

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍA



“DISEÑO DE UNA CÁMARA FRIGORÍFICA CON CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE 9 TONELADAS PARA MANTENER LA TEMPERATURA DE CONSERVACIÓN DEL AGUAYMANTO. PARQUE NACIONAL DEL MANU - CHALLABAMBA – CUZCO”

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA
OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO EN ENERGÍA**

**AUTOR:
ALESSANDRO ENRIQUE SEMINARIO FARIAS**

**ASESOR:
Mg. JUAN CARLOS HUAMAN ALFARO**

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Juan Carlos Huamán Alfaro".

Docente Asesor
Ing. Juan Carlos Huamán Alfaro

Callao, 2022

PERÚ

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Alessandro Enrique Seminario Farias".

Sr. Alessandro Enrique Seminario Farias
DNI N° 48337715

Document Information

Analyzed document	TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL- Seminario Farias.docx (D176800301)
Submitted	2023-10-25 00:22:00
Submitted by	
Submitter email	investigacion.fime@unac.pe
Similarity	3%
Analysis address	investigacion.fime.unac@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	VILCA WILDER.pdf Document VILCA WILDER.pdf (D42689062)	 7
SA	7345--Huamán Rado, Pedro Francisco.pdf Document 7345--Huamán Rado, Pedro Francisco.pdf (D36212821)	 6
SA	CORRECCION MARCO2.docx Document CORRECCION MARCO2.docx (D13379179)	 5
SA	Cachiguango_Diseño de cuarto frío.pdf Document Cachiguango_Diseño de cuarto frío.pdf (D128022701)	 1
W	URL: https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/22946/PFC_david_torres_cicuendez_2014.pdf Fetched: 2020-07-24 15:26:11	 1
W	URL: https://fibraclim.com/blog/normativa-sobre-las-camaras-frigorificas/ Fetched: 2022-05-05 14:37:41	 2
SA	PROYECTO DE REFRIREFREGACION FINAL.docx Document PROYECTO DE REFRIREFREGACION FINAL.docx (D55087324)	 1

Entire Document

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍA
Fase I Parámetros y condiciones de diseño 1-. Solicitud de cotización y recepción de datos 2-. Recopilación de datos de diseño de cámara frigorífica. 3-. Verificación de parámetros de diseño. 4-. Cálculo de capacidad de almacenamiento.

**ACTA N° 127 DE EXPOSICIÓN DEL INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA
PROFESIONAL PARA LA OBTENCIÓN DE TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO O INGENIERO EN
ENERGÍA**

**LIBRO 001 FOLIO No. 175 ACTA N° 127 DE EXPOSICIÓN DEL INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA
PROFESIONAL PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN ENERGÍA**

A los 27 días del mes de noviembre, del año 2022, siendo las 14:40 horas, se reunieron, en la sala meet.google.com/yoo-uhwz-hwh, el **JURADO DE EXPOSICIÓN DEL INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL** para la obtención del título profesional de INGENIERO EN ENERGÍA de la **Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía**, conformado por los siguientes docentes ordinarios de la **Universidad Nacional del Callao**:

Dr.	JUAN MANUEL PALOMINO CORREA	: Presidente
Dr.	NELSON ALBERTO DÍAZ LEIVA	: Secretario
Mg.	JOSÉ LUIS YUPANQUI PÉREZ	: Miembro

Se dio inicio al acto de exposición del informe de trabajo de suficiencia profesional del **Bachiller SEMINARIO FARIAS, ALESSANDRO ENRIQUE**, quien, habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de Ingeniero en Energía, sustenta el informe titulado **“DISEÑO DE UNA CÁMARA FRIGORÍFICA CON CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE 9 TONELADAS PARA MANTENER LA TEMPERATURA DE CONSERVACIÓN DEL AGUAYMANTO. PARQUE NACIONAL DEL MANU - CHALLABAMBA – CUZCOS”**, cumpliendo con la sustentación en acto público, de manera no presencial a través de la Plataforma Virtual, en cumplimiento de la declaración de emergencia adoptada por el Poder Ejecutivo para afrontar la pandemia del Covid-19, a través del D.S. N° 044-2020-PCM y lo dispuesto en el DU N° 026-2020 y en concordancia con la Resolución del Consejo Directivo N° 039-2020-SUNEDU-CD y la Resolución Viceministerial N° 085-2020-MINEDU, que aprueba las "Orientaciones para la continuidad del servicio educativo superior universitario";

Con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la exposición de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos vigente. Luego de la exposición, y la absolución de las preguntas formuladas por el Jurado y efectuadas las deliberaciones pertinentes, acordó: Dar por **APROBADO** con la escala de calificación cualitativa **MUY BUENO** y calificación cuantitativa **16 (Dieciséis)**, la presente exposición, conforme a lo dispuesto en el Art. 27 del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAC, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 099-2021- CU del 30 de junio del 2021. Se dio por cerrada la Sesión a las 15:18 horas del día 27 del mes y año en curso.



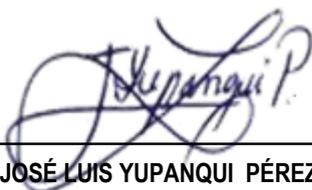
Dr. **JUAN MANUEL PALOMINO CORREA**

Presidente



Dr. **NELSON ALBERTO DIAZ LEIVA**

Secretario



Mg. **JOSÉ LUIS YUPANQUI PÉREZ**

Miembro



Mg. **JUAN CARLOS HUAMAN ALFARO**

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y DE ENERGIA
JURADO DE EXPOSICIÓN

INFORME N° 011-2023-JEXP-TSP

Visto, el informe final del **TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL** titulado “**DISEÑO DE UNA CÁMARA FRIGORÍFICA CON CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE 9 TONELADAS PARA MANTENER LA TEMPERATURA DE CONSERVACIÓN DEL AGUAYMANTO. PARQUE NACIONAL DEL MANU -CHALLABAMBA - CUZCOS**” presentado por el Bachiller en Ingeniería en Energía, **SEMINARIO FARIAS, ALESSANDRO ENRIQUE**.

A QUIEN CORRESPONDA:

El Presidente del Jurado de Exposición del **II CICLO TALLER DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL 2022** manifiesta que la exposición del **TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL** se realizó de manera virtual el día domingo 27 de noviembre del 2022 a 14:40 horas encontrándose observaciones, las mismas que han sido revisadas cuidadosamente por cada uno de los miembros del Jurado y el interesado ha levantado correctamente.

Se emite el presente informe para los fines pertinentes.

Bellavista 02 de febrero del 2022



Dr. Juan Manuel Palomino Correa
PRESIDENTE DE JURADO

DEDICATÓRIA

Este trabajo está dedicado a mis padres Luis Seminario Quintana y Rosa Farias Quezada, por sus consejos y dedicación, por el apoyo incondicional que me brindaron para lograr mis objetivos como persona y profesional, por el sacrificio que hicieron para darme las herramientas y oportunidades para crecer como una persona de bien y buenos valores dentro de nuestra sociedad.

AGRADECIMIENTO

Agradezco al señor Nuestro Dios por la vida, a mis padres por guiar mis pasos, a mis hermanas Joanna y Evelyn por su apoyo constante, a Jennifer Pineda por su apoyo incondicional y por su compañía en cada paso de este informe, y mi familia.

ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	7
I. ASPECTOS GENERALES.....	8
1.1. Objetivos.....	8
1.1.1. Objetivo general	8
1.1.2. Objetivos específicos.....	8
1.2. Organización de la empresa o institución.....	8
1.2.1. Presentación de la empresa	8
1.2.2. Principales productos y/o servicios.....	9
1.2.3. Plan estratégico.....	10
1.2.4. Estructura orgánica	10
1.2.5. Mapeo de procesos	12
1.2.6. Cargo, funciones y responsabilidades.....	13
II. FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA LABORAL	15
2.1. Marco teórico.....	15
2.1.1.1 Antecedentes	15
2.1.2. Bases teóricas.....	17
2.1.3. Definición de Términos básicos	42
2.1.3. Normativas	47
2.2. Descripción de las actividades desarrolladas.....	52
III. APORTES REALIZADOS	56
3.1. Desarrollo de las actividades programadas	56
3.1.1 Fase I: Parámetros y condiciones de diseño.....	56
3.1.2 Fase 2: Cálculos para obtener la carga de enfriamiento.....	61
3.1.3 Fase 3: Selección de equipos de refrigeración.....	77
3.1.4 Fase 4: Dimensionamiento de las tuberías de refrigeración	94

3.1.5 Fase 5: Desarrollo de Implementación de cámara frigorífica	97
3.2. Resultados	110
IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	114
4.1. Discusiones	114
4.2. Conclusiones	116
V. RECOMENDACIONES	118
Bibliografía	119
ANEXOS	122

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Estándares generales para el espesor del aislamiento en cuartos de aislamiento.....	25
Tabla 2.2. Equivalente de calor por personas dentro del espacio refrigerado ..	29
Tabla 2.3. Diferencial de temperatura recomendados (DT) para productos alimenticios.....	30
Tabla 3.1. Descripción de datos recopilados	57
Tabla 3.2 Parámetros seleccionados para el diseño de cámara frigorífica	59
Tabla 3.3 Selección de espesor de aislamiento térmico para cámara frigorífica	61
Tabla 3.4. Parámetros para cálculos de cargas térmicas.....	62
Tabla 3.5. Tabla para selección de resistencia térmica	63
Tabla 3.6. Cambios de aire promedio por 24horas para cuartos de almacenaje arriba de 32°F debido a abertura de puertas e infiltración.....	67
Tabla 3.7. Btu por pie cúbico de aire eliminado en enfriamiento para condiciones de almacenaje arriba de 30°F.	68
Tabla 3.8. Interpolación de Btu por pie cubico de aire eliminado	68
Tabla 3.9 Equivalente de calor por personas dentro del espacio refrigerado..	74
Tabla 3.10. Interpolación del equivalente de calor por persona	74
Tabla 3.11. Diferencial de temperatura recomendados (DT) para productos alimenticios.....	78
Tabla 3.12. Selección de Diferencial de temperatura.....	79
Tabla 3.13. Parámetros de diseño para la selección de la unidad condensadora	80
Tabla 3.14. Efectos de la altitud en los equipos enfriados por aire.	81
Tabla 3.15. Datos para obtener el aumento de capacidad de la unidad condensadora por factor de medio ambiente	82

