



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
INDOAMÉRICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

**EQUIPAMIENTO DE CLIMATIZACIÓN EN UNA CABINA
ERGONÓMICA MULTIPROPÓSITO**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial.

AUTOR

Quishpe Toscano Roberto Eliecer

TUTOR

Ing. Pablo Elicio Ron Valenzuela MSc.

QUITO – ECUADOR
2019

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Quishpe Toscano Roberto Eliecer declaro ser autor del Trabajo de Titulación con el nombre “EQUIPAMIENTO DE CLIMATIZACIÓN EN UNA CABINA ERGONÓMICA MULTIPROPÓSITO”, como requisito para optar al grado de Ingeniero Industrial, autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, a los 14 días del mes de marzo de 2019, firmo conforme:

Autor: Quishpe Toscano Roberto Eliecer

Firma:

Número de Cédula: 171228288-6

Dirección: Pichincha, Quito, Chillogallo, Barrio la delicia

Correo Electrónico: redci_refrigeracion@yahoo.es

Teléfono: 0998215100

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación “EQUIPAMIENTO DE CLIMATIZACIÓN EN UNA CABINA ERGONÓMICA MULTIPROPÓSITO” presentado por Quishpe Toscano Roberto Eliecer, para optar por el Título Ingeniero Industrial,

CERTIFICO

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Tribunal Examinador que se designe.

Quito, 14 de marzo del 2019

.....
Ing. Pablo Elicio Ron Valenzuela MSc.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor

Quito, 14 de marzo 2019

.....
Quishpe Toscano Roberto Eliecer
C.I: 171228288-6

APROBACIÓN TRIBUNAL

El trabajo de Titulación, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: EQUIPAMIENTO DE CLIMATIZACIÓN EN UNA CABINA ERGONÓMICA MULTIPROPÓSITO, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del trabajo de titulación.

Quito,..... 2019

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

VOCAL

VOCAL

DEDICATORIA

Este trabajo dedico a mi madre por darme la vida, a mis hijos por su paciencia durante mi ausencia, y a todos quienes me brindaron su apoyo incondicional, para enfrentar los retos y adversidades emprendidos en mi vida, para culminar con éxito mi carrera universitaria y ser un buen profesional.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi agradecimiento a Dios, a mi familia, mis compañeros con quien compartí largas horas de estudios.

A todas las personas que supieron aconsejarme, enseñarme, apoyarme, guiarme para culminar mis estudios de forma exitosa.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	iv
APROBACIÓN TRIBUNAL	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN EJECUTIVO	xiv
DIAGNÓSTICO DEL CASO A ESTUDIAR	1
Descripción	1
Formulación del problema.....	1
Justificación.....	1
OBJETIVOS	2
Objetivo general.....	2
Objetivos específicos	2
MARCO TEÓRICO.....	3
Ergonomía.....	3
Climatización	3

Sistemas de climatización.....	4
Lugares de trabajo climatizados.....	5
Características físicas del entorno.....	7
La actividad física de las personas.....	7
Condiciones de confort recomendadas	8
Cómo favorecer el confort térmico.....	8
METODOLOGÍA.....	11
Enfoque Cualitativo	11
Enfoque Cuantitativo.....	11
SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS.....	12
Alternativa 1. Funcionamiento Individual.....	12
Alternativa 2. Funcionamiento Multifuncional	13
PROPUESTA DE SOLUCIÓN.....	16
Parámetros de diseño del equipo climatización de la cabina.....	16
Cálculo del volumen de la cabina a diseñar:.....	17
Estructura de la cabina (Material aislante fabricado).....	17
Cantidad de kilocalorías a retirar de la cabina.....	18
Transmisión de calor a través de las paredes	18
Cargas por apertura de puerta.....	22
Cargas de evolución.....	24
Cargas misceláneas	24
Forma directa de cálculo térmico.....	27
Sistema de calefacción para cabina.....	28
Selección de equipos de refrigeración.....	29
Componentes del sistema de refrigeración	32
Unidad condensadora.....	32

Compresor.....	32
Válvula solenoide	33
Filtro secador	34
Visor de líquido	34
Válvulas de expansión	35
Evaporadores.....	35
Presostato de alta y baja presión	36
Control de temperatura.....	37
Gas refrigerante.....	37
Instalación y puesta en marcha	39
PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	43
CONCLUSIONES	48
RECOMENDACIONES	48
BIBLIOGRAFÍA	49
ANEXOS	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Análisis ergonómico	10
Tabla 2: Condiciones ambientales	10
Tabla 3: Valoración de parámetros	14
Tabla 4: Valoración de parámetros de selección.....	15
Tabla 5: Medidas de la cabina ergonómica.....	17
Tabla 6: Valores indicados.....	19
Tabla 7: Dimensión de las paredes.....	20
Tabla 8: Estatura y Peso promedio.....	21
Tabla 9: Renovación del aire diario por las aperturas para condiciones normales	22
Tabla 10: Calor del aire (kj/m ³) exterior que penetra en la cámara fría.....	23
Tabla 11: Selección de resistencia eléctrica.....	29
Tabla 12: Selección de unidad condensadora	30
Tabla 13: Selección de evaporador	30
Tabla 14: Diámetro de la línea de succión (pulg)	40
Tabla 15: Diámetro de la línea de succión.....	40
Tabla 16: Pruebas de funcionamiento en frío	43
Tabla 17: Pruebas de funcionamiento en calor	44
Tabla 18: Procedimiento general para encendido y apagado del cuarto frío	46
Tabla 19: Mantenimiento de la cabina ergonómica	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Sistema de climatización unitario.....	4
Figura 2.- Climatización centralizada	5
Figura 3.- Funcionamiento Individual.....	12
Figura 4.- Funcionamiento Multifuncional	13
Figura 5.- Sistema de climatización	15
Figura 6.- Aislamiento térmico	18
Figura 7.- Cálculo en software de cabina ergonómica.....	27
Figura 8.- Niquelina requerida	29
Figura 9.- Ciclo de Refrigeración.....	31
Figura 10.- Ciclo de Refrigeración en cabina ergonómica	31
Figura 11.- Unidad condensadora	32
Figura 12.- Compresor	33
Figura 13.- Válvula Solenoide	33
Figura 14.- Filtro secador	34
Figura 15.- Visor de líquido	34
Figura 16.- Válvulas de expansión.....	35
Figura 17.- Evaporadores	36
Figura 18.- Presostato de Alta y Baja de presión.....	36
Figura 19.- Control de temperatura.....	37
Figura 20.- Gas refrigerante	38
Figura 21.- Alto vacío	39
Figura 22.- Reporte Técnico	42
Figura 23.- Pruebas de funcionamiento en frío.....	44
Figura 24.- Pruebas de funcionamiento en calor.....	45
Figura 25.- Procedimiento general para encendido y apagado	46

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Temperatura liberada por persona.....	50
Anexo 2. Construcción de la cabina ergonómica.....	51
Anexo 3. Cabina ergonómica terminada.....	52
Anexo 4. Costos de la Elaboración de la Cabina Ergonómica.....	53
Anexo 5. Listado de proveedores.....	54

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN CARRERA DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL**

TEMA: EQUIPAMIENTO DE CLIMATIZACIÓN EN UNA CABINA
ERGONÓMICA MULTIPROPÓSITO

AUTOR: Quishpe Toscano Roberto Eliecer

TUTOR: MSc Pablo Elicio Ron Valenzuela

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de titulación responde a la implementación de los equipos de climatización en la cabina ergonómica multipropósito para el análisis de puestos de trabajo en la industria.

Los parámetros de climatización en la cabina corresponden a establecer temperaturas de frío y calor con el fin de observar la incidencia laboral al personal que realiza sus actividades laborales y que se expone a riesgos físicos y de salud en las áreas climatizadas, posterior se realizará correcciones necesarias con el aporte de un profesional de Seguridad y salud en el trabajo.

Los equipos de climatización (frío y calor) constan de las siguientes características: unidad condensadora tecumseh de 14775.54 btu/h acoplada a un compresor de 2.5 hp conectado a 220 voltios, para el sistema se utiliza el refrigerante R-422 (reemplazo del R-22); el evaporador está compuesto por tres motores ventiladores que proporcionan el aire forzado a la cabina con el fin de proporcionar y mantener temperaturas desde (2 a 40) °C; la válvula de expansión de 2.30 tonelada para el paso del refrigerante al evaporador para la transferencia de calor; filtros secadores para retener humedad e impurezas; visor de líquido; válvula solenoide control de temperatura electrónico para visualizar rangos de temperatura y humedad; sistema eléctrico; niquelinas de 5400 W; estos equipos, partes y piezas se determina en base a los cálculos considerados en el diseño del sistema de climatización.

Palabras claves: climatización, cabina ergonómica multipropósito, refrigeración, calefacción, temperatura, sistema, ergonomía.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTY OF ENGINEERING AND INFORMATION AND
COMMUNICATION TECHNOLOGIES
INDUSTRIAL ENGINEERING CAREER

TOPIC: AIR CONDITIONING EQUIPMENT IN A MULTIPURPOSE
ERGONOMIC CABIN

AUTHOR: Quishpe Toscano Roberto Eliecer

TUTOR: MSc Pablo Elicio Ron Valenzuela

EXECUTIVE SUMMARY (ABSTRACT)

This qualification work responds to the implementation of the HVAC equipment in the multipurpose ergonomic cabin for the analysis of jobs in the industry.

The parameters of air conditioning in the cabin are to establish temperatures of cold and heat in order to observe the labor incidence to the personnel who, carry out their work activities and that exposed to physical and health risks in the air-conditioned areas. Subsequent corrections will be made with the contribution of a safety and health professional at work.

The air conditioning equipment (cold and heat) consists of the following characteristics: 14775.54 Btu/h Tecumseh condensing unit coupled to a 2.5 HP compressor connected to 220 volts. The refrigerant R-422 (R-22 replacement) is used for the system, the evaporator consists of three fan motors that provide forced air to the cabin in order to provide and maintain temperatures from (2 to 40) °C; The 2.30 ton expansion valve for the passage of refrigerant to the evaporator for heat transfer. Filter driers to retain moisture and impurities; Liquid visor; Solenoid valve electronic temperature control to display temperature and humidity ranges; electrical system; 5400 W Niquelinas; These equipment, parts and pieces are determined based on the calculations considered in the design of the air conditioning system.

Key words: Air conditioning, multipurpose ergonomic cabin, refrigeration, heating, temperature, system, ergonomic.

DIAGNÓSTICO DEL CASO A ESTUDIAR

EQUIPAMIENTO DE CLIMATIZACIÓN EN UNA CABINA

ERGONÓMICA MULTIPROPÓSITO.

Descripción

Se va a realizar el equipamiento del sistema de climatización (refrigeración y calefacción) de acuerdo a las necesidades de capacidad requerida y en base a los resultados de los cálculos realizados del área a climatizar y que estas sean suficientes para realizar procedimientos ergonómicos de puestos de trabajo y que sean aplicables en diversos ámbitos: académicos, industriales, comerciales, domésticos, etc. Con este equipamiento se podrá controlar situaciones favorables o desfavorables para su entorno en ambientes similares creando una herramienta de simulación didáctica, para cuando se enfrente este tipo de adversidades climáticas.

Formulación del problema.

¿Cómo implementar la climatización dentro de la cabina ergonómica para análisis de puestos de trabajo acorde a las condiciones físicas sin afectar su salud?

Justificación.

La climatización en la cabina ergonómica multipropósito es **importante** ya que permite establecer temperaturas en un rango determinado de calor y frío, lo que permitirá simular puestos de trabajo y evaluar el desenvolvimiento de los trabajadores al realizar las actividades diarias.

