación	Amperaje(a) - Compresor			Presión(PSI) - GAS R22	
					L1	L2	L3	Baja	Alta
1	Data Center	Aire Acondicionado de Confort	60000 BTU/HR	4TO Piso	12.8	13.5	11.5	63	160

Fuente: propia

**Parámetros adicionales aire acondicionado de confort:**

- Temperatura Set Point: 21.0 °C.
- Temperatura de Entrada Unidad Evaporadora: 14.8 °C.
- Temperatura de Salida Unidad Evaporadora: 19.5 °C.
- Megado Compresor ( $\Omega$ ): OL; OL; OL (Aislamiento Alto).

**Observaciones encontradas en el equipo de aire acondicionado de precisión:**

Observaciones del Equipo de Aire de Precisión.

Ítem	Área	Tipo de Equipo	Capacidad	Observaciones
1	Data Center	Aire Acondicionado DE Precisión	11.2 KW	* Se detectó Alarma AL090 (Alarma Horas de trabajo Compresor 1) * El sistema presenta fuga Gas Refrigerante R410a, visualmente ubicada cerca de La Unidad Condensadora.  * Filtro Aire presente en la Unidad Evaporadora se encuentra saturado.



HiRef®	
AL 090	Alarma horas trabajo compresor 1
AL 091	Alarma horas trabajo compresor 2
AL 092	Alarma horas trabajo compresor 3
AL 093	Alarma horas trabajo compresor 4

Figuras 39. Indicación Según Manual de Usuario

Fuente: Propia

## Aire acondicionado de confort

Observaciones del Equipo de Aire de Precisión.

Ítem	Área	Tipo de Equipo	Capacidad	Observaciones
1	Data Center	Aire Acondicionado DE Confort	11.2 KW	*****

## Recomendación:

Recomendaciones de equipo de aire acondicionado precisión

Ítem	Área	Tipo de Equipo	Capacidad	Recomendaciones
1	Data Center	Aire Acondicionado de Precisión	11.2 KW	* Brindar la clave del Equipo de Precisión con el fin de realizar su respectiva configuración. *Reparar la fuga presente en el sistema. *cambia de filtro de aire de la unidad evaporadora

Observaciones del equipo de aire de confort.

Ítem	Área	Tipo de Equipo	Capacidad	Recomendaciones
1	Data Center	Aire Acondicionado de Confort	11.2 kW	* Llevar acabo un mantenimiento bimensual al equipo de aire acondicionado

Observaciones generales:

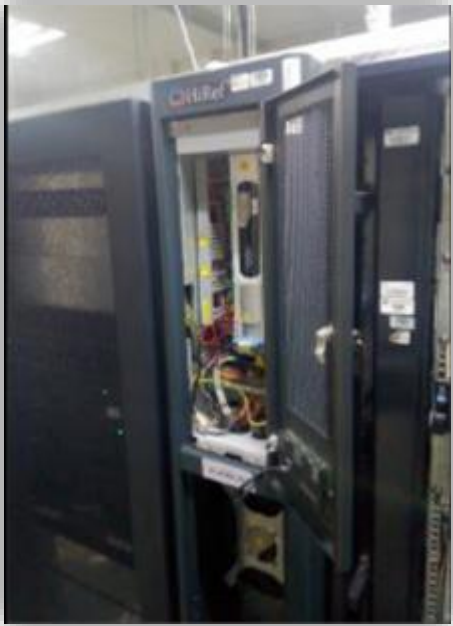
- Zona exterior ubicación de Unidades Condensadoras, no presenta punto de Agua a fin de facilitar labores de mantenimiento.
- Zona exterior ubicación de Unidades Condensadoras, no presenta punto drenaje para el desfogue del agua.
- Piso presente en la Azotea es inadecuado para llevar acabo el mantenimiento preventivo a los equipos de Aire Acondicionado.