Tabla 3.16. Interpolación para hallar factor de altitud	83
Tabla 3.17. Datos para selección de unidad condensadora ELGIN	84
Tabla 3.18. Interpolación de carga de enfriamiento de unidad condensadora Elgin modelo SLMB4200 a -6°C.....	86
Tabla 3.19. Carga de enfriamiento de unidad condensadora.....	87
Tabla 3.20. Interpolación para factor de altitud en evaporadores	88
Tabla 3.21. Parámetros para selección de evaporador.....	89
Tabla 3.22. Interpolación de carga de enfriamiento de unidad evaporadora MIPAL a -6°C.....	90
Tabla 3.23. Interpolación de carga de enfriamiento en KW.....	94
Tabla 3.24. Resultados del desarrollo de actividades de la fase 1.....	110
Tabla 3.25. Resultados del desarrollo de actividades de la fase 2.....	111
Tabla 3.26. Resultado del desarrollo de actividades de la fase 3	112
Tabla 3.27. Resultados del desarrollo de actividades de la fase 4.....	112

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Organigrama de la empresa Conex Soluciones Tecnológicas	11
Figura 2.2. Mapeo de procesos.....	12
Figura 2.3. Aguaymanto.....	18
Figura 2.4. Cultivo del Aguaymanto.	20
Figura 2.5. Cámara Frigorífica.....	22
Figura 2.6. Ciclo de Refrigeración.....	32
Figura 2.7. Evaporador.	34
Figura 2.8 Válvula solenoide EVR.....	35
Figura 2.9 Presostato dual Danfoss	36
Figura 2.10. Tanque recibidor de líquido.....	36
Figura 2.11. Acumulador de succión.....	37
Figura 2.12. Separador de Aceite.....	38
Figura 2.13. Visor de líquido.	38
Figura 2.14. Filtro secador.	39
Figura 2.15. Termostato digital.....	39
Figura 2.16. Paneles aislante poliestireno.....	40
Figura 2.17. Refrigerantes.....	41
Figura 2.18. Transferencia de calor.....	44
Figura 2.19. Local Comunal Casa Andina – Distrito de Challabamba.	52
Figura 2.20. Cronograma de actividades.....	54
Figura 3.1. Condiciones climáticas.....	58
Figura 3.2. Calor de reacción de frutas y vegetales.....	71
Figura 3.3. Ficha técnica de unidad condensadora ELGIN modelo SLMB.	85
Figura 3.4 Capacidades frigoríficas de evaporadores modelo MI.....	89
Figura 3.5 Datos eléctricos y de caudal de aire del evaporador	91

Figura 3.6. Cambios de aire recomendados.....	91
Figura 3.7. Ficha técnica de Válvula de expansión Marca Danfoss.....	93
Figura 3.8. Selección de diámetro de la tubería de succión	95
Figura 3.9. Selección de diámetro para tubería de líquido.....	96
Figura 3.10. Espesores de tuberías tipo L.....	97
Figura 3.11 Instalación de canal U	98
Figura 3.12. Nivelado de paneles termoaislantes	99
Figura 3.13. Instalación Panel termoaislante.....	99
Figura 3.14. Machimbrado de paneles Termoaislantes	100
Figura 3.15. Instalación de perfiles de Aluzinc de 4x4.....	100
Figura 3.16. Sellado de paneles con pegamento plástico especial.....	101
Figura 3.17. Instalación de marco y cortinas lamas.....	101
Figura 3.18. Instalación de hoja de puerta frigorífica.	102
Figura 3.19. Instalación de perfiles sanitarios interiores	103
Figura 3.20. Instalación de perfiles sanitarios exteriores	103
Figura 3.21. Instalación de evaporador	104
Figura 3.22. Soldadura de tubería de succión y líquido al evaporador	105
Figura 3.23. Soldadura de tubería y accesorios en unidad condensadora	105
Figura 3.24. Instalación de unidad condensadora	106
Figura 3.25. Instalación de sistema eléctrico.....	106
Figura 3.26. Instalación de luminarias interiores	107
Figura 3.27. Pruebas de fuga con inyección de nitrógeno.....	107
Figura 3.28. Medición de vacío con vacuómetro	108
Figura 3.29. Programación de temperatura de cámara frigorífica.....	108
Figura 3.30. Cámara frigorífica para la conservación de aguaymanto.....	109
Figura 3.31. Capacitación al personal usuario.....	109

INTRODUCCIÓN

El aguaymanto es un fruto que ha sido sembrado en varias temporadas en los países andinos como en Perú, Colombia y Bolivia, así mismo pueden adaptarse a condiciones agroecológicas y a condiciones climáticas en varias regiones. Sin embargo, para almacenar y conservar el aguaymanto por periodos largos se necesita un espacio refrigerado que opere en las condiciones adecuadas. Por ello, las cámaras frigoríficas son ideales para cubrir la necesidad de un ambiente propicio para el correcto almacenamiento y conservar el producto a temperaturas adecuadas en periodos prolongados. En los últimos años se ha visto un incremento en la producción de aguaymanto en el Parque nacional del manu por ello la población agrícola ha visto la necesidad de adquirir una cámara frigorífica para el almacenamiento y conservación de varias toneladas de aguaymanto así generar mayores ingresos de producción.

Por esta razón, el presente informe es titulado “Diseño de una cámara frigorífica con capacidad de almacenamiento de 9 toneladas para mantener la temperatura de conservación del aguaymanto. Parque nacional del manu - Challabamba – Cuzco” tuvo como objetivo principal diseñar una cámara frigorífica esencialmente para la conservación de aguaymanto la cual necesita una temperatura entre 2°C a 5°C para su adecuado almacenamiento y conservación, y de no estar en estas condiciones el aguaymanto sufrirá de descomposición.

El presente informe está conformado por cuatro capítulos, el primero se basa en los objetivos principales y secundarios, y la organización de la empresa Conex Soluciones tecnológicas S.A.C. En el segundo capítulo, se menciona los antecedentes nacionales e internacionales, bases teóricas, normatividad y descripción de las actividades desarrolladas. En el tercer capítulo se desarrollará los cálculos de las condiciones y parámetros necesarios para dar como resultado el diseño e implementación de la cámara frigorífica de conservación de aguaymanto y finalmente el capítulo cuatro donde se enuncian las discusiones de los resultados y las conclusiones obtenidas en el informe. Como principal propósito es aportar de forma correcta el diseño de una cámara frigorífica para conservar aguaymanto con un rango de operación de 2°C a 5°C y pueda servir de guía para futuros diseños.

I. ASPECTOS GENERALES

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general

Diseñar una cámara frigorífica con capacidad de almacenamiento de 9 toneladas para mantener la temperatura de conservación del aguaymanto en el parque Nacional del Manu en la localidad de Challabamba de la ciudad del Cuzco.

1.1.2. Objetivos específicos

- Establecer los parámetros de diseño para determinar la capacidad de almacenamiento de la cámara frigorífica para la conservación de aguaymanto.
- Determinar la carga de enfriamiento realizando cálculos de cargas térmicas según los parámetros de diseño de cámara frigorífica.
- Seleccionar los equipos de refrigeración que cumplan con cubrir la carga de enfriamiento requerida por la cámara frigorífica.
- Dimensionar las tuberías de líquido y tubería de succión para el sistema de refrigeración de la cámara frigorífica.
- Desarrollar la implementación de la cámara frigorífica diseñada para operar en las temperaturas de conservación del aguaymanto.

1.2. Organización de la empresa o institución

1.2.1. Presentación de la empresa

La empresa Conex Soluciones Tecnológicas S.A.C es una empresa peruana especialista en el desarrollo de proyectos y servicios en la industria del frío. Inicio sus actividades en el año 2016, con el propósito de brindar soluciones en los diferentes problemas en el mundo de la refrigeración comercial e industrial ya que cuenta con profesionales altamente calificados y en constante capacitación en el rubro de la refrigeración para seguir especializándose en los métodos, procedimientos y técnicas constructivas del sector, lo cual ha permitido a la empresa ser una marca reconocida en el mercado del frío a nivel nacional.

1.2.2. Principales productos y/o servicios.

Principales productos:

- Cámaras frigoríficas: Instalaciones personalizadas o estandarizadas que permiten una adecuada conservación de productos frescos y congelados para su posterior comercialización en sectores agrícolas, agroindustriales, pesqueros, químicos, etc.
- Túneles estáticos: Túneles estándares para enfriamiento y congelamiento rápido de productos de los diversos sectores. Se fabrican generalmente con paneles aislantes de poliuretano, con sistemas de protección del piso del recinto, y considerando sistemas de refrigeración diseñados especialmente para cada aplicación.
- Sistemas de control: Dispositivos que controlan y monitorean la temperatura, humedad, CO₂, de las cámaras frigoríficas y pueden ser programados y controlados de manera manual y automática desde cualquier parte del Perú.
- Aire acondicionado: Dispositivos que procesan el aire y modifican sus condiciones para adecuarlas a actividades como: laboratorios, salas de ordenadores, salas de exposiciones, quirófanos y salas de vigilancia intensiva (UVI), salas blancas, fabricas, etc. Nos encargamos de la comercialización, instalación y mantenimiento de equipos Split fancoil, Split pared, Split piso-techo, Split ducto.