Esta cabina permite realizar pruebas de laboratorio de la asignatura Fisiología Laboral y Ergonomía, ya que permite ver el comportamiento que adopta el trabajador cuando se encuentra expuesto a temperaturas altas de calor así como a temperaturas bajas de frío generando un **impacto** que va en beneficio de los estudiantes en formación como en los trabajadores evaluados.

Es **factible** realizar esta implementación basados en los conocimientos y procedimientos técnicos para el desarrollo de la cabina en los aspectos: estructural, eléctrico, mecánico, y climatización. Todos estos materiales se encuentran fácilmente en el mercado en función a los requerimientos, parámetros, y resultados del cálculo térmico, su implementación es viable, por eso la aplicación del proyecto.

A futuro serán los **beneficiarios** directos los estudiantes y todas las personas que se desempeñan en este campo laboral y especialmente el trabajador por lo que se obtendrán buenos resultados.

Se espera que esta cabina tenga la **trascendencia** necesaria llenando las expectativas esperadas, como resultado de los estudios y que en un futuro sirva para aliviar muchas lesiones y enfermedades que son producidas en áreas de trabajo no adecuadas como factores físicos y de salud mal aplicados al campo laboral.

OBJETIVOS

Objetivo general

Implementar los equipos de climatización en la cabina ergonómica multipropósito para el análisis de puestos de trabajo en la industria.

Objetivos específicos

- Determinar parámetros de trabajo de la cabina ergonómica mediante un sistema de climatización.
- Seleccionar los equipos para la climatización de la cabina ergonómica multipropósito.
- Realizar pruebas de funcionamiento de los equipos de climatización en la cabina ergonómica.

MARCO TEÓRICO

Ergonomía

La Ergonomía es una ciencia que estudia las características, necesidades, capacidades y habilidades de los seres humanos, analizando aquellos aspectos que afectan al entorno artificial construido por el hombre relacionado directamente con los actos y gestos involucrados en toda actividad de éste.

Trata del diseño de las condiciones de trabajo que rodean a la actividad que realiza el trabajador. Puede referirse a aspectos como:

- Condiciones ambientales: temperatura, iluminación, ruido, vibraciones, etc.
- Distribución del espacio y de los elementos dentro del mismo.

Climatización

Según (M.A. Gálvez Huerta 2013, Instalaciones y Servicios técnicos. Madrid)

La climatización en el ámbito laboral se refiere, a seguridad, bienestar, salud de los trabajadores/as acompañada de variables ambientales como temperatura, calor y frío radiación, humedad en el ambiente, esto influye mucho en el metabolismo y atuendo de cada persona, esto causa sensaciones de ahogo, calor, frío etc. Presenta cambios como sudoración, escalofríos, características principales de este tipo de áreas, donde el trabajador debe adaptarse para ambientes laborales climatizados para cuidar la salud física y psíquica, aplicando la seguridad y salud ocupacional en los trabajadores.

Sistemas de climatización.

Así la climatización comprende tres características fundamentales: la ventilación, la calefacción, y la refrigeración.

A partir de esta definición aparece el concepto climatización con sus siglas en inglés HVAC Heating, Ventilating and Air Conditioning, expresión en la que aparece calefacción y aire acondicionado. La climatización puede ser natural o artificial, aunque para el proyecto se tratará exclusivamente de la artificial.

La climatización puede hacerse en un solo local (**unitaria**), frecuentemente con un equipo que produce y emite su energía térmica, y **centralizada**, en la que un equipo produce la energía térmica.

Climatización unitaria. Este sistema muy habitual para áreas pequeñas. Su instalación se las realiza para calefacción como refrigeración, el más utilizado el de tipo ventana.



Figura 1.- Sistema de climatización unitario

Fuente: Cabina multipropósito

Elaborado por: El investigador

Climatización centralizada.- Este sistema de climatización puede ser utilizada en instalaciones grandes; por ejemplo: una casa, edificio o áreas de cualquier dimensión. En refrigeración existen equipos, que comprende el compresor y el condensador, que se sitúa en el exterior y uno o varios evaporadores que se colocan en los locales a climatizar (sistemas multisplit). (Ardila, 2013)

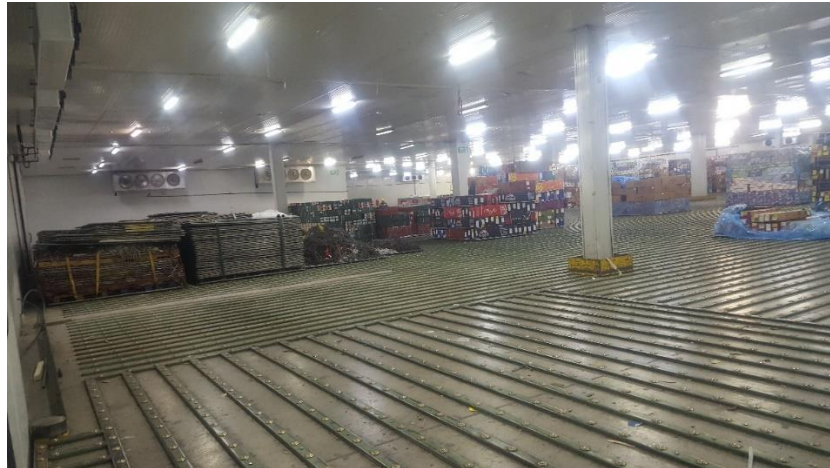


Figura 2.- Climatización centralizada
Fuente: Área de carga aeropuerto (A.I.Q.M.S)
Elaborado por: El investigador

Lugares de trabajo climatizados

Según (BOLETÍN DE SALUD LABORAL N°22-JUN 2012)

Aquellas personas que trabajan en calor, y que realizan un esfuerzo físico considerable, corren el riesgo de sufrir estrés térmico basado en la pérdida de agua y sales minerales por medio de la sudoración, por el aumento de la temperatura interna en el cuerpo.

Si el problema lo causa el frío el proceso es inverso. Se produce vasoconstricción periférica, (estrechamiento de vasos sanguíneos), se pueden desencadenar contracciones musculares que aumentan la generación de calor metabólico para compensar el ambiente frío y la pérdida de calor.

Esta regulación térmica del cuerpo llega a ser perjudicial para la salud de los trabajadores/as cuando es desproporcionada, pudiendo producir los siguientes síntomas y molestias:

En ambientes calurosos:

- **Aumento del ritmo cardíaco, que puede producir un síncope. Pérdida pasajera del conocimiento que va acompañada de una paralización momentánea de los movimientos del corazón y de la respiración y que es debida a una falta de irrigación sanguínea en el cerebro.**
- **La sudoración excesiva provoca un déficit de agua y sales en el organismo que ocasionan un aumento de la temperatura interior del cuerpo (fiebre) y ello da lugar a fatiga, vértigos o náuseas.**
- **Afecciones cutáneas: quemaduras, irritaciones**

En ambientes fríos: (temperaturas desde 2°C a 8°C) European Pharmacopoeia.

- **Palidez debido a la falta de riego sanguíneo en la piel.**
- **Congelaciones superficiales.**
- **En general, produce una disminución de las capacidades mentales y físicas, cuando el organismo, en ambientes extremos, no puede autorregular la temperatura del cuerpo, causa importantes trastornos para la salud del tipo siguiente:
“Golpe de calor”, con pérdida del conocimiento, que puede ocasionar la muerte.
“Descenso térmico importante”, que puede conducir a un ataque del sistema nervioso y a una perturbación de tipo respiratorio.**

Los puestos de trabajo que conlleven riesgos de estrés térmico son pequeños frente a múltiples situaciones laborales inconfortables. Cuando se estudian las condiciones de trabajo adecuadamente desde el punto de vista de la confortabilidad térmica se deben clasificar en dos grupos: condiciones ambientales (temperatura del aire, temperatura radiante, media, humedad relativa, corrientes de aire) y condiciones individuales (consumo metabólico durante el trabajo y atuendo).

- **Condiciones ambientales.**
- **El método lest**

Analiza diferentes factores de riesgo de manera general, no profundiza si detectan riesgos y de ser necesario se realiza un análisis más profundo con métodos específicos.

- **Temperatura en el puesto de trabajo.**
- **Nivel de esfuerzo del trabajador en relación de una tarea.**

- **Tiempo de exposición a la temperatura del puesto.**
- **Variaciones de temperatura si el trabajador se desplaza.**
- **Manipulación de materiales (calientes o fríos) utilizar medios de protección**

Características físicas del entorno

- **La temperatura del aire.** A mayor diferencia entre la temperatura del aire y la temperatura corporal, mayor será el intercambio de calor entre el cuerpo y el aire (convección térmica). Se mide en grados Celsius.
- **La velocidad del aire.** Favorece los intercambios de calor por convección entre el cuerpo y el medio exterior. Se mide en metros por segundo.
- **La humedad del aire.** La evaporación del sudor corporal permite liberar calor. Esta evaporación depende de la humedad en el ambiente, de tal modo que cuanto más alta es la humedad, más difícil es que se evapore el sudor y, por el contrario, cuanto más baja es la humedad, más fácil resulta la evaporación del sudor. La humedad relativa se expresa en tanto por ciento (%).
- **La temperatura de las paredes y objetos que rodean el cuerpo humano** recibe también calor por “radiación” si la temperatura del mismo es inferior a la de los objetos o superficies próximas. Por supuesto que también recibe calor por radiación del sol. Por el contrario, el cuerpo cede calor por radiación si su temperatura es mayor que la de los objetos o superficies próximas.

La actividad física de las personas

Independientemente de las condiciones ambientales, trabajar con más actividad física da una mayor sensación de calor. La actividad física se expresa en wattios por metro cuadrado de superficie corporal.

- **La ropa de la persona**
La ropa del trabajador/a, aísla en mayor o menor grado su cuerpo, e interviene en la cantidad de calor que el cuerpo humano intercambia con el ambiente exterior por radiación, convección y por evaporación. En el caso de ambientes térmicos extremos, es necesario proveerse de trajes de protección especial.

Condiciones individuales.

Según (Unidad de Accesibilidad de COCEMFE. Maika Broncano febrero-2016)

Consumo metabólico durante el trabajo. El cuerpo necesita energía para desarrollar sus funciones. Esta energía se consigue de la oxidación de sustancias alimentarias. De esas reacciones químicas se desprende mucha energía, de la que sólo una parte se aprovecha como tal. El resto de esa energía es la que se cede al ambiente para que no aumente la temperatura corporal.

Condiciones de confort recomendadas

Desde 1973, año en el que se publicaron estudios referentes al confort térmico, se sabe que es incorrecto hablar de situación térmicamente confortable para todos, ya que intervienen variables individuales.

Las recomendaciones de confort térmico están fijadas para que el porcentaje de personas que se sienta insatisfechas con esta situación térmica sea menor al 10%.

Condiciones para trabajar en una actividad ligera (oficina):

Condiciones invernales

- **La temperatura operativa debe estar entre 20-24°C**
- **Velocidad del aire inferior a 0,15 m/s.**
- **Humedad relativa próxima al 50%.**
- **Resistencia térmica del vestido 1 CLO.**

Condiciones veraniegas

- **Temperatura operativa 23-26 °C**
- **Velocidad del aire inferior a 0,25 m/s.**
- **Humedad relativa próxima al 50%**
- **Resistencia térmica 0,5 CLO**

Cómo favorecer el confort térmico

Para estar confortable en el lugar de trabajo hay que controlar las variables ambientales e individuales.

- **Consumo metabólico. En la situación calurosa se podría reducir reduciendo el ritmo de trabajo, aumentando las pausas, rotando al personal o automatizando el proceso. Esto tiene sentido industrial ya que es difícil pensar en una nave industrial climatizada. Actualmente en oficinas, comercios y otros lugares de trabajo el aire acondicionado produce un clima agradable.**

- **Atuendo:** la posibilidad de cambiar la ropa de trabajo depende de la empresa. Si no hay ropa de uniforme los gustos personales pueden determinar este parámetro. Generalmente el atuendo femenino ofrece menos aislamiento térmico que el masculino.