Recomendaciones generales:

- Tener en cuenta que el equipo de climatización instalado en vuestra sede es de confort y precisión por lo que deben considerarse las siguientes recomendaciones para garantizar la Operatividad del equipo
- Mantener la temperatura de los equipos en 21 °C, para evitar congelamiento del equipo que genera goteos de agua.
- Mantener las puertas y ventanas cerradas de los ambientes durante el tiempo de operación del aire acondicionado.



**Anexo N° 2 informe fotográfico del equipo de aire acondicionado de precisión**



Unidad Evaporadora



Unidad Condensadora



Consumo de Corriente Unidad Evaporadora 14.6 Amp – Temperatura de Salida  
Unidad Evaporadora 15.2 °C

### Anexo Nº 3 informe fotográfico del equipo de aire acondicionado de confort



Unidad evaporadora




Unidad condensadora

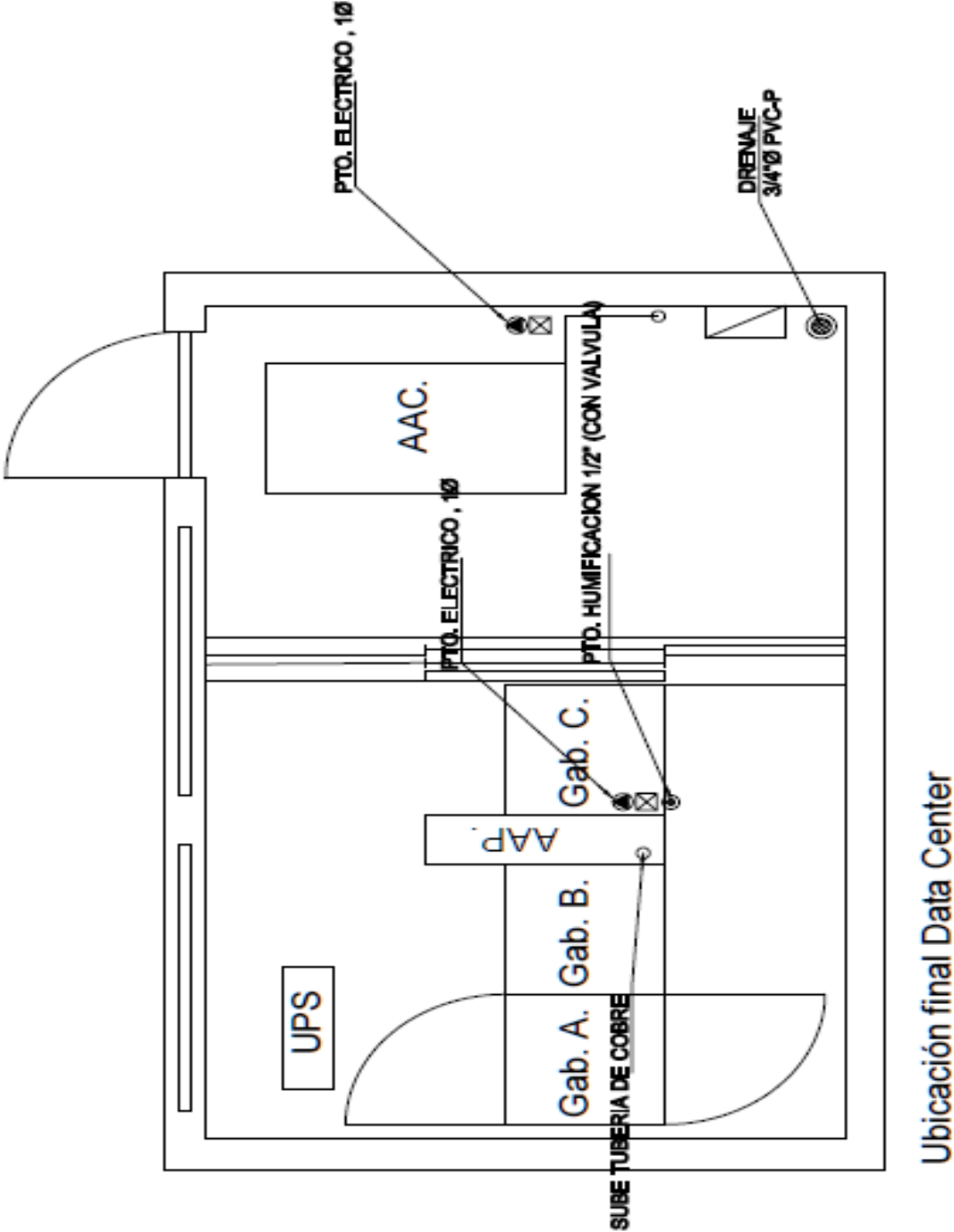


Megado Compresor  $\Omega$ : OL (Aislamiento Alto) – Consumo Compresor  
13.1 Amps

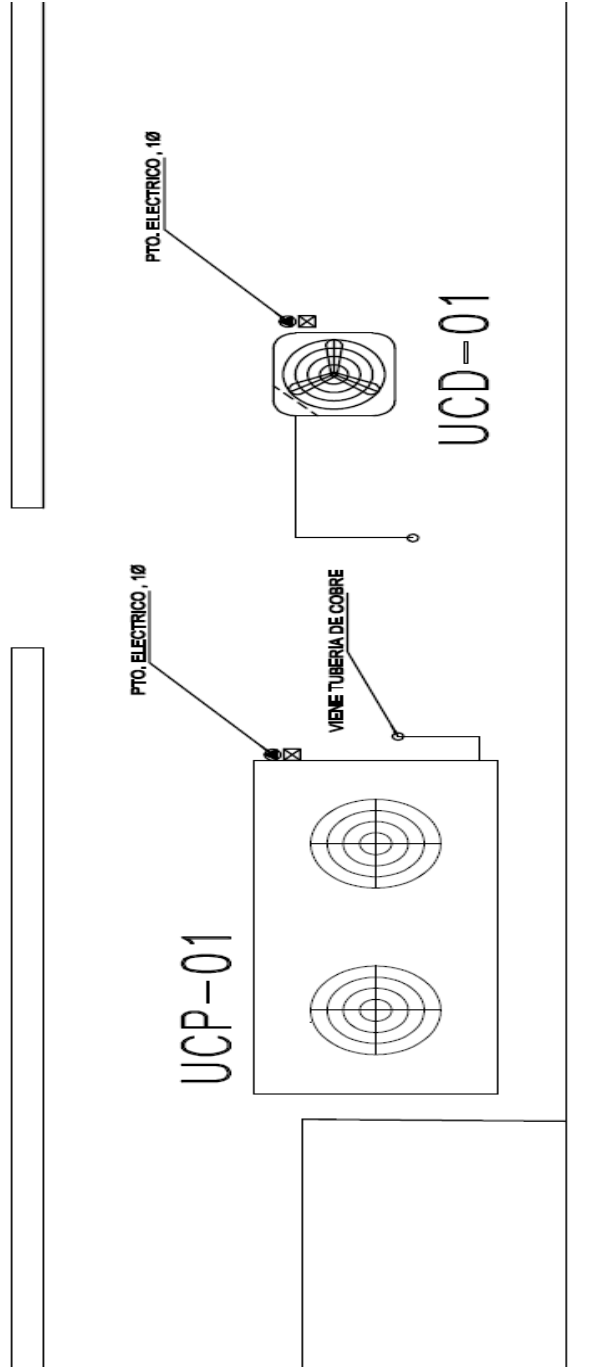
## Anexo N°4 Presupuesto de la instalación del equipo de aire acondicionado de precisión