Principales servicios:

- Instalaciones: Contamos con el asesoramiento de ingenieros y técnicos más calificados del mercado peruano, con muchos años de experiencia en la instalación de cámaras frías, cuartos fríos, cámaras de congelación y conservación, puertas frigoríficas, túneles de enfriamiento, reefers, cuyo objetivo principal es proveer a nuestros clientes una solución profesional en frío industrial y comercial que les permita tener productos de la mejor.
- Mantenimientos: Realizamos preventivos para un mejor funcionamiento de las cámaras frigoríficas. El mantenimiento preventivo ofrece revisiones

periódicas-, con la disposición de un gran equipo humano con grandes recursos técnicos, con la finalidad de asegurar el buen rendimiento del sistema frigorífico y asimismo alargar su vida útil.

- Reparaciones: El mantenimiento correctivo ya sea de emergencia o programado, está diseñado para responder a las necesidades específicas de cada cliente, asegurando asistencia en tiempo récord y eficacia en la reparación.

1.2.3. Plan estratégico

Visión

Ser reconocido nacionalmente como una organización líder, proveedora de soluciones técnicas en el campo del diseño para los sectores de refrigeración y aire acondicionado.

Misión

Ser un socio estratégico de nuestros clientes, diseñando y construyendo proyectos innovadores para brindar soluciones que contribuyan con el éxito de nuestros clientes enfocado en el área de refrigeración y aire acondicionado.

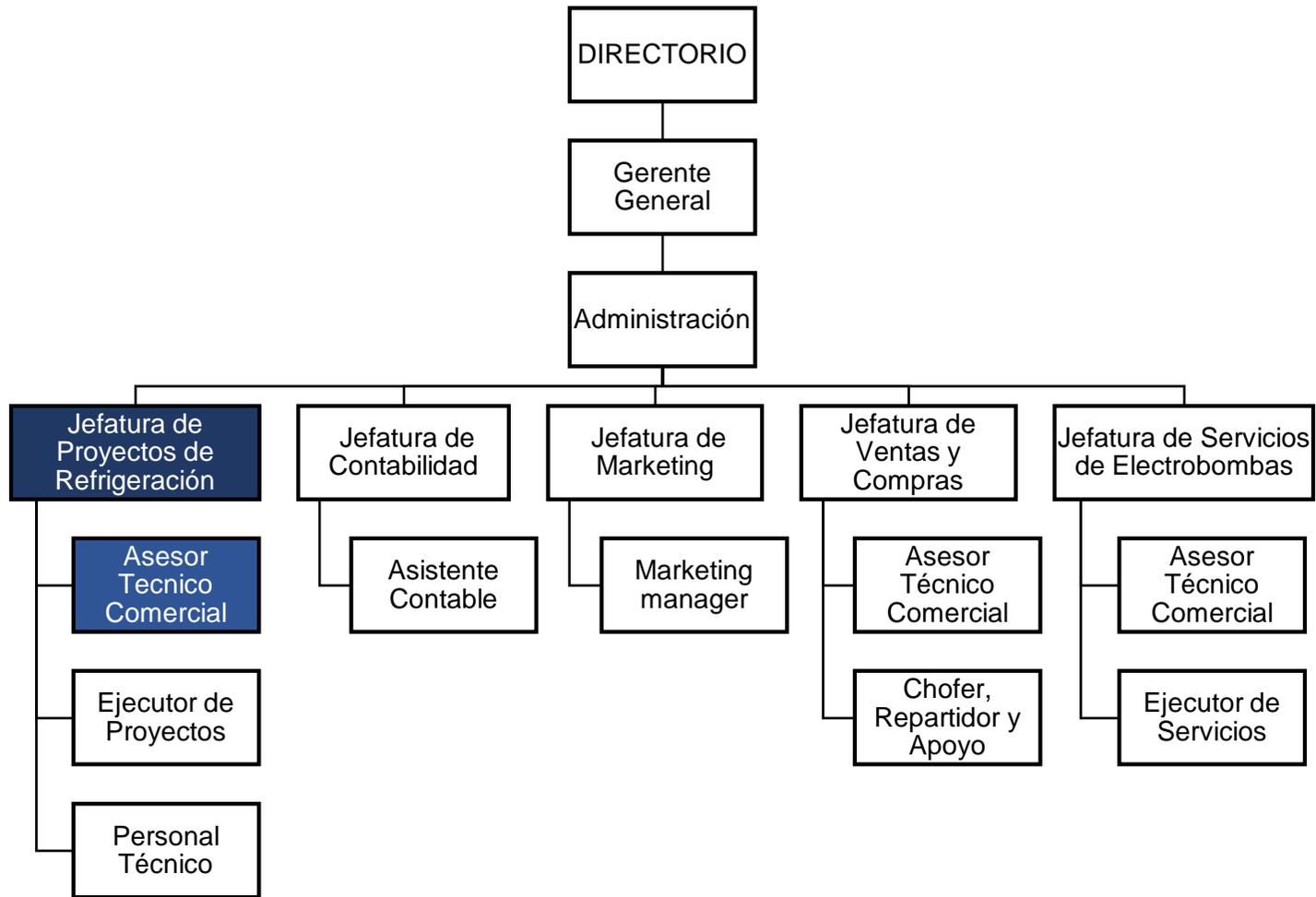
Objetivos

El objetivo de la empresa y de todos sus miembros es proveer una solución profesional en frío industrial y comercial llave en mano. Esto le permitirá reducir costos, tener productos y servicios de calidad en un solo lugar; lograr una ventaja diferencial frente a su competencia, en tecnología y calidad, lo cual le permitirá diferenciarse de la competencia.

1.2.4. Estructura orgánica

A continuación, se muestra el organigrama de la empresa Conex Soluciones tecnológicas S.A.C.

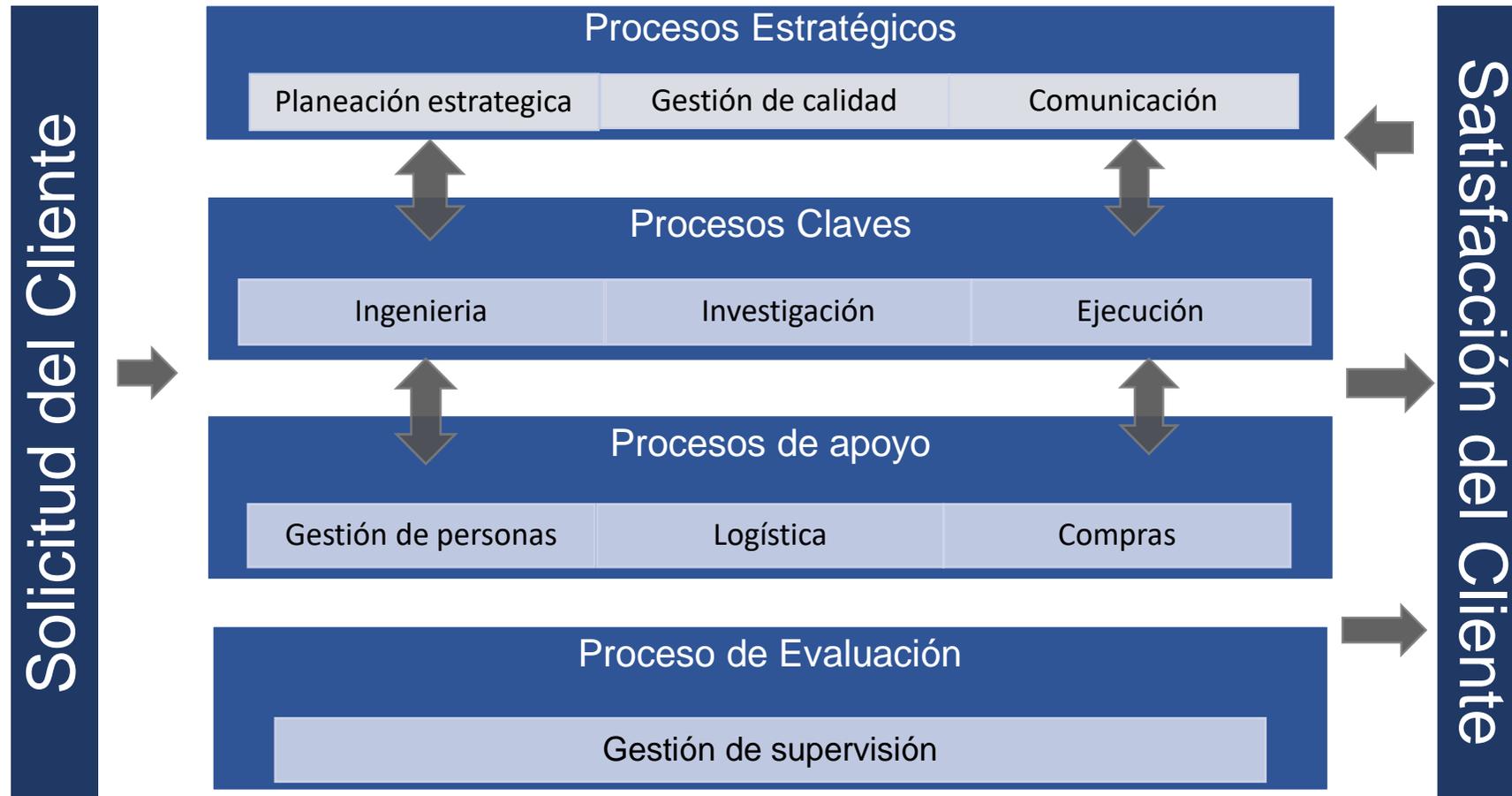
Figura 2.1. Organigrama de la empresa Conex Soluciones Tecnológicas S.A.C.



Fuente: Tomado de la empresa Conex Soluciones Tecnológicas S.A.C". 2022.

1.2.5. Mapeo de procesos

Figura 2.2. Mapeo de procesos.



1.2.6. Cargo, funciones y responsabilidades.

Gerente General

Planificar, dirigir, organizar y controlar las actividades de la Gerencia General, de acuerdo a las funciones y responsabilidades asignadas, a los documentos de gestión aprobados; y a las políticas y planes de la empresa, utilizando en forma eficiente y eficaz los recursos.