El resto de las variables ambientales se pueden modificar con las limitaciones lógicas del costo que puedan representar. La instalación de aire acondicionado permite situar esos parámetros ambientales dentro de los deseables.

Las superficies acristaladas ofrecen poco aislamiento al calor. Esto se puede reducir mediante la instalación de persianas que son más eficaces si están colocadas en el exterior. Los cristales tintados ofrecen más protección frente a radiaciones solares.

Estas soluciones disminuyen la aportación de la luz natural en los puestos de trabajo.

En ambientes industriales donde existen focos importantes de calor y un local de mucho volumen, no se puede climatizar. Algunas de las posibles soluciones son:

- **Apantallamiento o aislamiento de los focos de calor radiante,** como las superficies de las máquinas y las superficies calientes.
- **Ventilación general de la nave,** aportando aire del exterior si la temperatura es menor a la del recinto.
- **Extracción localizada,** eliminando el aire caliente en las proximidades de los focos caloríficos.
- **Extracción del aire y eliminación de la humedad que generan las máquinas.**

Análisis ergonómico de los espacios de trabajo en oficinas (NTP 242)

Según (Procedimientos de evaluación de riesgos Antonio D. Águila Soto) detalla el siguiente cuadro:

Tabla 1: Análisis ergonómico

	Invierno	Verano
Temperatura	19-21	20-24
Humedad relativa	40-60	40-60
Velocidad del aire	0.15	0,25
Diferencia de temperatura entre 1,1 y 0,1m del suelo	< 3°	< 3°
Valores NTP 242. INSHT		

Fuente: (Soto, 2018)

Elaborado por: El investigador

Tabla 2: Condiciones ambientales

LOCALES DE TRABAJO CERRADO			
Temperatura	Trabajo sedentarios	Trabajos ligeros	Locales riesgos eléctricos
	invierno 17 > 27° C	entre 14 y 25° C	< 50%
	verano 17 > 27° C		
Humedad	entre el 30y el 70%		
Velocidad del aire	Trabajos en ambientes no caluroso	Trabajos sedentarios en ambiente caluroso	Trabajos no sedentarios en ambiente caluroso
	0,25 m/s	0,5m/s	0,75m/s
Excepción	* corriente de aire acondicionado		
	* corriente de aire para evitar estrés térmico		
	Trabajo sedentarios	Demás casos	
	0,25 m/s	0,35 m/s	
Renovación mínima del aire	Trabajo sedentarios ambientes no calurosos, no contaminados		Casos restantes
	30m ³ /h/trabajo		50m ³ /h/trabajo

Fuente: (Soto, 2018)

Elaborado por: El investigador.

METODOLOGÍA.

Enfoque Cualitativo

Para la selección de los equipos que conforman el sistema de climatización en una cabina ergonómica multipropósito se procede de la siguiente manera.

Se realizó una investigación general de toda la información relacionada al tema propuesto.

Se procedió a tomar conceptos básicos referentes a climatización y principios de termodinámica, bases que servirán para el desarrollo del proyecto.

Enfoque Cuantitativo.

Se toma en cuenta en el diseño de la cabina el uso de materiales de fabricación, condiciones de temperatura internas y externas de la cabina; se utiliza tablas y software para el cálculo de los parámetros de climatización en los que funciona la cabina ergonómica multipropósito.

Investigación documental.

Mediante la revisión teórica de los parámetros que se maneja en la climatización en una cabina ergonómica multipropósito.

Explicativa experimental.

Permite describir el entorno de trabajo y el establecimiento de las causas que inciden en el contexto de la cabina y el comportamiento de las variables a manejar.

SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

Para desarrollar este apartado se plantea dos alternativas que serán evaluadas mediante valoraciones cualitativas y cuantitativas y en base a criterios de selección se elegirá la que mejor se adapte para su posterior diseño.

Alternativa 1. Funcionamiento Individual

Podría funcionar con dos equipos por separado uno de calefacción y otro de refrigeración que funcionan con automatización independiente para cada circuito

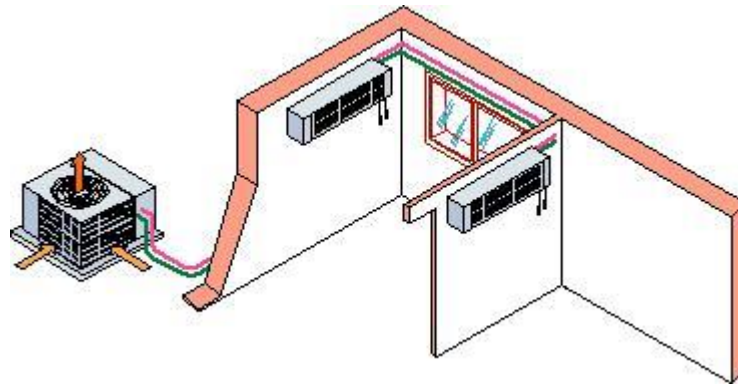


Figura 3.- Funcionamiento Individual

Fuente: (Pedro Alberto Cuevas Alvarez, 2012)

Elaborado por: El investigador

Ventajas:

- Facilidad de instalación
- Fácil manipulación de parámetros de selección frío o calor.

Desventajas:

- Son utilizadas en áreas pequeñas
- Podría convertirse en problema si no hay suficiente ventilación para disipar el aire utilizado por la unidad condensadora.

Alternativa 2. Funcionamiento Multifuncional

Instalar un equipo que sea multifuncional para frío y calor con automatización independiente para cada circuito.

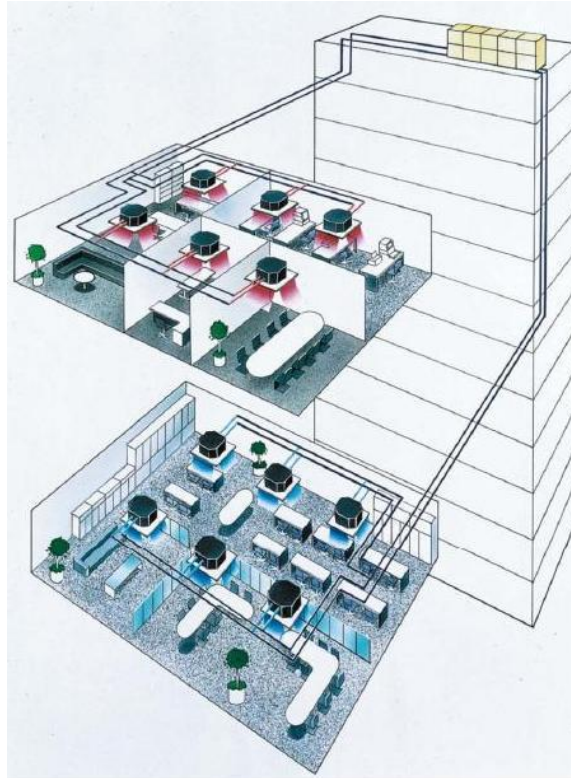


Figura 4.- Funcionamiento Multifuncional

Fuente: (Pedro Alberto Cuevas Alvarez, 2012)

Elaborado por: El investigador

Ventajas:

- El diseño de la cabina permitirá llevar a cabo la medición y análisis de medidas antropométricas en diferentes condiciones de trabajo, en diversas posiciones y condiciones físicas del individuo a analizar.
- Fácil instalación electromecánica por su diseño modular y equipo compacto.
- Fácil manipulación de parámetros de selección frío o calor.

Desventajas:

- Por el área física que mantiene las instalaciones civiles es difícil instalar en cualquier lugar la cabina será solo en áreas estratégicas.

- Choque de temperaturas al abrir la puerta produce dentro de la cabina condensación en el ambiente, los vidrios se empañan, produce escarcha en el evaporador, humedad relativa alta.
- Podría convertirse en problema si no hay suficiente ventilación para disipar el aire utilizado por la unidad condensadora.

Para valorar las alternativas de manera cuantitativa se establece las siguientes valoraciones.

Tabla 3: Valoración de parámetros

Promedio	Valores
Muy satisfactorio	3
Satisfactorio	2
Poco satisfactorio	1

Fuente: El investigador

Elaborado por: El investigador

Con el fin de evaluar la alternativa ideal se toma en cuenta lo siguiente parámetros de selección:

Costo: Se busca que este requerimiento se establezca entre \$1000 y \$2000 ya que será asumido por el investigador.

Funcionalidad: No se requiere de equipos automáticos.

Mantenimiento: Se requiere que para hacer esta tarea no se utilice equipos o herramientas especiales.

Tiempo de revisión: tiempo estimado para la revisión correspondiente es de:

- Mantenimiento preventivo: 60 minutos (revisión técnica electromecánica)

- Mantenimiento correctivo: daños irreparables (compresor, evaporador, corrección de fuga de gas, resistencias eléctricas, motores ventiladores, control de temperatura), tiempo estimado de corrección entre dos a síes horas, en peor de los casos.

Tabla 4: Valoración de parámetros de selección

Parámetro de selección	Porcentaje %	Alternativa 1 Funcionamiento individual	Alternativa 2 Funcionamiento multifuncional
Costo	30%	0.3	0.9
Funcionabilidad	25%	0.75	0.5
Mantenimiento	15%	0.3	0.45
Tiempo	30%	0.6	0.9
TOTAL	100%	1,95	2,75

Fuente: El investigador

Elaborado por: El investigador

Conclusión de la evaluación.

Luego del análisis y evaluación realizada a las alternativas se selecciona a la alternativa N.- 2 y se procede a la selección del equipo de climatización.

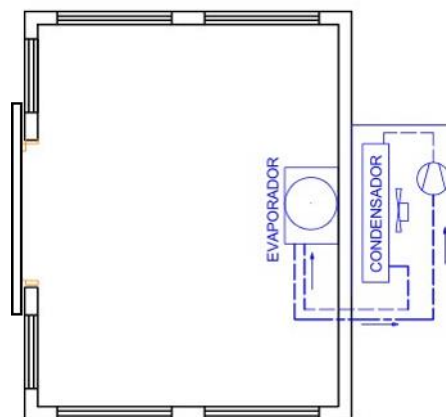


Figura 5.- Sistema de climatización

Fuente: El investigador

Elaborado por: El investigador

PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Previo a realizar la propuesta se plantea una selección de alternativas con el fin de escoger la que mejor se adapte a los requerimientos de funcionamiento de la cabina ergonómica.

Parámetros de diseño del equipo climatización de la cabina.

Para este punto se analiza minuciosamente los factores y necesidades presentes en la cabina ergonómica para la cual se diseña, cuando se habla de calor se trata de potencias caloríficas o frigoríficas las unidades de medida de estas potencias son entregadas en W o kW para luego ser convertidas a Btu/h y seleccionar los equipos de la cabina tomando referencia estos factores:

- Definición de las medidas de la cabina
- Material aislante fabricado.
- Cantidad de kilocalorías a retirar de la cabina.
- Tiempo de permanencia de los elementos dentro de la cabina.
- Temperatura exterior: 20-25°C (región sierra)
- Temperatura interior de diseño de la cámara.
- Cargas misceláneas.
- Duración del proceso: 18 horas (prendido el equipo)
- Humedad relativa: 65-80 %

Definición de las medidas.

Para determinar estas medidas se tomó como referencia un torno pequeño que existe en el laboratorio, y se considera varias personas que podrían caber en la misma (4-6 personas).