		<b>GLOBELEC</b> <b>INSTALACION DE EQUIPOS DE PRECISION - FONDEPES</b>		<small>INGENIERIA IMPLEMENTACION MANTENIMIENTO</small>	
<b>Fecha</b>	27.01.16		<b>Código Propuesta</b>	Instalacion de Equipos de Precision Fondepes - 02-SLZ	
<b>OPV</b>	xxxx				
Item	Cantidad	Unidad	Descripción	Precio Unitario S/.	Precio Total S/.
<b>SERVICIOS DE INSTALACIÓN</b>					
<b>I</b>					
<b>SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO</b>					
1.00			<b>INSTALACION DE 01 EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO DE PRECISION</b>		
1.01	1	Glob.	Instalacion de 01 equipos de AA que incluye: Interconexion mecanica electrica, sistema de control, instalacion de sistema de drenaje (max 1m) .	425.00	425.00
1.02	1	Glob.	Izaje y Montaje de Unidad condensadora .	250.00	250.00
1.03	1	Glob.	Izaje y Montaje de Unidad evaporadora .	550.00	550.00
1.04	1	Glob.	Linea de Liquido y Succion, que incluye : Interconexiones de tuberias rigidas de cobre tipo L con accesorios , codos de radio largo, tuberias de 1/2" y 3/8" soldadura al 15% con sus respectivos soportes, acabado en pintura, Incluye: Izaje de tuberias a punto de trabajo, pruebas de presion con nitrogeno a 300 PSI, hermetizacion, vacio al sistema, carga de gas refrigerante ecologico R410A. (Max 8m)	2,687.50	2,687.50
1.05	1	Glob.	Picado y resane en techos de concreto para tuberias de cobre y drenaje (No se considera pases en vigas ni vidrio).	135.00	135.00
<b>II</b>					
<b>ADICIONALES SOLICITADOS POR EL CLIENTE</b>					
2.00			<b>START UP DE EQUIPOS DE PRECISION</b>		
2.01	1	Glob.	Arranque de los equipos de AA de Precision.	350.00	350.00
3.00			<b>PROTECCION TERMICA DE TUBERIAS DE COBRE</b>		
3.01	5	m	Suministro e instalacion de aislamiento termico para tuberias de cobre al interior del data center , pintado de color blanco.	15.00	75.00
4.00			<b>INSTALACION DE BOMBAS DE CONDENSADO Y SENSORES DE ANIEGO</b>		
4.01	1	Glob.	Suministro de bomba de condensado .	218.75	218.75
4.02	1	Glob.	Instalacion de Sensor de Fuego (01) , Sensor de Aniego (01), Sensor de Humo (01), Bomba de Condensado (01)	550.00	550.00
5.00			<b>SOPORTE METALICO PARA UNIDAD EVAPORADORA</b>		
5.01	1	unid	Suministro e instalacion de base metalica fija para unidad evaporadora.	525.00	525.00
6.00			<b>REUBICACION DE EQUIPO DE AA DE COMFORT DE 5 TR</b>		
6.01	1	Glob.	Reubicacion de equipo de AA de comfort que incluye: Recuperacion de gas R22, desmontaje de unidad evaporadora, montaje de unidad evaporadora, vacio del sistema, presurizacion, interconexion a linea de drenaje, carga de gas, puesta en marcha, toma de parametros.	975.00	975.00
7.00			<b>CARGA DE GAS R410</b>		
7.01	1	Glob.	Carga de GAS R410 a equipo de AA .	918.50	918.50
8.00			<b>OTROS</b>		
8.01	1	Glob.	Transporte de herramientas, equipos , izajes , elementos de seguridad .	500.00	500.00
8.02	1	Glob.	Gastos Generales, financieros y supervision	700.00	700.00
<b>SUB-TOTAL SERVICIOS</b>					<b>8,859.75</b>
<b>SUB- TOTAL PROYECTO S/.</b>					<b>8,859.75</b>
<b>IGV (18%) S/.</b>					<b>1,594.76</b>
<b>TOTAL PROYECTO S/.</b>					<b>10,454.51</b>

Anexo Nº 5 Plano Interior de los equipos de aire acondicionado instalados



Anexo Nº 6 Plano exterior de los equipos de aire acondicionados



Ubicación final Azotea