Administración

Encargada de supervisar toda la empresa y de lo siguiente:

- Necesidades de Conex, apoyo en todas las áreas de Conex de ser necesario, aprobación de proyectos, programar capacitaciones al personal (colegio de ingenieros del Perú, COFIDE, CCL, MUNILIMA, ministerio de producción, APRAV, CNR, etc.).
- Motivación al personal, proceso de selección de personal(entrevista), selección del personal. contratación del personal, velar por el buen clima laboral, representación de Conex ante lo bueno, lo malo y al firmar contratos, reconocedor de todas las áreas como cultura general, proponer e Imponer reglas, abastecimiento de materiales de oficina, Autorizaciones y permisos, constancias de trabajo, reconocimiento al trabajador del mes, cumpleaños de los trabajadores, fiscalizaciones, Mejoras de la empresa, Homologación ohsas 18001.

Jefatura de proyectos

Encargado del proyecto, asegura de que todos los aspectos del proyecto se completen a tiempo, que los pagos y problemas se corrijan y que el proyecto se complete en el plazo indicado y dentro del presupuesto. Selección de componentes frigoríficos, cálculo y selección de equipos de refrigeración y aire acondicionado, venta de equipos y accesorios, manejo de cartera de clientes, realización de cotizaciones, seguimiento de cotizaciones, cumplimiento meta mensual, comunicación efectiva con los clientes internos y externos. Brindar el adecuado soporte Post Venta al cliente de manera sostenida en temas de capacitación técnica, instalación, puesta en marcha y mantenimiento de los productos comercializados generando fidelización y logrando la repetición de compra.

Jefatura de Contabilidad

Encargada de emisión de facturas, pago de servicios (internet ENTEL, pago de alquiler, pago de agua, luz, vigilancia, pago de trabajadores, pago de impuestos), cobranzas (con documentación – personalizada – por correo), manejo de caja chica, renovación de SCTR, compras, planilla, documentación legal, exposición sobre las actualidades de contabilidad, balance cada fin de mes, Declaraciones anuales, tesorería, almacén Uniforme de personal (inventario de dotaciones), entre otros referidos a dinero y contabilidad.

Marketing

Adwords (bloquear IP de las máquinas de Conex) , página web optimización , redes sociales, fan page, activo el chat y el logo scan, imágenes (buena calidad) de nuestros trabajos con las descripciones técnicas del dicho trabajo, etiquetar a gente relevante en las redes sociales, actualizar datos, TWITER, anuncios free, call y mail marketing, cartas de presentación (brochure), tarjetas de presentación, conferencias charlas, participar en ferias de exposición (requisitos), reuniones explicativas a nuestros clientes, firma en mail con web site (logo, nombre, telf., dirección), video YouTube (cuenta en YouTube con logo de Con ex promocionando empresa de cámaras frigoríficas), Merchandising creativo y útil (obsequios a clientes en los fines de año solo buenos pagadores), solucionar problemas informáticos (pcs).

Jefatura de Servicios de electrobombas

Encargado de gestionar, implementar y supervisar proyectos y servicios especializados en el área hidráulica, tanto para organismos públicos como privados, contribuyendo a la mejora continua del servicio y al cumplimiento de su misión, planificar, ejecutar y supervisar servicios para el área hidráulica, así como coordinar mediciones en terreno. Asegurar el cuidado y mantención de los equipos con los que efectúa los trabajos en terreno.

II. FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA LABORAL

2.1. Marco teórico

2.1.1.1 Antecedentes

- **Antecedentes internacionales**

Gracia (2017), en su tesis titulada “Diseño de una cámara de congelación para la planta procesadora de pulpas de frutas de industrias del cerro”, para obtener el título profesional de Ingeniero Químico presentada en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - Ecuador. Este diseño está basado en un estudio matemático orientado a un proceso descriptivo que consiste en el diseño de la cámara frigorífica y cálculos de carga térmica. El propósito de este estudio es el diagnosticar e identificar variables para el diseño de una cámara frigorífica evaluando la factibilidad técnica y económica. Teniendo como resultado final un diseño de cámara que garantiza un óptimo enfriamiento y conservación de pulpas de fruta.

El presente antecedente se relaciona con el informe ya que se definen los parámetros y conceptos de diseño de una cámara frigorífica.

Sierra (2015), En su tesis titulada: “Diseño de una cámara de refrigeración para el almacenamiento de pieles de becerro, en la Empresa Curtipiel en el barrio San Benito, Bogotá” Tesis para la optar por el de Título de Ingeniero Mecánico presentada en la Universidad Los Libertadores en Bogotá – Colombia. La cual presenta un nivel de investigación descriptivo con un diseño no experimental; El propósito de este estudio es diseñar la estructura de una cámara frigorífica para mantener la temperatura de almacenamiento y conservación de piel de becerro, calcular las diferentes cargas de calor generadas en la cámara y calcular la cantidad de carga frigorífica requerida para cubrir la demanda de calor generada y así elegir los equipos de refrigeración. Concluye que los parámetros de diseño y las fórmulas termodinámicas son necesarios para el diseño de cámaras frigoríficas. El presente antecedente se relaciona con la investigación ya que se calculó las cargas térmicas generadas en la cámara frigorífica.

- **Antecedentes nacionales**

Valverde (2017), En su trabajo de suficiencia profesional titulado “Diseño de una cámara frigorífica para mangos 20 toneladas” para obtener el título profesional de Ingeniero Mecánico Electricista de la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur de Villa el salvador – Perú, tuvo como objetivo general diseñar una cámara frigorífica con una capacidad de conservación de 20 toneladas de mango en el departamento de Piura, iniciando con la recolección de datos de acuerdo a los parámetros de diseño, requerimientos, necesidades y especificaciones del sitio, posteriormente se realiza el cálculo de la carga de calor generada en la cámara, se realiza la selección de sus equipos de enfriamiento, y luego la evaluación de costos de estos equipos. Este informe de suficiencia profesional tiene como resultado final el diseño de una cámara frigorífica para una capacidad de 20 toneladas de mango y la óptima selección de equipos frigoríficos que opera con refrigerante ecológico R134a.

Este trabajo profesional está relacionado con el informe en la selección de equipos de refrigeración utilizando los parámetros de diseño.

Díaz (2020), En su tesis titulada: “Diseño de cámara frigorífica para la refrigeración de 3 TN de pescado en el mercado zonal de Lambayeque. Pimentel – Perú 2020” para optar el título profesional de Ingeniero Mecánico y electricista presentada en la Universidad Señor De Sipan de Pimentel – Perú. Tesis que tienen un diseño de investigación de tipo técnico con enfoque cuantitativo y descriptivo. Este estudio tiene como finalidad determinar las dimensiones de la cámara frigorífica considerando los parámetros, fórmulas y procedimientos para su correcto diseño y obtener información sobre los productos a enfriar, tales como: el tamaño de la caja, el peso promedio del pescado, la cantidad de pescado por caja y el espacio requerido para el almacenamiento. La conclusión final fue el diseño correcto del sistema de enfriamiento.

Este antecedente se relaciona con el informe en la importancia de obtener la información y parámetros correctos para el diseño de cámara frigorífica.

2.1.2. Bases teóricas

- **Aguaymanto**

Schreiber (2015), El científico Carlos Linneo describe al “Aguaymanto” como un arbusto en planta que ha sido sembrada en varias temporadas a lo largo en los Países Andinos como en; Perú, Colombia, Ecuador y Bolivia. Los Andes Americanos son aptos para este cultivo por ser un medio natural agroecológico, por ello, actualmente en el Perú se cultiva en la sierra en las provincias de; Cuzco, Huánuco, Huancavelica, Junina y Cajamarca, pero también se encuentra en la costa y la selva.

Pertenece a una planta herbácea erecta de ciclo productivo anual, se encuentra permanentemente en zonas tropicales y abolida en zonas templadas, este es una baya de color amarillo anaranjado, esférica, de 1,5-2 cm de diámetro, con un sabor agridulce característico de buen gusto y protegida por un cáliz parecido al papel no comestible. Las ramas son acanaladas y a veces de color violáceo, sus hojas son opuestas, alternadas de forma acorazonada midiendo de 6-15 cm de longitud y 4-10 de ancho, también presenta flores amarillas en forma de campanas, con corolas campanuladas de color morado marrón. Así mismo, el aguaymanto puede llegar a crecer hasta una altura de entre 0.6 a 0.9 metros; sin embargo, en ocasiones puede medir hasta 1.8 metros. (Unidad de inteligencia comercial, 2015-2020).

Morante (2017), Menciona que es un fruto exótico cuyas propiedades son usadas en la industria farmacológica, terapéutica ya que resultan del contenido de proteínas, minerales, ácidos (principalmente oleico y linoleico) y vitaminas, este último contribuye a la salud de la piel y efecto inmunoestimulante. Sus propiedades son usadas en la medicina tradicional han sido de gran beneficio para diferentes patologías y en ocasiones se ha utilizado de manera empírica. Reyes, et. at. (2015). En su artículo mencionan, que el consumo de jugo de *Physalis peruviana* L. (aguaymanto) en pacientes con hipocolesterolemia disminuye significativamente los niveles de colesterol total y cLDL; y no varía

significativamente los niveles de HDL ni triglicéridos, además recomiendan su consumo por sus efectos beneficiosos.

Figura 2.3. Aguaymanto.



Fuente: Tomado de Página online ANDINA - Perla dorada de los incas. 2022.