Tabla 5: Medidas de la cabina ergonómica

LARGO	ANCHO	ALTO
2,50 m	2,00 m	2,35 m

Fuente: El investigador

Elaborado por El investigador

Cálculo del volumen de la cabina a diseñar:

$$V = \text{Largo} * \text{ancho} * \text{alto} \quad (1)$$

$$V = 2.50\text{m} * 2.00\text{m} * 2.35\text{m}$$

$$V = 11.75\text{m}^3$$

Estructura de la cabina (Material aislante fabricado)

Paredes: las paredes y techos están fabricadas de poliuretano inyectado de 80mm de espesor con visores de vidrio.

El calor permanentemente fluye de un área mayor a un área menor de temperatura, existe el flujo de aire caliente hacia el área refrigerada desde todos los puntos, para evitar este choque directo de temperaturas, se aísla toda el área a refrigerar y que este sea herméticamente sellado para disminuir perdidas de frio o calor.

Suelo: El piso de la cabina también debe ser aislado para disminuir perdidas de frio por transferencia de calor, pero para este proyecto por ser para diferente aplicación no está considerado.

Puerta: Construida de tipo corrediza con las mismas características de las paredes y techos, con herrajes para alta temperatura.

Iluminación: Dos lámparas fluorescentes de tipo LED para alta y baja temperatura, herméticas contra polvo y humedad. (Según fabricante: LEDVANCE OSRAM)

Cortinas: fabricadas en plástico PVC traslapado para evitar contacto directo de ingreso de aire ambiente, insectos y otras partículas al interior de la cabina en las aperturas de puertas

Cantidad de kilocalorías a retirar de la cabina.

Para estos sistemas se analizan las cargas térmicas (producidas por producto que ingresa en kg, pérdidas de frío por aperturas de puerta, calor que emiten ventiladores y personas, luces, etc.) una vez conocido estos factores se realiza paso a paso los cálculos respectivos para determinar la carga total requerida para mantener climatizada la cabina.

Transmisión de calor a través de las paredes

La incidencia de transmisión de calor por medio de paredes, techo y suelo es producida individualmente por eso la necesidad de este análisis para ser considerado en el cálculo térmico

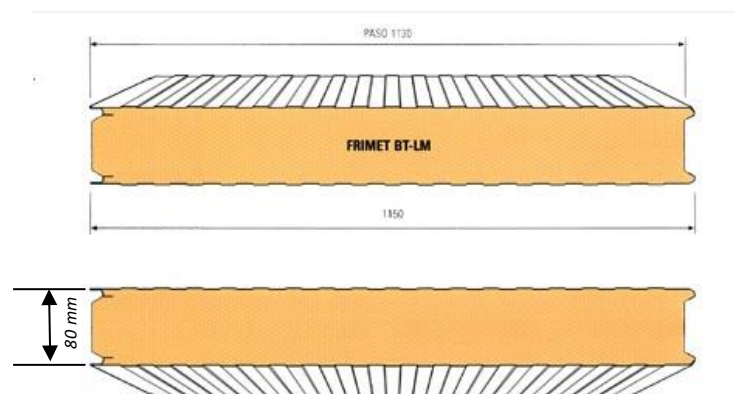
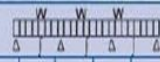



Figura 6.- Aislamiento térmico
Fuente: Metecno
Elaborado por: El investigador

En este caso el valor “x” se especificará 80 mm. Que actualmente tiene el aislamiento. $K= 0.25$ porque ese es el valor que tiene el poliuretano. El cálculo del calor removido de las maquinarias, personas, productos, etc. Para llevarlos a las condiciones de trabajo, dependen de las condiciones iniciales y finales. Si el producto se enfría por encima del punto de congelación, la carga equivale al calor sensible por encima de la congelación.

Tabla 6: Valores indicados

S		K			R			Peso panel Kg/m ² Cal. 25/28	W- Kg/m ²																
Pulg.	mm	Kcal/ hm ² C	W/ m ² C	Blu/ ft ² F	hm ² C/ Kcal	m ² C/ W	ft ² F/ Blu			W- Kg/m ²	60	80	100	120	150	200	250	300	60	80	100	120	150	200	250
5/8"	17	0.79	0.92	0.16	1.27	1.09	6.25	8.45	-	3.62	3.16	2.79	2.53	2.18	1.95	1.68	1.55	3.23	2.73	2.39	2.20	1.99	1.68	1.48	1.36
1"	25	0.57	0.67	0.11	1.74	1.50	8.49	8.75	-	3.84	3.37	2.97	2.69	2.35	2.08	1.82	1.67	3.44	2.93	2.58	2.37	2.13	1.82	1.61	1.47
1 1/4"	30	0.51	0.59	0.10	1.96	1.69	9.56	8.94	-	4.00	3.50	3.10	2.80	2.45	2.15	1.90	1.75	3.55	3.05	2.70	2.45	2.20	1.90	1.70	1.55
1 1/2"	40	0.40	0.46	0.08	2.50	2.17	12.20	9.32	-	4.25	3.75	3.30	3.00	2.70	2.35	2.10	1.90	3.65	3.30	2.90	2.70	2.40	2.10	1.85	1.65
2"	50	0.33	0.38	0.06	3.03	2.63	14.76	9.70	-	4.50	3.90	3.50	3.20	2.85	2.45	2.20	2.05	4.05	3.50	3.10	2.85	2.55	2.20	1.95	1.75
2 1/4"	60	0.28	0.33	0.05	3.57	3.03	17.42	10.08	-	4.75	4.10	3.70	3.35	3.00	2.60	2.35	2.15	4.25	3.75	3.30	3.00	2.65	2.35	2.10	1.85
3"	80	0.22	0.25	0.04	4.55	4.00	22.17	10.84	-	5.25	4.60	4.10	3.70	3.35	2.85	2.60	2.40	4.70	4.05	3.65	3.30	2.95	2.60	2.35	2.10

Fuente: Metecno

Elaborado por: El investigador

Fórmula de transmisión de calor de pared

$$Qt = K * A * \Delta t \quad (2)$$

Donde:

Qt = tasa de calor en W

K = Coeficiente global de transmisión de calor en $\frac{W}{m^2 \text{ } ^\circ C}$

A = Superficie en m²

Δt = Diferencia térmica en la cámara en °C (diferencia de temperatura entre las temperaturas de diseño interior y exterior).

Tabla 7: Dimensión de las paredes

Pared lateral frontal	Largo 2.50 m*Alto 2.35 m	5.875 m ²
Pared lateral derecho	Largo 2.00 m*Alto 3.25 m	4.70 m ²
Pared posterior	Largo 2.50 m*Alto 2.35 m	5.875 m ²
Pared principal	Largo 2.00 m*Alto 3.25 m	4.70 m ²

Fuente: Cabina ergonómica

Elaborado por: El investigador

El coeficiente global de transmisión de calor (K) datos tabulados por el fabricante del panel escogido, que actualmente tiene el aislamiento. $K= 0.25$ W/m°C porque es el valor que tiene el poliuretano,

Reemplazando valores:

$$Qt = K * A * \Delta t$$

$$Qt = 0.25 * 21.15 \text{ m}^2 * (20^\circ\text{C} - 4^\circ\text{C})$$

$$Qt = 0.25 * 21.15 \text{ m}^2 * 16^\circ\text{C}$$

$$Qt = 0.25 * 447.32 \text{ m}^2 * 16^\circ\text{C}$$

$$Qt = 78.592 * 3.41 \text{ btu/h}$$

$$Qt = 1789.29 \text{ btu/h}$$

Carga interna a enfriar

$$PQ = m * Cp * DT \quad (3)$$

Donde:

PQ = cantidad de calor removido del producto, BTU por 24 h

m = cantidad de producto enfriado, lb/24h

Cp = Calor específico del producto, por encima del punto de congelación $\frac{BTU}{lb} ^\circ\text{C}$

DT = Cambio de la temperatura del producto por encima de la congelación, de la temperatura inicial a la final°C.

Tabla 8: Estatura y Peso promedio

Estatura	1,60	m	Peso	57-68	Kgf
	1,65			59-72	
	1,70			61-76	
	1,80			67	
Estatura promedio	1,69		Peso promedio	67	

Fuente: El comercio

Elaborado por: El investigador

$$67Kgf * 2.2lbs = 147.40 lbs$$

$$147.40 lbs * 4 personas = 586.60 lbs$$

Reemplazando valores:

$$PQ = m * Cp * DT$$

$$PQ = 589.60 \frac{lb}{24h} * 40 \frac{Btu}{lb} ^\circ C * 6^\circ C$$

$$PQ = 24.56 lb * 40 \frac{Btu}{lb} ^\circ C * 6^\circ C$$

$$PQ = 5894.4 btu$$

Si el producto se va a enfriar de modo que alcance las condiciones de almacenamiento en 24 horas se incrementa la carga diaria que son 24 horas al sistema. Se explica utilizando el cálculo de la carga diaria equivalente del producto.

Libras diarias equivalentes = libras reales en 24 horas / horas de carga de enfriamiento.

Horas de carga y enfriamiento= cantidad de horas en que desea bajar la temperatura al producto a la temperatura deseada.

Cargas por apertura de puerta.

De estas tablas se obtiene un valor n (renovación de aire por día) de 19/día, ingresando con el volumen de la cámara y mediante valores de humedad relativa (exterior) de 60%, temperatura exterior 22 °C, y 4 °C interior, se obtiene una ganancia de calor del aire de 94,4 kJ/m³.

Tabla 9: Renovación del aire diario por las aperturas para condiciones normales

Volumen (m ³)	Renovaciones por día (n/d)		Volumen (m ³)	Renovaciones por día (n/d)	
	Temp <0°C	Temp >0°C		Temp <0°C	Temp >0°C
2,5	52	70	100	6,8	9
3	47	63	150	5,4	7
4	40	53	200	4,6	6
5	35	47	250	4,1	5,3
7,5	28	38	300	3,7	4,8
10	24	32	400	3,1	4,1
15	19	26	500	2,8	3,6
20	16,5	22	600	2,5	3,2
25	14,5	19,5	800	2,1	2,8
30	13,0	17,5	1.000	1,9	2,4
40	11,5	15,0	1.500	1,5	1,95
50	10,0	13,0	2.000	1,3	1,65
60	9,0	12,0	2.500	1,1	1,45
80	7,7	10,0	3.000	1,05	1,05

Fuente: (Gonsalez, 2016)

Elaborado por: El investigador

Tabla 10: Calor del aire (kJ/m³) exterior que penetra en la cámara fría

Temp.	+30°C	
	50% Hum. Relativa	60% Hum. Relativa
-5°C	85,5	94,4
-10°C	96,6	106
-15°C	107	116
-20°C	117	127
-25°C	127	137

Fuente: (Gonzalez, 2016)

Elaborado por: El investigador

$$Q_r = V * \Delta h * n \quad (4)$$

Donde:

Q_r = potencia calorífica aportada por el aire (kJ/día)

V = volumen interior de la cámara (m³)

Δh = variación de entalpía del aire (kJ/m³)

n = número de renovaciones de aire por día

Reemplazando valores:

$$Q_r = V * \Delta h * n$$

$$Q_r = 9.85m^3 * 94.4 \frac{kJ}{m^3} * 19 \frac{1}{dia}$$

$$Q_r = 9.85m^3 * 22.56 \frac{kcal}{m^3} * 19 \frac{1}{dia}$$

$$Q_r = 9.85m^3 * 0.026 \frac{kW}{m^3} * 19 \frac{1}{dia}$$

$$Q_r = 4.86 kW$$

$$Q_r = 4.86 kW * \frac{1}{dia} = 0.26$$

$$Q_r = 0.26 * 3412.14 \text{ btu}$$

$$Q_r = 887.16 \text{ btu/h}$$

Cargas de evolución

Se utiliza la siguiente fórmula.

$$Q = m * cv \quad (5)$$

Donde:

m = masa en libras

C_v = calor de evolución, en BTU/lb. $\left(\text{cambio de temperatura} \frac{T. \text{ de camara}}{T. \text{ exterior}} \right)$

$$C_v = \frac{3^\circ C}{20^\circ C} = 0.15$$

Reemplazando valores:

$$Q = 720 * 0.15$$

$$Q = 108 \text{ btu/h}$$

Cargas misceláneas

Se considera estas cargas a las personas que van a trabajar en el cuarto frío, motores ventiladores, luces, estanterías, etc.

Personas = el calor producido por persona es de 270 W a 0°C. **(Ver anexo 1)**

$$1 \text{ Watts} = 3.41 \text{ btu/h}$$

$$\text{Persona} = 270 \text{ W} * 4 = 1080 \text{ W}$$

$$\text{Persona} = 1080 * 3.41 \text{ btu/h}$$

$$Q \text{ Persona} = 3682.8 \text{ btu/h}$$

Como el evaporador contiene dos motores ventiladores de 18W se procede a realizar el siguiente cálculo:

$$1 \text{ Watts} = 3.41 \text{ btu/h}$$

Calor liberado Motor ventilador (Q_m) tres motores ventiladores 33W.

$$Q_m = 0.2 * \Sigma P * \frac{t}{24} \quad (6)$$

Donde:

P = potencia de cada motor

t = tiempo de funcionamiento del motor en 24 horas.

0.2 = factor de conversión de la energía eléctrica en calorífica.

$$Q_m = 0.2 * 99w * \frac{18}{24}$$

$$Q_m = 74.75 * 3.41 \text{ btu/h}$$

$$\mathbf{Q_m = 253.87 \text{ btu/h}}$$

Iluminación = lámpara led (dos tubos de 18W)

$$Q_i = P * \frac{t}{24}$$

$$Q_i = P * \frac{t}{24}$$

$$Q_i = 36w * \frac{18}{24}$$

$$Q_i = 27w * 3.41 \text{ btu/h}$$

$$Q_i = 92.07 \text{ btu/h}$$

Total, cargas misceláneas

$$Q_{misc.} = \text{Personas} + \text{motor ventilador} + \text{Iluminación}$$

$$Q_{misc} = 3682.8 \frac{btu}{h} + 253.87 \frac{btu}{h} + 92.07 \frac{btu}{h}$$

$$Q_{misc} = 4028.74 \frac{btu}{h} \text{ por cargas misceláneas}$$

Se tomará en cuenta un factor de seguridad del 25 % para cuando haya mayor carga térmica.

Q total carga

$$QT = Qt + PQ + Q + Q_{misc}$$

$$QT = 1789.29 \frac{btu}{h} + 5894.4 \frac{btu}{h} + 108 \frac{btu}{h} + 4028.74 \frac{btu}{h}$$

$$QT = 11820.43 \frac{btu}{h}$$

A esta carga se le aumenta un factor de seguridad del 25%; por lo tanto:

$$\text{Capacidad requerida} = 11820.43 \frac{btu}{h} + 25\%$$

$$\text{Capacidad requerida} = 11820.43 \frac{btu}{h} + 2955.11 \frac{btu}{h}$$

$$\text{QT requerida} = 14775.54 \frac{btu}{h}$$

Valor que se utiliza para la selección de equipos de la siguiente manera:

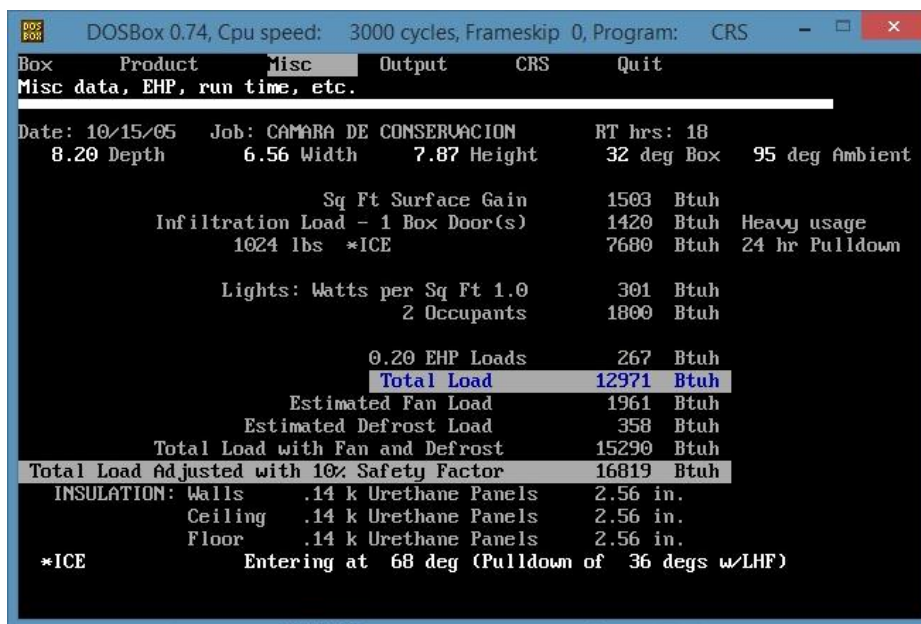
Forma directa de cálculo térmico.

Para evitar pérdida de tiempo por cálculo manual en la actualidad con la evolución de la tecnología existe programas de cálculo (software) el cual ayuda a reducir tiempos, obteniendo las capacidades equipos de una manera directa.

A continuación, se centra cálculo por programa SOFTWARE CRS DANFOSS

$$2 * 2.50 * 2.30 = 11.50$$

Con estos datos se selecciona manualmente por medio de tablas los equipos a instalarse. Pero hoy con la tecnología de punta por medio del software, con el programa de cálculo se facilitan las cosas como a continuación se lo presenta:



The screenshot shows a DOSBox window running the SOFTWARE CRS DANFOSS program. The interface is a text-based menu with options: Box, Product, Misc, Output, CRS, and Quit. The 'Misc' option is selected, displaying a detailed thermal load calculation for a chamber. The job is identified as 'CAMARA DE CONSERVACION'. The calculation includes room dimensions (8.20 Depth, 6.56 Width, 7.87 Height), ambient temperature (95 deg), and various load components such as surface gain, infiltration, lights, and EHP loads. The total load is calculated as 12971 Btuh, with an adjusted total load of 16819 Btuh including a 10% safety factor. Insulation details for walls, ceiling, and floor are also provided.

Item	Value	Unit
Date	10/15/05	
Job	CAMARA DE CONSERVACION	
RT hrs	18	
Box Depth	8.20	
Box Width	6.56	
Box Height	7.87	
Box Temp	32 deg	
Ambient Temp	95 deg	
Sq Ft Surface Gain	1503	Btuh
Infiltration Load - 1 Box Door(s)	1420	Btuh
1024 lbs *ICE	7680	Btuh
Lights: Watts per Sq Ft 1.0	301	Btuh
2 Occupants	1800	Btuh
0.20 EHP Loads	267	Btuh
Total Load	12971	Btuh
Estimated Fan Load	1961	Btuh
Estimated Defrost Load	358	Btuh
Total Load with Fan and Defrost	15290	Btuh
Total Load Adjusted with 10% Safety Factor	16819	Btuh
INSULATION: Walls	.14 k Urethane Panels	2.56 in.
Ceiling	.14 k Urethane Panels	2.56 in.
Floor	.14 k Urethane Panels	2.56 in.
*ICE	Entering at 68 deg (Pulldown of 36 degs w/LHF)	

Figura 7.- Cálculo en software de cabina ergonómica

Fuente: SOFTWARE CRS DANFOSS

Elaborado por: El investigador.

Sistema de calefacción para cabina

Tomando en cuenta que en el cálculo frigorífico en $\frac{BTU}{h}$ para obtener la potencia (W) necesarios y conseguir el ambiente cálido dentro de la cabina, se necesita saber el tipo de resistencia eléctrica que cubra las necesidades de calor para el área de la cabina.

De tal manera que transfórmanos los $\frac{BTU}{h}$ a watt, estableciendo el tipo de resistencia eléctrica correcta para mantener el ambiente cálido, se busca la resistencia en base al resultado calculado anterior mente en watt

$$P(W) = \frac{P\left(\frac{btu}{h}\right)}{3.41W}$$

Transformando:

$$P(W) = \frac{14775.54\frac{btu}{h}}{3.41\frac{btu}{h}}$$

$$P(W) = 4337.76W$$

Con la potencia se procede a seleccionar la resistencia de niquelinas eléctricas a través de tablas o catálogos; como el valor de la potencia es superior a 4200, por lo tanto se selecciona la resistencia eléctrica de 5400 tal como muestra la tabla 11.

Tabla 11: Selección de resistencia eléctrica

Modelo	Motoventiladores				Resistencias			
	Cantidad (254 mm)	Potencia (W)	Corriente A 220V-1F	Alcance del Aire (m)	Cantidad Serpentina	Cantidad Bandeja	Potencia (W)	Corriente A 220V-1F
EV 411 / 611	1	65	0,45	11	2	1	1.050	4,8
EV 421 / 621	2	130	0,9	11	2	1	2.100	9,6
EV 422 / 622	2	130	0,9	11	2	1	2.100	9,6
EV 431 / 631	3	195	1,4	11	2	1	3.300	15,0
EV 432 / 632	3	195	1,4	11	2	1	3.300	15,0
EV 441 / 641	4	260	1,8	11	2	1	4.200	19,1
EV 442 / 642	4	260	1,8	11	2	1	4.200	19,1
EV 451 / 651	5	325	2,3	11	2	1	5.400	24,5
EV 461 / 661	6	390	2,7	11	2	1	6.300	28,6
EV 471 / 671	7	455	3,2	11	2	1	7.500	34,1
EV 481 / 681	8	520	3,6	11	2	1	7.500	34,1

Fuente: Tecumseh

Elaborado por: El investigador

Resistencia eléctrica o niquelina



Parámetro	Formato/Rango
Voltaje de alimentación	220 VAC
Potencia	5400 W

Figura 8.- Niquelina requerida

Fuente: El investigador

Elaborado por: El investigador

Selección de equipos de refrigeración.

Una vez realizado los cálculos necesarios para la cabina ergonómica se procede a realizar la selección de equipos con el resultado total $14775.54 \frac{\text{BTU}}{\text{h}}$ de carga térmica, para se rige al rendimiento térmico de cada equipo, según la marca y procedencia a seleccionar.