- **Origen del Aguaymanto**

Los principales productores de aguaymanto son Colombia y Sudáfrica, sin embargo, actualmente se encuentra cultivada en casi todos los altiplanos de los trópicos y en varias partes de los subtrópicos. El aguaymanto es una planta originaria nativa peruana cultivada desde la época prehispánica, científicamente se le ha acuñado el nombre de “*Physalis peruviana*, Lannaeus”, aunque en la época de los incas, en idioma quechua, se le conocía como “Yawachunka” y “Topotopo” y en aymará como “Uchua” y “Cuchuva” aunque existen indicios de que proviene del Brasil y fue aclimatada en los altiplanos del Perú y Chile, donde crece como planta silvestre y semi- silvestre en zonas altas entre los 1500 y 3000 msnm. (Espinoza, 2016)

En la época de los incas fue una especie preferida, en especial, en los jardines reales, siendo el Valle Sagrado de los Incas, donde se producía; es así que, desde entonces también se le está tratando de dar el sitio que le corresponde, como un fruto exótico originario del Perú, aunque aún no se conoce a plenitud los beneficios que tiene esta fruta para el consumo

y aplicación con valor agregado. (Unidad de inteligencia comercial, 2015-2020)

- **Importancia ecológica del aguaymanto**

El aguaymanto o Uchuva se adecua a diferentes condiciones agroecológicas y se clasifica como una planta muy tolerante que puede perdurar durante un largo tiempo, ya que puede adaptarse a condiciones climáticas como el del mediterráneo y cualquier tipo de suelos. No solamente prospera en tierra sino también sobre la corteza de otros árboles o en condiciones de poca luz, como en los invernaderos. Así mismo, por su rápido y expandido crecimiento se convierte fácilmente en maleza, se propaga descontroladamente. (Flóres, y otros, 2000). En determinadas regiones de Colombia se cultiva junto con curuba, feijoa, tomate de árbol, hortalizas y tubérculos; en oportunidades con algunas plantas de maíz y cereales. Por su vigoroso crecimiento y rápida dispersión, se recomienda sembrar como mantillo para proteger el suelo de la erosión. (Espinoza, 2016)

- **Temperatura de cultivación, clima y suelo del aguaymanto**

El sembrado crece en altitudes elevadas entre 1800 y 2800 msnm, con temperaturas promedio anual entre los 13° y 15°C. La planta es sensible a las temperaturas extremas, así mismo si la temperatura es muy alta puede impedir la floración y la fructificación, según Wolff en 1991, por una senescencia anticipada (temperaturas mayores de 30 °C). El fruto puede verse afectado y no progresar si la temperatura nocturna llega por debajo de los 10 °C también por una lluvia persistencia afecta la condición de la planta impidiendo la floración y un efecto negativo en la condición de la planta. Por otro lado, en temperaturas entre los 22° y 29 °C, el crecimiento longitudinal de las ramas hace que el número de frutos aumente. Se logra un mejor control con suelo húmedo y fertilización con alto contenido de potasio y bajo contenido de nitrógeno. (Flóres, y otros, 2000). La temperatura y la luz juegan un papel muy importante en el tamaño, color, contenido nutricional, sabor y tiempo de maduración del fruto. La radiación

solar parece ser fomentada para la madurez en uchuva, sin embargo, el fruto puede desarrollarse en asociación con un bosque abierto y bajo cierta sombra. Para obtener un fruto de buena calidad se requiere una intensidad lumínica equivalente entre 1,500 y 2,000 horas luz/año. La precipitación anual óptima debe oscilar entre 1000 y 2000 mm bien distribuidos a lo largo del año, con una humedad relativa entre 70% y 80%. El suministro de agua durante los períodos secos es importante para evitar que se rajen los frutos. (Unidad de inteligencia comercial, 2015-2020).

Figura 2.4. Cultivo del Aguaymanto.



Fuente: Tomado Página online MONGABAY Periodismo Ambiental en Latinoamérica. 2021.

- **Temperatura de conservación del aguaymanto**

Espinoza (2016) en su informe menciona, que la tasa de respiración de la planta de aguaymanto es referentemente baja, no obstante, se recomienda mantenerla fresca entre 3°C y 7°C. En las condiciones entre los valles de los Andes, las condiciones climáticas ayudan a conservar el producto sin refrigeración. Para almacenar el producto en busca de buenas condiciones y previsión de un mejor precio y/o vender más, puede guardar la fruta en cajas plásticas hasta por 20 días a humedad relativa. Si tiene sistema de refrigeración, se pueden conservar a 2 grados durante 4 o 5 meses.

- **Diseño**

Según García (2009), es el proceso que se aplica habitualmente en el contexto de la industria, en la ingeniería, arquitectura y otras disciplinas, ya que hoy en día es el conjunto de conocimientos, herramientas y modelo de diferentes recursos utilizados para producir en grandes cantidades bienes y servicios. Para la ingeniería industrial diseñar es relacionado a proyectar, por ello el diseñador debe encargarse de observar desde un punto de vista biológico, el conjunto y detalle, lo inmediato y la finalidad. Debe considerar la especificidad y complejidad de su tarea en los entornos si la formación debe tener en cuenta el uso de materiales y tecnologías como el conocimiento de los sistemas funcionales y orgánicos.

- **Cámara Frigorífica**

Son instalaciones de refrigeración que se caracteriza por un espacio totalmente aislado térmicamente lo cual este graduado en condiciones específicas de la temperatura y humedad relativa para procesos de fabricación y/o mantenimiento, donde incluso pueden contar con puestos de trabajo a su interior, para la construcción de estas es importante determinar su tamaño y el sistema de aislamiento, para así especificar las condiciones necesarias con la menor pérdida de energía posible (Torres, 2014).

-Tipos de Cámaras Frigoríficas. Según Manchego (2020)

1-. Cámaras refrigerantes; es un recinto aislado térmicamente donde el proceso de funcionamiento consiste en que el refrigerante se absorbe y comprime en el compresor, luego ingresa al condensador, cuando el calor de condensación se transfiere al líquido externo y el componente se vuelve líquido. La temperatura utilizada es entre 0°C a 10°C, en su mayoría para la conservación de alimentos, manteniendo la humedad de los mimos.

2-. Cámaras congeladoras: Es un espacio donde se almacena productos en un rango de temperatura que se encuentra entre los 0°C y -28°C , favoreciendo la humedad atmosférica, con este nivel térmico se congela productos que se encuentren dentro, como alimento y material orgánico y mantiene sus cualidades durante un tiempo prolongado.

3-. Abatidores de temperatura: son herramientas diseñadas para disminuir la temperatura de los alimentos de modo que puedan pasar de un rango de 90°C a 3°C de refrigeración, están preparados para reducir el riesgo de contaminación para así no perder sus propiedades logrando enfriar de manera rápida en el rango de 90°C a 3°C .

4-. Túneles de congelación: Son estructuras aisladas que tienen como fin la extracción de calor de productos para que alcancen una temperatura idónea, son utilizados mayormente por la industria alimentaria. Está formado por corrientes de frío para congelar producto por producto, logrando provocar temperaturas inferiores a -30°C .

Figura 2.5. Cámara Frigorífica.



Fuente: Tomado de Página web Frigibel Belclima, S. copp. 2021.

- **Parámetros de diseño**

Los parámetros de diseño son variables que se relacionan entre sí, son modificables e inciden en la estructura del funcionamiento. Está conformado por:

– **Condiciones climáticas**

Son las condiciones de temperatura ambiente y humedad relativa a considerar en la temporada de verano del medio ambiente donde se montará la cámara frigorífica.

– **Dimensiones de Cámara**

Son las dimensiones externas e internas con las que la cámara frigorífica largo, ancho y alto.

– **Temperatura de Ingreso**

Es la temperatura a la cual el producto ingresa a la cámara frigorífica para posteriormente llegar a su temperatura de conservación.

– **Proceso de almacenamiento diario**

Es la cantidad de producto al día que se introducirá dentro de la cámara frigorífica. Al calcular la carga térmica no se debe considerar la carga total de producto almacenado, si no la carga rotativa diaria, de no conocerla se asumirá para cámaras de conservación un 30% de la capacidad de almacenamiento y para cámaras de congelación un 10% de la capacidad de almacenamiento.

• **Capacidad de almacenamiento**

Es el espacio de almacenaje que varía según en función del tamaño en el cual se dispone los equipos frigoríficos para el depósito adecuado de los productos (Escuela de refrigeración, 2020).

$$C.A = V_{cámara} * P_{producto} * 70\% \dots\dots\dots \mathbf{Ec. (2.1)}$$

Donde:

C.A.: Capacidad de almacenamiento o carga del producto (Kg)

V_{cámara}: Volumen de cámara (m³)

P_{producto}: Densidad del producto (Kg/m³)

- **Cálculo de Volumen de cámara**

La cámara frigorífica deberá contar con el volumen para almacenar el producto, unidades evaporadoras y el espacio adecuado para el pase de personas. Iniciando en calcular la densidad del producto y posteriormente realizar la distribución del mismo según el espacio correspondiente. El volumen corresponde al espacio o lugar que la forma ocupa, por tanto, la fórmula utilizada es la siguiente (Dossat, 1995):

$$V = L \times A \times H \quad \dots\dots\dots\text{Ec. (2.2)}$$

Donde:

V: volumen

L: Largo

A: ancho

H: altura

- **Cálculos de Carga de enfriamiento**

En un equipo de refrigeración la carga de enfriamiento extrañamente resulta de una sola fuente de calor, sino que es la suma de cargas térmicas en las que están involucradas diferentes fuentes. Las fuentes de calor más comunes que suministran la carga de enfriamiento están representadas en la siguiente ecuación: (Dossat, 1995):

$$Q_T = (Q_P + Q_{CA} + Q_{PR} + Q_{RP} + Q_V) \times F.S \quad \dots\dots\dots\text{Ec. (2.3)}$$

Donde:

Q_T : Carga de enfriamiento total en Btu/hr.

Q_p : Carga térmica por paredes Btu/hr.

Q_{ca} : Carga térmica por cambio de aire en Btu/hr.

Q_{pr} : Carga térmica por producto en Btu/hr.

Q_{rp} : Carga térmica por respiración por producto en Btu/hr.

Q_v : Carga térmica por cargas varias en Btu/hr.