Para este caso se toma como referencia la marca **TECUMSEH**

Tabla 12: Selección de unidad condensadora

Unidades Condensadoras M/HBP I Unidades Condensadoras M/HBP

Fluido Refrigerante Fluido Refrig.	Referência Comercial Ref. Com. (HP)	Modelo Modelo	Temperatura Ambiente Temperatura Ambiente	Capacidade Frigorífica - Temperatura de Evaporação Capacidad Frigorífica - Temperatura de Evaporación								
				-20 °C	-15 °C	-10 °C	-5 °C	0 °C	5 °C	10 °C	15 °C	
				(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	
R-22	1 1/3	CAJ9513T	32 °C	(1)	1.078	1.376	1.692	2.027	2.379	2.750	3.139	-
				(2)	0,9	1,0	1,2	1,3	1,5	1,7	1,9	-
			43 °C	(1)	928	1.194	1.479	1.782	2.103	-	-	-
				(2)	0,9	1,1	1,2	1,4	1,6	-	-	-
	1 1/2	CAJ4517E	32 °C	(1)	1.362	1.703	2.090	2.520	2.995	3.515	4.078	4.686
				(2)	1,2	1,3	1,4	1,6	1,7	1,9	2,0	2,2
			43 °C	(1)	-	1.478	1.825	2.215	2.647	3.121	3.638	-
				(2)	-	1,3	1,5	1,7	1,8	2,0	2,2	-
	2	FH/TFH4524F	32 °C	(1)	1.774	2.328	2.929	3.578	4.274	5.017	5.808	6.646
				(2)	1,7	1,9	2,1	2,3	2,6	2,9	3,3	3,7
			43 °C	(1)	-	2.019	2.558	3.144	3.777	-	-	-
				(2)	-	2,0	2,2	2,5	2,8	-	-	-
	2 1/2	FH/TFH4531F	32 °C	(1)	2.333	3.073	3.867	4.718	5.623	6.584	7.601	8.673
				(2)	2,0	2,2	2,5	2,8	3,1	3,5	3,8	4,2
			43 °C	(1)	-	2.667	3.379	4.146	4.969	5.847	-	-
				(2)	-	2,3	2,6	3,0	3,4	3,7	-	-
	3	TFH4540F	32 °C	(1)	3.200	4.161	5.189	6.284	7.446	8.675	9.971	11.334
				(2)	2,6	3,0	3,4	3,9	4,4	4,9	5,5	6,0
43 °C			(1)	-	-	4.534	5.523	6.581	7.705	-	-	
			(2)	-	-	3,6	4,2	4,7	5,3	-	-	

Fuente: (Tecumseh, 2018)

Elaborado por: El investigador

Se selecciona la unidad de 2 ½ Hp que tiene capacidad frigorífica de 4718 Kcal para alcanzar los $14775.54 \frac{BTU}{h}$ se multiplica por $3.97 \frac{BTU}{h}$.

Este valor 4718 es el que se aproxima a los requerimientos, como no se encuentra un valor exacto se procede a tomar el inmediato superior, se considera los 32° C de (la tabla 12) en la región sierra con contante del 12%, son valores que maneja el fabricante.

Tabla 13: Selección de evaporador

DESEMPEÑO TÉRMICO - 6 ALETAS (PULGADAS)

Modelo	Flujo de Aire (m³/h)	Descarche	Capacidad Nominal (Kcal/h) Δt = 6°C Temperatura de Evaporación (°C)						
			+10	+5	0	-5	-10	-15	-20
EV254N612	970	Natural	1.630	1.582	1.536	1.492	1.448	1.398	1.346
EV254F612	970	Resistencia	1.630	1.582	1.536	1.492	1.448	1.398	1.346
EV254N622	2.000	Natural	2.506	2.433	2.362	2.293	2.227	2.163	2.101
EV254F622	2.000	Resistencia	2.506	2.433	2.362	2.293	2.227	2.163	2.101
EV254N623	1.940	Natural	3.127	3.036	2.948	2.862	2.779	2.683	2.584
EV254F623	1.940	Resistencia	3.127	3.036	2.948	2.862	2.779	2.683	2.584
EV254N631	2.910	Natural	4.045	3.923	3.806	3.694	3.587	3.473	3.354
EV254F631	2.910	Resistencia	4.045	3.923	3.806	3.694	3.587	3.473	3.354
EV254N632	2.910	Natural	4.691	4.554	4.421	4.293	4.168	4.025	3.875
EV254F632	2.910	Resistencia	4.691	4.554	4.421	4.293	4.168	4.025	3.875
EV254N641	3.880	Natural	5.562	5.399	5.241	5.089	4.941	4.771	4.594
EV254F641	3.880	Resistencia	5.562	5.399	5.241	5.089	4.941	4.771	4.594

Fuente: (Tecumseh, 2018)

Elaborado por: El investigador

La selección del evaporador con capacidad nominal de 4293 Kcal con un $\Delta t = -5^{\circ}\text{C}$ de evaporación por descarche natural, para alcanzar los $14775.54 \frac{\text{BTU}}{\text{h}}$ se multiplica por $3.97 \frac{\text{BTU}}{\text{h}}$.

Este valor 4293 es el que se aproxima a los requerimientos, como no se encuentra un valor exacto se procede a tomar el inmediato superior.

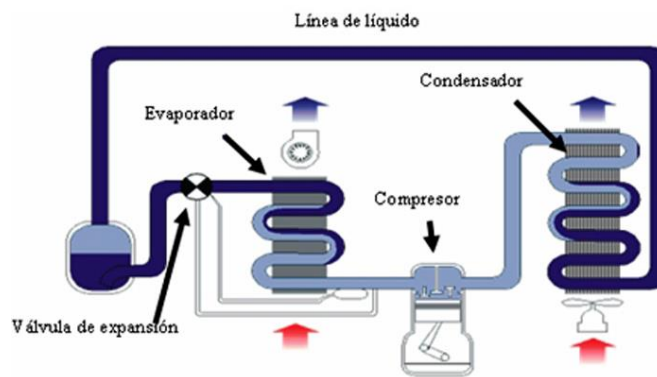


Figura 9.- Ciclo de Refrigeración

Fuente: (Yañes, 2018)

Elaborado por: El investigador

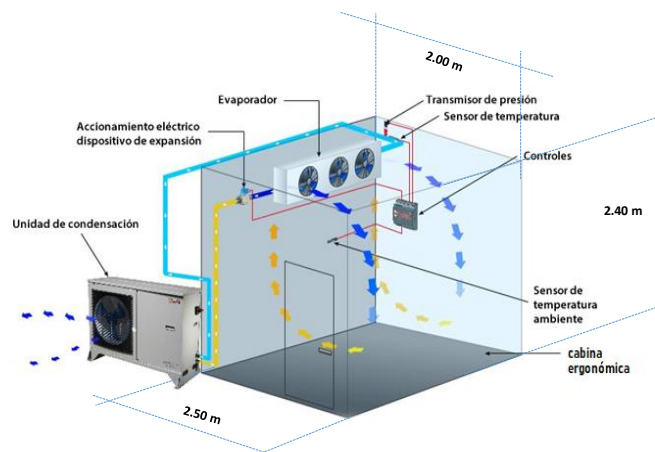


Figura 10.- Ciclo de Refrigeración en cabina ergonómica

Fuente: (Unifrio S.A, 2018)

Elaborado por: El investigador

Componentes del sistema de refrigeración

Unidad condensadora

Equipo térmico diseñado para tomar la energía calorífica de un área específica y evacuarla a otra. Para su funcionamiento, según el segundo principio de la termodinámica, es necesario aplicar un trabajo externo, por tal la cabina ergonómica consume energía según su aplicación.

Su función es un intercambiador de calor para enfriar y condensar el vapor refrigerante entrante en líquido y la de un ventilador para soplar aire del exterior a través de la sección del intercambiador de calor para enfriar el refrigerante en el interior. Es un conjunto de compresor, condensador, motor de ventilador, controles y una placa de montaje

Características: Modelo: FH/TFH4531F, R-22, 220V, 60Hz



Figura 11.- Unidad condensadora

Fuente: (Tecumseh, 2018)

Elaborado por: El investigador

Compresor

EL **compresor** es una máquina de fluido que está construida para aumentar la presión y desplazar cierto tipo de fluidos llamados compresibles, tales como gases y vapores. Esto se realiza a través de un intercambio de energía entre la máquina y el fluido, en el cual el trabajo ejercido por el compresor es transferido

a la sustancia que pasa por él convirtiéndose en energía de flujo, aumentando su presión y energía cinética impulsándola a fluir.

Características: Modelo: FH/TFH4531F, R-22, 220V, 60Hz



Figura 12.- Compresor
Fuente: (Tecumseh, 2018)
Elaborado por: El investigador

Válvula solenoide

Conocida como electroválvula o válvula electromecánica que controla el paso de un fluido en las tuberías, según su aplicación múltiple que tiene, conformada por dos partes principales: la bobina y la válvula solenoide, su funcionamiento es abierto o cerrado, el solenoide convierte energía eléctrica mediante magnetismo en energía mecánica para su accionamiento.

Características: 3/8" roscable, bobina 220V.



Figura 13.- Válvula Solenoide
Fuente: (Danfoss, 2017)
Elaborado por El investigador

Filtro secador

El filtro secador realiza su función de retener pequeñas impurezas que puede existir después del barrido con nitrógeno en un sistema de refrigeración, así como humedad que haya quedado después de realizar el alto vacío al sistema de esta manera garantizar fiabilidad y prolongar vida útil al sistema de refrigeración.

Características: Filtro secador 3/8" roscable, TD-032



Figura 14.- Filtro secador

Fuente: (Danfoss, 2017)

Elaborado por: El investigador

Visor de líquido

Los visores de líquido se utilizan para indicar, la circulación y el estado del refrigerante en el sistema, si es completamente líquido o gaseoso, también demuestra la cantidad de humedad que existe en el sistema.

Características: 3/8" roscable,



Figura 15.- Visor de líquido

Fuente: (Danfoss, 2017)

Elaborado por: El investigador.

Válvulas de expansión

Este dispositivo permite mejorar la eficiencia de los sistemas de refrigeración y de aire acondicionado, ya que regula el flujo másico del refrigerante en función de la carga térmica. El refrigerante que ingresa al evaporador de expansión directa lo hace en estado de mezcla líquido/vapor, ya que al salir de la válvula se produce una brusca caída de presión producida por la "expansión directa" del líquido refrigerante, lo que provoca un parcial cambio de estado del fluido a la entrada del evaporador. A este fenómeno producido en válvulas se le conoce como flash-gas.

Características: válvula de 2.30 t, marca DANFOSS para R-22, orificio #3,



Figura 16.- Válvulas de expansión

Fuente: (Paz, 2018)

Elaborado por: El investigador

Evaporadores.

Se conoce por evaporador al intercambiador de calor donde se produce la transferencia de energía térmica desde un medio a ser enfriado hacia el fluido refrigerante que circula en el interior del dispositivo. Su nombre proviene del cambio de estado sufrido por el refrigerante al recibir esta energía, luego de una brusca expansión que reduce su temperatura. Durante el proceso de evaporación, el fluido pasa del estado líquido al gaseoso. Su diseño, tamaño y capacidad depende de la aplicación y carga térmica de cada uso.

Características: Modelo: EV254N632, descarche natural, 220V, 17024.61 btu/h a -5 °C de evaporación



Figura 17.- Evaporadores

Fuente: (Tecumseh, 2018)

Elaborado por: El investigador.

Presostato de alta y baja presión

Son elementos destinados a regular y controlar las de sistemas de frigoríficos abre o cierra un circuito eléctrico depende de la calibración de trabajo necesaria, abren o cierran los contactos, estos presostatos son regulables manualmente según la aplicación del sistema, dentro del mercado se encuentra presostatos electrónicos, cuando la solenoide cierra el sistema actúa el presostato de baja presión desconectando así la unidad condensadora, cuando existe sobrepresión por la línea de alta presión también se abren los contactos de esta manera se protege por alta y baja presión al sistema.

Características: Presostato de alta y baja KP15, Reset automático



Figura 18.- Presostato de Alta y Baja de presión

Fuente: (Danfoss, 2017)

Elaborado por: El investigador

Control de temperatura

Para la cabina se utilizará el control full gauge MT530 que es un controlador e indicador de temperatura y humedad con programación variada para media y alta temperatura en diferentes parámetros de configuración de acuerdo a la necesidad, en este caso solo para refrigeración.

El sensor de temperatura es el ideal para medir temperatura ambiente en sistemas de climatización, calefacción, ventilación mecánica, aire acondicionado, y humedad de acuerdo al modelo de control (Gauge, 2017)

Características: Control Electrónico Fullgauge, MT-530 Súper



Figura 19.- Control de temperatura

Fuente: (Gauge, 2017)

Elaborado por: El investigador

Gas refrigerante.

El R-422D es una mezcla de gases refrigerantes HFC y HC no azeotrópica (mezcla de dos o más componentes químicos), con cero agotamientos a la capa de ozono, utilizada como sustituto directo del R-22 en equipos que dispongan de sistema de expansión regulable de temperaturas de evaporación positivas y medias hasta -15°C. Con el avance de la tecnología se creó otros remplazos de gas ecológico, el R-407C O R-410 A. Los sustitutos del R-22 tienen sus características. (Copeland, 2015)

- No dañan la capa de ozono

- Ayudan al efecto invernadero
- No son tóxicos ni inflamables

Entró la normativa desde el 1 de enero de 2004 que se prohíbe la manufactura de todo tipo de equipos con HCFCs (Hidroclorofluorocarbonos). El 1 de enero de 2010 ya se prohibió por la UE, según Reglamento (CE) n° 1005/2009 sobre sustancias que agotan la capa de ozono, importar, producir, vender y/o usar R-22, aunque todavía se lo encuentra en el mercado tanto equipos como gas refrigerante, pero en pocas cantidades. (Heatcraft, 2004)

Características: Refrigerante ecológico R-422D, reemplazo directo del R-22



Figura 20.- Gas refrigerante.

Fuente: (Copeland, 2015)

Elaborado por: El investigador.

Vacío y carga de gas al sistema

Después de conectar todas las líneas se realiza pruebas de fugas con nitrógeno, luego se conecta la bomba de vacío al sistema por los lados de alta y baja hasta alcanzar 21 plg. Hg en la sierra y 28plg. De Hg en la costa, cargar el refrigerante en estado líquido por el lado de alta presión y completar por el lado de baja si es necesario una vez ya encendido el sistema se observa que el manómetro de baja quede con 50 psi y el lado de alta en 220 psi, completar carga de gas de ser necesario para su correcto funcionamiento.



Figura 21.- Alto vacío
Fuente: El investigador.
Elaborado por: El investigador

Instalación y puesta en marcha

Gabinete: Una vez que ya se encuentra armada la infraestructura de la cabina se procede a instalación de los equipos.

Instalación del sistema mecánico:

Para el montaje de los equipos la conexión entre evaporador y unidad condensadora, tubería y accesorios de cobre tipo L, válvula de expansión, solenoide, filtros secadores, indicador de líquido y humedad, soldar tubería con suelda de plata al 15%, gas refrigerante, rubatex para aislar la tuberías, presostatos de alta y baja presión, una vez conectado todos los implementos electromecánicos, se realiza un alto vacío al sistema por medio de una bomba, para luego cargar de gas refrigerante y calibración de termostato y presostato en rangos de trabajo necesarios.

Selección del diámetro de tuberías para el fluido del gas refrigerante de las líneas de alta y baja presión de acuerdo a tablas.

Tabla 14: Diámetro de la línea de succión (pulg)

Capacidad del Sistema Kcal/Hr	DIÁMETRO DE LA LÍNEA DE SUCCIÓN (PULG)											
	TEMPERATURA DE SUCCIÓN											
	4,4° C						-6,7° C					
	Longitud Equivalente (m)						Longitud Equivalente (m)					
	7,6 2	15,2 4	22,8 6	30, 5	45,7 2	60,9 6	7,6 2	15,2 4	22,8 6	30,4 8	45,7 2	60,9 6
252	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8
756	3/8	3/8	3/8	1/2	1/2	1/2	3/8	1/2	1/2	1/2	5/8	5/8
1008	3/8	3/8	1/2	1/2	1/2	1/2	3/8	1/2	1/2	1/2	5/8	5/8
1512	1/2	1/2	1/2	5/8	5/8	5/8	1/2	1/2	5/8	5/8	5/8	5/8
2268	1/2	5/8	5/8	5/8	7/8	7/8	1/2	5/8	5/8	5/8	7/8	7/8
3024	5/8	5/8	5/8	7/8	7/8	7/8	5/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8
3780	5/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8
4536	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	1,1/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	1,1/9
6048	5/8	7/8	7/8	7/8	1,1/8	1,1/8	7/8	7/8	7/8	7/8	1,1/8	1,1/9

Fuente: (Heatcraft, 2004)

Elaborado por: El investigador

Tabla 15: Diámetro de la línea de succión

Diámetro de la línea de liquido						Capacidad del Sistema Kcal/Hr
Longitud equivalentes del Recibidor a la Válvula de Expansión						
7,62	15,24	22,86	30,48	45,72	60,96	
3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	252
3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	756
3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	1008
3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	1512
3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	2268
3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3024
3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	1/2	3780
3/8	3/8	3/8	3/8	1/2	1/2	4536
3/8	3/8	1/2	1/2	1/2	1/2	6048

Fuente: (Heatcraft, 2004)

Elaborado por: El investigador

Instalación del sistema eléctrico:

Para las conexiones eléctricas generales como el control digital, caja eléctrica de fuerza y mando con breakers, contactores, protectores de voltaje, luces piloto,

selectores de mando y otros, que se encuentran ya dimensionados para estas capacidades.

Instalación eléctrica de las resistencias para sistema de calefacción.

Este sistema está diseñado entre 2 y 40 grados centígrados en calefacción por aire forzado con resistencias o niquelinas eléctricas en base al resultado del cálculo obtenido, su encendido está dado por medio de un selector dando facilidad de manipulación por parte del personal operativo.

Programación de control electrónico:(termostato) deben tomarse en cuenta los parámetros de temperatura de diseño de la cabina entre dos y cinco grados con un diferencial de tres grados centígrados, esto quiere decir se apaga en dos y prende en cinco, pero esto puede cambiar la programación de acuerdo a la necesidad de temperatura alta o baja.

Calibración de presostatos de alta y baja presión: verificar los controles de alta y baja presión si ya llega a la temperatura deseada, se cierra la solenoide y por medio de presión desconecta el sistema eléctrico para apagar la unidad condensadora en 15 psi y vuelve a prender cuando conecte la solenoide y llega a 45 psi que son presiones recomendadas para baja presión en este refrigerante, y para alta presión esta funcionando el sistema en 220 psi y en caso de alterarse la presión de alta está regulado en 300 psi para su desconexión inmediata de esta manera está protegida por alta y baja presión.

Puesta a punto del sistema.

Se verifica el funcionamiento del sistema electromecánico instalado, comprobando su normal desenvolvimiento dentro de los parámetros requerido como: voltaje 220 V. aislamiento correcto, cargas de gas, consumo de corriente, expresado en el siguiente reporte técnico



REFRIGERACIÓN DOMÉSTICA - COMERCIAL E INDUSTRIAL
Dirección: Cda. Ibarra Calle 10 y H Lote 1224
Teléfonos: 304 1835 / 09 821 5100 * E-mail: robertoquis@yahoo.es
redci_refrigeración@yahoo.es

REPORTE TÉCNICO

2144

FECHA: 1/2/2019 TELÉFONO: 998215100
CLIENTE: Cabina Ergonómica MODELO: FH/TFH4531F SERIE 17LAD502M
EQUIPO: Refrigeración

TRABAJO REALIZADO: Instalación electromecánica, filtro, visor, válvula solenoide, válvula de expansión
Conexión entre unidad y evaporador, pruebas de fugas, vacío al sistema, carga de gas.
Puesta a punto

MANTENIMIENTO PREVENTIVO
INSTALACION
MANTENIMIENTO CORRECTIVO



	EQUIPO 1	EQUIPO 2	EQUIPO 3	EQUIPO 4	EQUIPO 5	EQUIPO 6	EQUIPO 7
MARCA	TECUMSEH						
HP	2 1/2						
TEMPERATURA	2°C						
PRESIÓN DE ALTA	230 PSI						
PRESIÓN DE BAJA	48 PSI						
AMPERAJE	7 Amp						
VOLTAJE	220 V						

REPUESTOS Y MATERIALES UTILIZADOS

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
	Instalación electromecánica

OBSERVACIONES:
Se recomienda realizar mantenimiento periódicamente (3 meses)

Figura 22.- Reporte Técnico
Fuente: El investigador
Elaborado por: El investigador

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Para generar las pruebas de funcionamiento de la cabina ergonómica multipropósito se procede a realizar varias tomas de datos en función de los factores de riesgo físico tales como la temperatura (calor y frío) y las posibles repercusiones en la salud y bienestar de los trabajadores en función de la probabilidad, consecuencia y exposición que diariamente los trabajadores se ven expuestos en los diferentes puestos de trabajo.

Para la verificación de lo expuesto se realiza la evaluación de las actividades de personal de bodega, con el aporte de la Dra. Blanca Lema quien evidenció las repercusiones en los trabajadores.

Tabla 16: Pruebas de funcionamiento en frío

PERSONA	°C EQUIPO	°C CORPORAL		PRESIÓN	CARDIACA	SATURACIÓN	HORA	TIEMPO (min)
		AXILAR	FRONTAL	ARTERIA				
DARIO	20	36,2	36	118/80	64	96	9:55	
JORGE	20	36	36,6	110/70	61	90		
DARIO	15	36,5	36	110/86	60	94	10:00	5
JORGE	15	36	35,9	110/80	66	91		
DARIO	10	36,6	36	100/80	58	93	10:12	12
JORGE	10	36	35,9	110/88	66	90		
DARIO	5	36,5	35,9	110/89	59	93	10:30	18
JORGE	5	36,5	36	110/80	60	92		
DARIO	2	36	35,9	118/86	57	92	11:00	30
JORGE	2	35,2	36	106/75	60	90		

Fuente El investigador

Elaborado por: El investigador

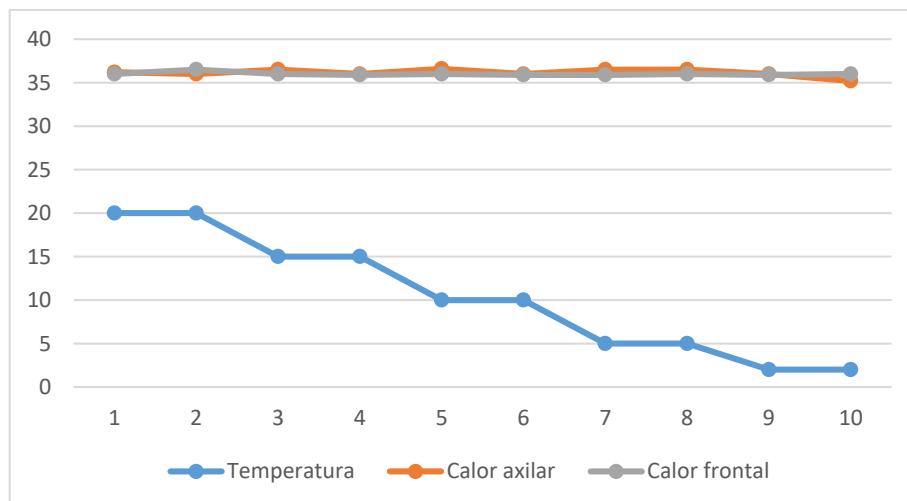


Figura 23.- Pruebas de funcionamiento en frío

Fuente El investigador

Elaborado por El investigador.