Así mismo el tiempo de funcionamiento del equipo estará expresada en Btu/24h, ya que en aplicaciones de refrigeración la carga de enfriamiento se calcula en periodos de 24h, por ende, para la capacidad requerida del equipo se utilizará la siguiente ecuación:

$$CER \text{ Btu/hr} = \frac{Cte \text{ Btu/24hr}}{Tf \text{ (hr)}} \dots\dots\dots \text{Ec. (2.3)}$$

Donde:

C.E.R. Btu/hr: Capacidad de equipo requerida en Btu/hr

Cet: Carga enfriamiento total

Tf: Tiempo deseado de funcionamiento

- **Cálculo de Espesor del aislamiento Térmico**

Para mantener la temperatura dentro de la cámara de frío los paneles frigoríficos deben contar con el espesor adecuado u optimo. El espesor del material de aislamiento es hallado mediante la toma de datos del Manual de ingeniería:

Tabla 2.1. Estándares generales para el espesor del aislamiento en cuartos de aislamiento.

Temperatura de almacenamiento		Espesor deseable del aislamiento en pulg.	
°F	°C	Poliestireno	Uretano
-50 a -25	-45 a -35	8	6
-25 a 0	-32 a -18	6	4
0 a 25	-18 a -4	4	4
25 a 40	-4 a 5	4	3 – 4
40 y más	+5 y más	2	2

Fuente: Tomado del manual de ingeniería (Bohn, 2005).

- **Cálculo de Carga térmica por paredes**

Es la cantidad de calor transmitida en la unidad de tiempo a través de las paredes de un espacio refrigerado, dicho calor se emplea en la siguiente fórmula (Dossat, 1995):

$$Q_{p(norte)} = A \times U \times D_T \times 24hr \dots\dots\dots \mathbf{Ec. (2.4)}$$

Donde:

A: Área de pared norte (ancho x altura) en pie²

U: Coeficiente global de transferencia de calor en (Btu/hr.pie². °F)

D_t: Diferencial de temperatura (*T_{ext}* – *T_{int}*)

T_{ext}: Temperatura exterior en °F

T_{int}: Temperatura interior en °F

- **Cálculo de Carga térmica por cambios de aire**

La ganancia de calor en el espacio refrigerado como resultado de los cambios de aire es difícil de calcular con exactitud, excepto en algunos casos, las renovaciones de aire que teóricamente son apropiadas para la correcta conservación del producto, este número de renovaciones se calcula con la siguiente ecuación (Dossat, 1995):

$$Q_{ca} = V_{Int} \times C.a \times f.C.a \dots\dots\dots \mathbf{Ec. (2.5)}$$

Donde:

V_{int}: Volumen interior en m³

C.a.: Cambios de aire promedio por 24 horas

f.C.a: Factor de cambio de aire en Btu/pie³

- **Cálculo de carga térmica por producto**

Está constituido por el calor que debe ser eliminado del producto refrigerado a fin de que la temperatura del mismo baje hasta el nivel deseado Dossat (1995). Para calcular la carga térmica por producto se emplea la siguiente ecuación:

$$Q_{pr} = m \times C.e_{ac} \times Dt \dots\dots\dots\text{Ec. (2.6)}$$

Donde:

m : masa de ingreso diario en kg

$C.e_{ac}$: Calor especifico antes del punto de congelamiento en

D_t : Diferencial de temperatura ($T_{Ing} - T_{Int}$)

T_{Ing} : Temperatura de ingreso de producto en °F

T_{Int} : Temperatura interior en °F

- **Cálculo de Respiración**

Las frutas y los vegetales continúan con vida después de su recolección y continúan sufriendo cambios mientras están almacenadas, lo más importante de esos cambios son los producidos por la respiración que es un proceso durante el cual el oxígeno del aire se combina con los carbohidratos en el tejido de la planta dando como resultado la formación de dióxido de carbono y calor, usaremos la siguiente ecuación:

$$Q_{RP} = m \times f_{CR} \times 24hr \dots\dots\dots\text{Ec. (2.7)}$$

Donde:

m : masa de ingreso diario en kg

f_{CR} : Factor de calor de respiración en Btu/hr.lb

- **Cálculo de cargas Varios**

También llamadas cargas suplementarias, toman en cuenta a varias fuentes de calor. Las principales son producidas por las personas que trabajan u ocupan el espacio refrigerado junto con el alumbrado y otros equipos eléctricos funcionando dentro del espacio refrigerado. Está representado en la siguiente ecuación:

$$Q_V = Q_{alumbrando} + Q_{motores} + Q_{personas} \dots\dots\dots\text{Ec. (2.8)}$$

Donde:

$Q_{alumbrando}$: Calor cedido por el alumbrado interno en Btu/hr

$Q_{motores}$: Calor cedido por los motores eléctricos en Btu/hr

$Q_{personas}$: Calor cedido por las personas en el interior en Btu/hr

- **Cálculo de calor cedido por el alumbrado interno**

Para calcular el calor cedido por el alumbrado interno se utilizará la siguiente ecuación:

$$Q_{Alumbrado} = watts \times 3.42 \text{ Btu/watt.hr} \times 24hr \dots\dots\dots \text{Ec. (2.9)}$$

Donde:

$watts$: Cantidad de watts de las luminarias instaladas en el interior

- **Cálculo de calor cedido por motores eléctricos**

Para calcular el calor cedido por motores eléctricos se utilizará la siguiente ecuación:

$$Q_{motores\ electricos} = 0.05 \text{ a } 0.08 \times (Q_P + Q_{CA} + Q_{PR}) \dots\dots\dots \text{Ec. (2.10)}$$

Donde:

Q_P : Carga térmica por paredes en Btu/hr

Q_{CA} : Carga térmica por cambios de aire en Btu/hr

Q_{PR} : Calor térmica por producto en Btu/hr

- **Cálculo de calor cedido por personas:**

Para calcular el calor cedido por personas dentro de la cámara se utilizará la siguiente ecuación:

$$Q_{personas} = Fact_{E,p} \times \# \text{ personas} \times 24hr \dots\dots\dots \text{Ec. (2.11)}$$

Donde:

$Fact_{E,p}$: Factor de equivalencia de calor por personas interior

$\# \text{ personas}$: se considera 1 persona

Tabla 2.2. Equivalente de calor por personas dentro del espacio refrigerado

Temperatura Enfriado °F	Calor equivalente / Personas Btu/hr
50	720
40	840
30	950
20	1050
10	1200
0	1300
-10	1400

Fuente: Manual de ingeniería Bohn, 2005 - pág. 22

- **Uso del factor seguridad**

La suma de ganancias del calor es el resultado de la carga de enfriamiento total para un periodo de 24hr mencionadas anteriormente. Normalmente se agrega 5% a 10% a este valor como factor seguridad. El coeficiente que se usará dependerá de la confiabilidad de la información usada en los cálculos de la carga de enfriamiento. Como regla general se usa 10%. Posterior a agregarse la carga de seguridad, la carga en 24hr será dividida entre el tiempo de funcionamiento deseado del equipo para obtener la carga promedio en Btu por hora. La carga horaria promedio es la que se utiliza para la selección del equipo. (Dossat, 1995).

- **Balance del sistema**

Una de las consideraciones más importantes en el diseño de sistemas refrigerantes es, establecer las relaciones adecuadas o de “balance” entre las secciones vaporizantes y condensante del sistema. Es fundamental que, la unidad condensante y el evaporador tengan conexión en un sistema común, un estado de equilibrio o “balance” se establece automáticamente en las dos unidades de tal modo que la rapidez de vaporización siempre es igual a la rapidez de condensación. (Dossat, 1995).

- **Diferencial de temperatura (DT)**

Para la selección del evaporador adecuado la diferencial de temperatura del evaporador es uno de los factores primordiales a considerar en cualquier aplicación. Está definido como la diferencia de temperatura entre la temperatura del aire que llega al evaporador, tomada por lo general como la temperatura de diseño del espacio, y la temperatura de saturación del refrigerante correspondiente a la presión a la salida del evaporador. Se representa en la siguiente ecuación: (Dossat, 1995).

$$DT = T_{Cámara} - T_{Evap} \dots\dots\dots \text{Ec. (2.12)}$$

Donde:

- DT : Diferencial de temperatura teórico del evaporador
- $T_{Cámara}$: Temperatura del aire que llega al evaporador
- T_{Evap} : Temperatura de saturación del refrigerante a la salida del evaporador

Tabla 2.3. Diferencial de temperatura recomendados (DT) para productos alimenticios.

Clase	DT	H.R. APROX.	DESCRIPCIÓN DE LAS CLASES DE LOS PRODUCTOS
1	7°-9° F	90%	Resulta una cantidad mínima de evaporación de la humedad durante el almacenamiento en (vegetales, productos agrícolas, flores, hielo sin empaque y cuartos para enfriar).
2	10°-12° F	80-85%	Almacenamiento en general y refrigeradores de tiendas de conveniencia, comida y vegetales empacados, frutas y productos similares. Requieren menores niveles de humedad.
3	12-16° F	65-80%	Incluye cereza, vino, farmacéuticos, papas y cebollas, frutas de cáscara dura; productos empacados. Requieren solo humedad relativa moderada.
4	17°-22° F	50-65%	Incluye cámaras de preparación y corte, almacenes de cereza dulce o almacenaje de películas y diques de carga. Requieren de bajas humedades relativas o aquellas que no son afectadas por la humedad.

Fuente: Diseño de evaporador con DT. Dossat, 1995- pág. 245. Tabla 11-2

- **Refrigeración**

Se define la refrigeración como el proceso de eliminación de calor. Mas eficientemente se define a la refrigeración como la rama de la ciencia que trata con los procesos de reducción y mantenimiento de la temperatura de una espacio o material a temperatura inferior con respecto de los alrededores.

-Refrigeración por compresión de vapor: Es uno de los más comunes en la industria de la refrigeración, la sustancia de trabajo cambia de fase de líquido a vapor en el evaporador y vuelve a ser líquido en el condensador. (Valverde, 2017).

- 1-. Compresión. El refrigerante viene del evaporador en estado gaseoso y es comprimido en el compresor desde la presión del evaporador o presión baja hasta la presión del condensador o presión alta.

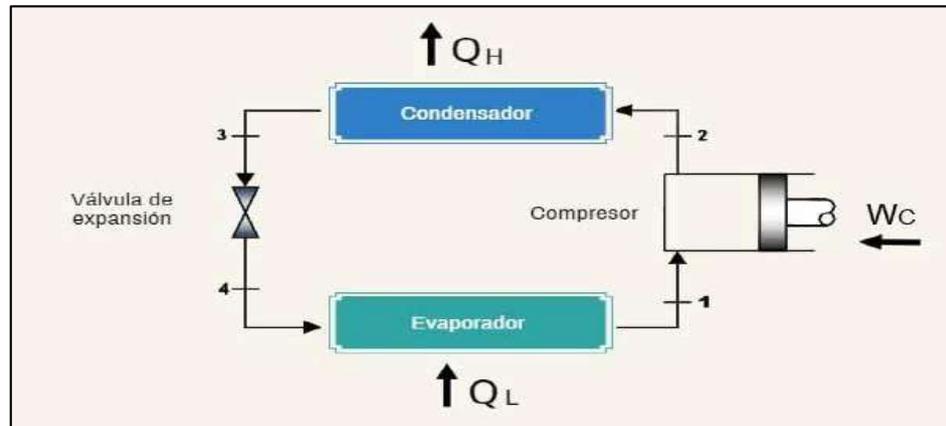
- 2-. Condensación. El refrigerante en estado gaseoso y a temperatura elevada sale del compresor rumbo hacia el condensador en donde se condensa debido a que este se encuentra a temperatura más elevada que la del medio circundante, es decir el refrigerante se enfría a costillas del medio condensante (aire o agua) que se calienta.

- 3-. Válvula de expansión. En este dispositivo del ciclo de la refrigeración el refrigerante hace lo contrario a el trabajo del compresor es decir baja la presión desde la presión del condensador o alta a la presión de evaporador o baja, mediante una simple reducción del área de paso, la finalidad es conseguir las condiciones adecuadas y necesarias para que este (el refrigerante) pueda evaporarse a una temperatura baja de acuerdo a la tabla de presión – temperatura del refrigerante en mención.

- 4-. Evaporación. Se produce la transferencia de energía termina 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.

Figura 2.6. Ciclo de Refrigeración.



Fuente: Tomado de página web Caloryfrío.com – Sistemas de refrigeración 2007.

- **Equipos de Refrigeración**

- **Compresor:**

Monzón (2000), define un compresor como el dispositivo encargado de comprimir el vapor refrigerante y expulsarlo al condensador. La compresión se crea para que el vapor refrigerante pueda condensarse a una temperatura más alta.

Por otro lado, Dossat (2000), explica que, los compresores alternativos o recíprocos constan de uno o más bloques de cilindros con válvulas que permiten bombear y descargar el gas refrigerante. Dentro del cilindro, el pistón está conectado al cigüeñal a través de una biela que le permite moverse hacia arriba y hacia abajo. Debajo del cigüeñal se encuentra el cárter del compresor, que contiene aceite lubricante para reducir la fricción entre las piezas móviles del compresor. En el movimiento descendente del pistón, el cilindro es llenado por el vapor refrigerante al abrirse la válvula de aspiración, mientras se encuentra cerrada la válvula de impulsión. Durante el movimiento ascendente, la válvula de aspiración se cierra, comprimiéndose el gas refrigerante a

medida que el volumen en el que se encuentra es reducido. A determinada presión de compresión, se produce la apertura de la válvula de impulsión y el refrigerante es evacuado del cilindro, para posteriormente volver a retomar su posición inicial en el ciclo.

– **Condensador**

La función del condensador es licuar el vapor refrigerante a alta presión del compresor. Este fenómeno de condensación se logra al pasar el vapor a través de una superficie metálica en contacto con un líquido más frío, aire o agua, y siguiendo los principios generales de transferencia de calor. El medio condensador debe poder absorber todo el calor que contiene del gas refrigerante, que es igual a la suma del calor absorbido del evaporador correspondiente al trabajo mecánico de compresión. El condensador es, en suma, un intercambiador de calor que se divide en tres fases: Enfriamiento de vapores desde la temperatura del vapor sobrecalentado hasta la temperatura de condensación, cesión de calor latente de condensación a temperatura constante y enfriamiento del líquido desde su temperatura de condensación hasta la temperatura deseada (Anfuso, 2015).

– **Evaporador**

El evaporador es la unidad productora del frío en la refrigeración. Su tarea es absorber calor del espacio enfriado y transferir este calor al refrigerante. En el evaporador, es donde el refrigerante entra en ebullición tras su paso por la válvula de regulación, tomando para hervir, el calor del medio en el que se encuentra. Al igual que el condensador, el evaporador es esencialmente un intercambiador de calor. Sin embargo, es la parte "estática" de la instalación (en términos de composición) la que causa mayores problemas, porque dificulta la elección del tipo adecuado para la instalación, determinación del emplazamiento en instalaciones pequeñas, variación del coeficiente de transmisión y disminución de rendimiento debido a la presencia de aceite procedente del compresor.

Figura 2.7. Evaporador.



Fuente: Tomado del Manual MIPAL intense Tecnología y confianza 2020.

– **Válvula de expansión Termostática**

Según la temperatura detectada por el bulbo del sensor, el gas contenido en él se dilata o se contrae. Si la temperatura aumentaría y el gas se expande este ejerce una presión al diafragma de la válvula que transmite el movimiento a las varillas de empuje. Las varillas presionan el eje de la válvula, que es hacia la parte superior del resorte, provocando una fuerza opuesta a la fuerza de empuje. Esto alejará el extremo cónico del orificio en el que se encuentra. A medida que el cono se aleja más, aumenta el espacio entre los orificios, aumenta la zona libre y fluirá más refrigerante a través del evaporador, lo que indica una mayor carga de calor. Este aumento da como resultado más sobrecalentamiento, mayor temperatura del aire en el bulbo y mayor presión en su interior. Si sucede lo contrario y la temperatura del refrigerante baja, la temperatura también bajará. Si siente la temperatura del gas dentro de la bombilla, sucede lo contrario. Las varillas reducirán la fuerza que empujan contra el eje, lo que a su vez reducirá la tensión del resorte. Esto permitirá que el extremo cónico penetre en el asiento, reduciendo el área libre y restringiendo así el paso del refrigerante, lo que indica que se reduce la carga térmica (Domínguez, (2013).

– **Flujo de aire**

Para los refrigeradores y conservadores en congelación en general, no hay un criterio para la velocidad del aire dentro de la cámara, el total del aire suministrado es aproximadamente de 40 a 80 cambios de aire que ocurre a cada hora. Este es un término de aire acondicionado el cual se calcula:

$$\text{cambios de aire} = \frac{(\text{cfm} * \text{totales}) * 60}{V_{intc}} \dots\dots\dots \text{Ec. (2.13)}$$

Donde:

cfm: Caudal de aire del evaporador en pie³/min.

V_{intc}: Volumen interno de la cámara

• **Elementos de control y regulación de capacidad**

– **Válvula solenoide**

Son utilizados para controlar el flujo de fluidos en el sistema lo cual su funcionamiento está dado manera controlada eléctrica. Además, está compuesta por una válvula y bobina solenoide. El interruptor termostático es el dispositivo más utilizado en el sistema de refrigeración (Franco, 2006).

Figura 2.8 Válvula solenoide EVR



Fuente: Tomado de página online Válvulas solenoides EVR de accionamiento directo o servoaccionadas 2017.

– **Presostatos**

Es llamado también como interruptor de presión, consiste en abrir o cerrar un circuito eléctrico en función de la lectura de la presión del fluido. El presostato se encarga de que el fluido ejerce una presión sobre un pistón interno logrando que se movilizce hasta que se unos dos puntos de contactos. Cuando la presión disminuye un resorte empuja el pistón en sentido contrario y los contactos se separan (Franco, 2006).

Figura 2.9 Presostato dual Danfoss



Fuente: Tomado de página online Conex refrigeración S.A.C. 2022.

– **Tanque receptor de líquido**

Consiste en un cilindro que almacena líquido refrigerante en la salida del condensador. Este elemento no almacena el líquido que se utiliza, sino que se apodera del líquido restante o en desuso para que se puedan realizar modificaciones en la temperatura sin limitaciones (Surco, 2017).

Figura 2.10. Tanque receptor de líquido.



Fuente: Tomado de página online TRS. 2018

– **Acumulador de succión:**

También es conocido como recipiente de líquido que se usa de manera temporal, puede ser colocado de manera horizontal y vertical, sirve retener o entrapar el exceso de mezcla de refrigerante aceite y líquido, permitiendo retornar al compresor en forma segura para que no se dañe. El acumulador de succión cuenta con un orificio dimensionado en forma de “U” que permite el retorno del aceite con un poco de líquido al compresor evitando daños en este (Franco, 2006).

Figura 2.11. Acumulador de succión.



Fuente: Tomado de página online Catálogo de refrigeración Blueline TRS 2018.

– **Separador de Aceite**

Es un aparato diseñado para separar el aceite del refrigerante, antes que entre a otros componentes del sistema y regresarlo al cárter del compresor. Es decir, el aceite en cada descarga siempre será arrastrado por el refrigerante, para recuperar este aceite se instala el separador de aceite a la descarga del compresor con un pequeño bypass hacia la línea de aspiración para asegurar el regreso del aceite al compresor, dicho elemento es fundamental cuando se utilizan refrigerantes no miscibles con el aceite, cuando se tengan grandes recorridos de tubería mayor a 5 metros, en las instalaciones de baja temperatura y en compresores que trabajen a velocidades elevadas (Franco, 2006).

Figura 2.12. Separador de Aceite.



Fuente: Tomado página online Separador de aceite coolparts 2017.

– **Visores de Líquido**

El funcionamiento está basado para indicar el estado del fluido en circulación en una instalación o para controlar el nivel del líquido en un depósito. Está comprendido por un indicador que permite la constatar el estado de secado del fluido frigorífico, como consecuencia deducir la eficacia del deshidratador. Se basa en verificar la humedad por medio del cambio de color del sistema. (Rapin, 2021).