Tabla 17: Pruebas de funcionamiento en calor

PERSONA	°C EQUIPO	°C CORPORAL		PRESIÓN		CARDIACA	SATURACIÓN	HORA	TIEMPO (min)
		AXILAR	FRONTAL	ARTERIAL					
DARIO	20,6	36,5	36,5	112/78		61	93	11:30	
JORGE	20,6	36	36,3	110/80		61	91		
DARIO	25	35,8	36,1	110/78		66	94	11:35	5
JORGE	25	36	36,7	100/80		63	90		
DARIO	30	35,9	36,6	109/70		64	94	11:55	20
JORGE	30	36,3	36,9	100/78		60	90		
DARIO	35	35,9	36,3	105/70		70	93	12:02	7
JORGE	35	35,7	37,2	102/80		63	90		
DARIO	40	36,4	36,7	115/68		64	94	12:23	21
JORGE	40	35,9	36,6	114/78		66	90		

Fuente: El investigador

Elaborado por: El investigador

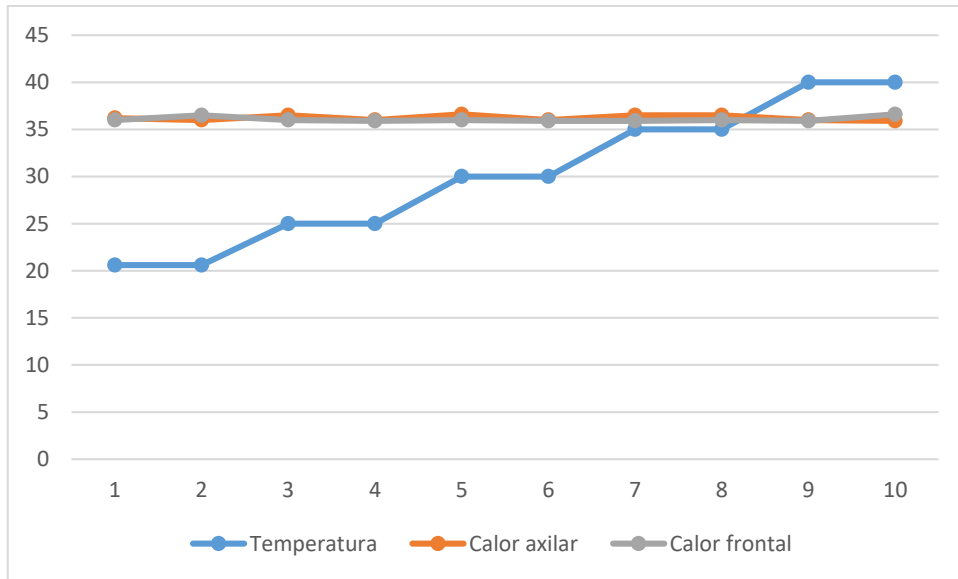


Figura 24.- Pruebas de funcionamiento en calor
Fuente: El investigador
Elaborado por El investigador

En función de las pruebas de funcionamiento se observa que los trabajadores presentan variaciones de temperatura corporal, presión arterial, frecuencia cardiaca, saturación entre el un trabajador y el otro; esto se debe a la diferencia de constitución física, tipo de ropa de trabajo, tiempo de exposición a esa temperatura y a la tarea que ejecuta cada uno de ellos; evidenciándose que si existe incidencia en la salud y bienestar de los trabajadores por lo tanto es importante hacer la evaluación de los factores de riesgo físico en los puestos de trabajo para evitar posibles enfermedades profesionales.

Tabla 18: Procedimiento general para encendido y apagado del cuarto frío

1	Encendido por primera vez abrir caja de fuerza y subir todos los breakers a posición ON
2	Verificar la función que va a trabajar si es en frío o calor.
Cerrar la caja y continuar con lo siguiente:	
3	Activar el selector ON-OFF posición ON (encendido)
4	Verificar el control de temperatura, este prendido el display
5	Se prende luz piloto verde compresor (está refrigerando)
6	Cada 4 horas se activa luz piloto roja por 20 minutos DEFROST (esto depende de la programación) Se apagará compresor y evaporador y se activa resistencias eléctricas si las tiene.
7	Si se activa luz piloto naranja del relé térmico de sobrecarga abierto. Abrir la caja encuentra el relé térmico (MT32) dos botones, rojo y verde resetear solo una vez si no vuelve a prender compresor hay daño llame a servicio técnico
8	Finalizado estos pasos funcionará normalmente prende y apaga por temperatura de trabajo (en frío y calor)
9	Si va a pagar la cámara por tiempo indefinido, apagar los breakers menos el de luz de cabina.
10	Si cree tener problemas con los equipos comuníquese a servicio técnico: 0998215100

Fuente: El investigador

Elaborado por: El investigador

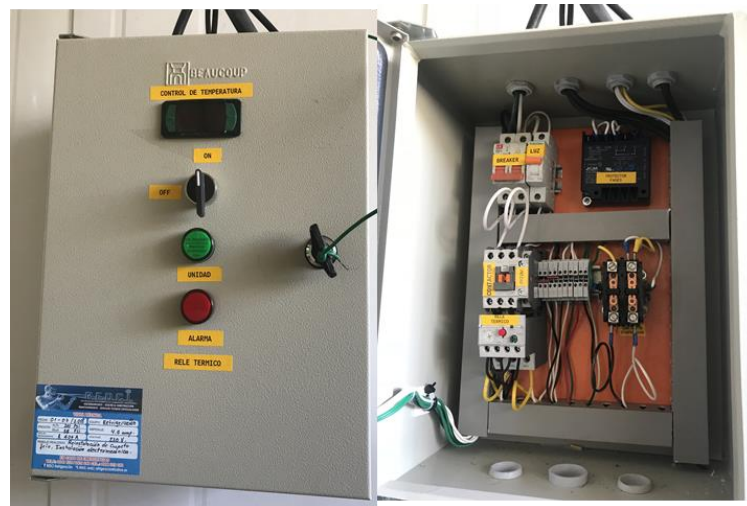


Figura 25.- Procedimiento general para encendido y apagado

Fuente: El investigador

Elaborado por: El investigador

Tabla 19: Mantenimiento de la cabina ergonómica

Bajo condiciones normales, el mantenimiento debe cubrir lo siguiente:
1. Revisar y ajustar todas las conexiones eléctricas.
2. Revisar todo el cableado y aislamiento
3. Revisar el correcto funcionamiento de los contactores y el desgaste de los puntos de contacto.
4. Revisar todos los motores de los ventiladores. Ajustar pernos de montaje del motor /tuerca y ajustar los tornillos de posicionamiento del ventilador.
5. Limpiar la superficie del serpentín del condensador.
6. Revisar el nivel de aceite y refrigerante en el sistema.
7. Revisar el funcionamiento del sistema de control, asegúrese de que los controles de deshielo estén funcionando adecuadamente.
8. Revisar que todos los controles de deshielo estén funcionando adecuadamente.
9. Limpiar la superficie del serpentín del evaporador.
10. Limpiar la charola de drenado y revisar que se tenga el correcto drenado en la charola y la línea.
11. Chequear la resistencia de la tubería drenaje para una operación adecuada, cortarla del tamaño requerido y fijarla adecuadamente.
12. Revisar y ajustar las conexiones eléctricas y mecánicas.
Todas las unidades y equipos deben revisarse una vez al mes o más, esto depende del lugar y aplicación para la cual sea aplicada.

Fuente: El investigador

Elaborado por: El investigador

CONCLUSIONES

- Los parámetros de trabajo para el sistema de climatización es de 2 a 40 ° C para frío y calor respectivamente.
- Se seleccionó los equipos de climatización en función de los parámetros establecidos y mostrados en el desarrollo de la propuesta.
- En las pruebas de funcionamiento se evidenció que todos los equipos de climatización se encuentran operando en función de los cálculos realizados.

RECOMENDACIONES

- No variar en el rango de temperatura en el sistema de climatización para frío o calor.
- A estos equipos de climatización deben realizarse un mantenimiento preventivo para su buen funcionamiento y prolongación de su vida útil.
- Realizar evaluaciones de los puestos de trabajo con el aporte de un profesional de Seguridad y salud en el trabajo, con el fin de evidenciar la incidencia de los factores de riesgos físicos en la salud de los trabajadores.

BIBLIOGRAFÍA

- Ardila, Duvier Fernando Flores. 2013.** Duvier Fernando Flores Ardila. 12 de marzo de 2013.
- Climalider. 2016.** Compresores. junio de 2016.
- Cocemfe. 2016.** *El Ambiente Térmico en el Puesto de Trabajo.* 2016.
- Copeland. 2015.** Manual de Refrigeración. 13 de diciembre de 2015.
- Danfoss. 2017.** *Control automático para instalacion de refrigeración y aire acondicionado.* Copenhague : s.n., 2017.
- Gauge, Full. 2017.** Control MT-530. *Full Gauge.* Canoas/RS : s.n., 2017.
- Gitram.com. 2018.** Cabina ergonomica y de Procesos. 13 de 12 de 2018.
- Heatcraft. 2004.** *Instalación del Sistema de Refrigeración.* Sao José dos Campos : Heatcraft do Brasil, 2004.
- Paz, Virgilio González Poso y Miguel Chacón. 2018.** *Refrigeración y aire acondicionado.* Naucalpan de Juárez : s.n., 2018.
- Pedro Alberto Cuevas Alvarez. 2012.** Refrigeracion y Aire Acondicionado. 27 de Diciembre de 2012.
- Sie. 2018.** Valvula solenoide Danfoss EV260B en bronce NC Proporcional. 12 de febrero de 2018.
- Soto, Antonio D. Águila. 2018.** *Procedimiento de Evaluación de Riesgos Ergonómicos y Psicosociales.* España : Universidad de Almería, 2018.
- Tecumseh. 2018.** Unidades Condensadoras. 13 de diciembre de 2018.
- Unifrio S.A. 2018.** Cuarto Frío. 11 de diciembre de 2018.
- Wika. 2018.** Transmisor de presión. 13 de diciembre de 2018.
- Yañes, Gildardo. 2018.** Ciclo de refrigeracion por compresion. 2018.

ANEXOS

Anexo 1. Temperatura liberada por persona

Temperatura de la cámara (°C)	Potencia liberada por persona (W)
0	270
-5	300
-10	330
-15	360
-20	390
-25	420

Fuente: El investigador

Elaborado por: El investigador

Anexo 2. Construcción de la cabina ergonómica



Fuente: El investigador
Elaborado por: El investigador

Anexo 3. Cabina ergonómica terminada



Fuente: El investigador

Elaborado por: El investigador

Anexo 4. Costos de la Elaboración de la Cabina Ergonómica

PROYECTO			
EQUIPAMIENTO DE CLIMATIZACIÓN DE CABINA ERGONÓMICA MULTIPROPOSITO			
CANT	DETALLE	V/UNITARIO	TOTAL
	MEDIDAS DE LA CÁMARA 2,00 LARGO x 2,50 ANCHO x 2,30 METROS DE ALTO		
	EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN.		
1	Unidad condensadora de 1, 5HP TECUMSEH . 208-230V para alta temperatura para trabajar con GAS ECOLOGICO R 407 A no perjudicial al medio ambiente.	1.475,00	1.475,00
1	Evaporadores ECC 6A 252/13 de baja silueta silueta a -6°C de evaporación con descongelamiento eléctrico.		
	ACCESORIOS Y MONTAJE PARA EQUIPOS..-		
1	Para el montaje de los equipos se requieren: tubería y accesorios de cobre tipo L, válvula de expansión, solenoide, filtros secadores, indicador de líquido y humedad, suelda de plata, refrigerante, rubatex para aislar la tuberías, control digital, caja eléctrica de mando con breakers, contactores, protectores de voltaje, luces piloto, selectores de mando y otros.	800	800
1	Montaje de los equipos: conexión entre unidad y evaporador, instalación de filtros indicador de líquido, válvulas, prueba de fugas, vacío del sistema, conexiones eléctricas generales, instalación de desagües. calibración de temperaturas y puesto a punto.		
		SUMAN	2.275,00
		12% IVA	273
	VALOR OFERTA		2.548,00

Fuente: El investigador

Elaborado por: El investigador

Anexo 5. Listado de proveedores.

- 1.- Megafrio.
- 2.- Anglo Ecuatoriana.
- 3.- Redci Refrigeración. 0998215100.