Figura 2.13. Visor de líquido.



Fuente: Tomado del libro “Portuario” del frío. 2021, pág. 122.

– **Filtros secadores**

Se coloca en el conducto de aspiración para poder proteger al compresor además es una buena medida de seguridad en cualquier instalación. Su función principal es absorber la humedad residual del sistema luego del vacío (Whitman, 2000).

Figura 2.14. Filtro secador.



Fuente: Tomado del catálogo CONEX refrigeración S.A.C., 2018.

– **Termostatos**

Es el elemento que controla la temperatura de la cámara frigorífica, el termostato es conmutador eléctrico que funciona por temperatura ya que abren y cierran un contacto conectado a un circuito eléctrico cuando alcanza la temperatura de regulación (Franco, 2006).

Figura 2.15. Termostato digital.



Fuente: Tomado del catálogo CONEX refrigeración S.A.C., 2021.

– **Material de aislamiento (falta formula de poliestireno)**

Consiste en un producto que disminuye o protege las transmisiones de calor de las instalaciones frigoríficas. Así mismo, son considerados como aislantes térmicos en la refrigeración que se caracterizan por tener un bajo valor de conductividad térmica, Rougeron (1977). Según Sánchez y Pineda, (2001) estableciendo como valor límite una conductividad de 0.05 kcal/m*h*°C.

Figura 2.16. Paneles aislante poliestireno



Fuente: Tomado de página online PRECOR –Thermomuro CCA, 2021.

• **Refrigerante**

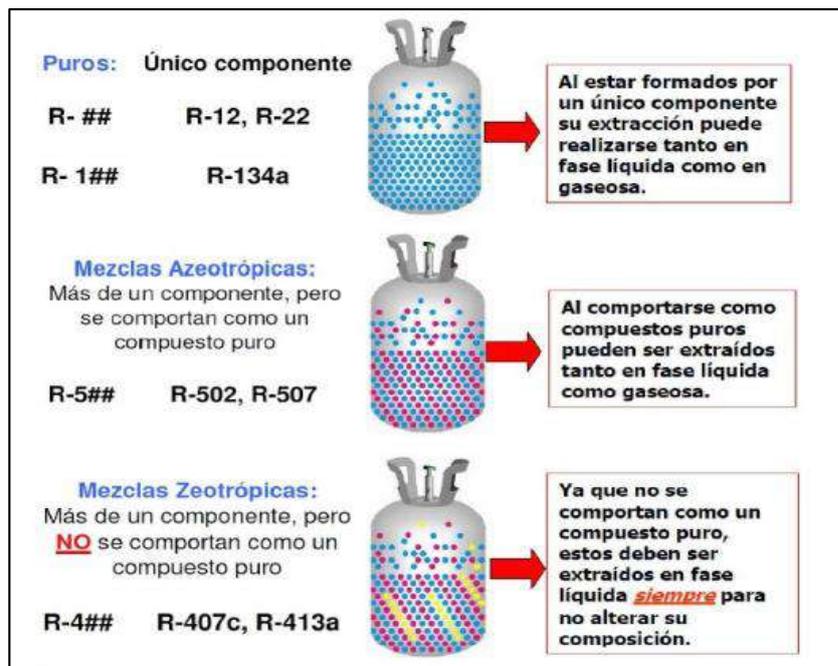
Un refrigerante es cualquier tipo de cuerpo que actúe como agente de enfriamiento, absorbiendo calor de otra sustancia. Esta absorción de calor se da por medio de la compresión-vapor, por ello, el refrigerante es el fluido de trabajo del ciclo el cual alternativamente se vaporiza y se condensa absorbiendo y cediendo calor, respectivamente Dossat (1995). La clasificación de refrigerantes es según el número de sus componentes:

-Refrigerantes puros: Caracterizados por presentar una modificación de temperatura casi nula en los cambios de estado en el condensador y evaporador, como en los refrigerantes CFC-12, HCFC 22, HFC-143a.

-Refrigerantes tipo Mezcla azeotrópica: Son dos o más gases puros cuentan con un mismo lugar de ebullición actuando como refrigerantes puros, como, el R-507.

-Refrigerantes tipo Mezcla Zeotrópico: Tienen dos o más gases con temperatura de ebullición similar pero no igual, en una botella de refrigerante estará en dos estados líquido y dentro de los refrigerantes Zeotrópico tenemos el R-410A, R404A y otro refrigerante de la familia R-400. (García, 2021).

Figura 2.17. Refrigerantes



Fuente: Tomado de ScalofrioS - Refrigerantes, por IES ESTELAS DE CANTABRIA, 2008.

- **R-404A**

Es una triple mezcla compuesta por R-125, R-143A y R-134a. Sus propiedades termodinámicas lo convierten en un reemplazo ideal para el R-502 en nuevos equipos de baja y media temperatura en la industria de la refrigeración. El R-404A se caracteriza por una excelente estabilidad química y una baja desviación de temperatura de 0,7°C. Está clasificado como A1 Grupo L1 (Dossat, 1995).

- **Diseño de tuberías de Refrigeración**

En general, el tipo de material empleado en tuberías para refrigeración, depende del tamaño y naturaleza de la instalación, del refrigerante utilizado, del costo de los materiales y mano de obra. Los requerimientos específicos mínimos para la tubería empleada en la refrigeración, con respecto al tipo y peso de los materiales de las tuberías, métodos de unión, etc., han sido definidos en la American standard Safety Code for Mechanical Refrigeration (ASA Standard B9.1). Está dividido en dos tipos de tubería:

-Tubería de alta presión o descarga: Las dimensiones de la tubería es casi igual a la tubería de succión. Debido a que cualquier caída de presión en el refrigerante de la tubería de la descarga tiende a aumentar la presión de descarga del compresor, a reducir la capacidad y eficiencia del sistema la tubería de descarga, por ello, deberá dimensionarse para proporcionar la caída de presión práctica mínima en el refrigerante.

- Tubería de baja presión o succión: Debe ser instala de tal modo que se elimine la posibilidad de que llegue refrigerante líquido o grandes tazas de aceite al compresor ya sea durante su operación o en el paro durante el arranque, debe al menos el sistema estar operando bajo el sistema de bombeo en vacío. Cuando arranca el compresor el exceso de líquido a menudo se vierte sobre la tubería de succión y es transportado hasta el compresor.

2.1.3. Definición de Términos básicos

- **Calor**

Según (Dossat, 1995), menciona que el calor es una forma de energía además que puede ser convertido a otras formas de energía y que otras formas de energía puedan ser convertidas en calor. Así mismo, (Rolle, 2006), en su libro de termodinámica define que el calor es energía transitoria a través de los límites del sistema y no puede identificarse con fuerzas mecánicas que actúan a distancia.

- **Temperatura**

Es una propiedad de la materia y una medida del nivel de presión de calor de un cuerpo. Una temperatura alta indica un alto nivel presión térmica por calor y el cuerpo se considera caliente. De manera similar, una temperatura baja indica un nivel bajo de estrés por calor, y el cuerpo se llama frío. Se ha demostrado que la temperatura es una función de la energía cinética interna y, por lo tanto, una medida de la velocidad molecular promedio (Dossat, 1995).

- **Presión**

Es la fuerza que se aplica por unidad de área. Se puede describir como una medida de la intensidad de una fuerza en un punto cualquiera sobre superficie de contacto. Si la fuerza se distribuye uniformemente sobre el área, la presión sobre cualquier punto de la superficie de contacto es la misma y se puede calcular dividiendo la fuerza total aplicada entre el área total ejercida entre el área total sobre la cual la fuerza está aplicada (Dossat, 2000).

- **Termodinámica**

Es la ciencia que explica y determina las transformaciones de energía, en sus formas de calor y trabajo, así como las relaciones entre las diferentes propiedades físicas de las sustancias en las cuales se lleva a cabo dichas transformaciones. Principalmente de aquellas propiedades que están relacionadas funcionalmente con el calor y temperatura (Rolle, 2006).

-Ley cero de la termodinámica: Hay equilibrio térmico entre sí cuando dos cuerpos se encuentran en equilibrio térmico con un tercero.

- 1^{ra} Ley de la termodinámica: Un sistema puede intercambiar energía con su entorno con la transmisión de calor y la realización de trabajo.

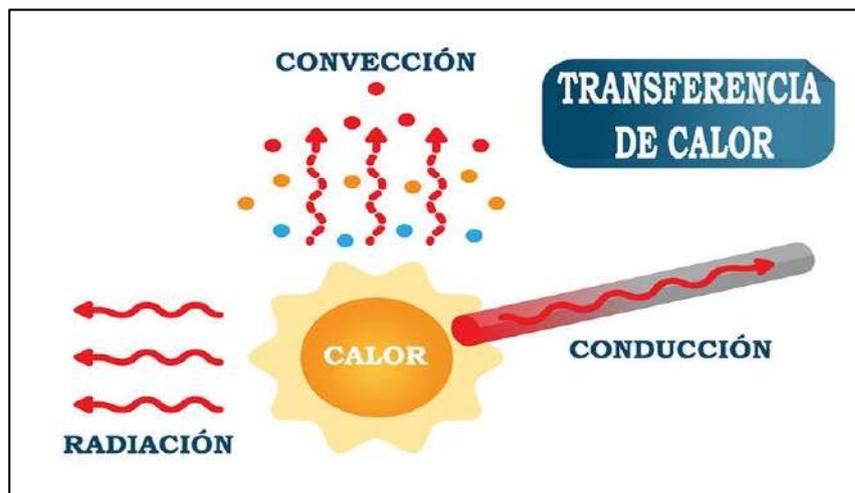
-2^{da} Ley de la termodinámica: los procesos químicos suceden de manera espontánea.

-3^{ra} Ley de la termodinámica: La transferencia de energía de cualquier tipo se conoce como el cero absoluto.

- **Transferencia de Calor**

Según Dossat (1995), se transitará calor de un cuerpo a otro cuerpo sólo cuando exista una diferencia de temperatura entre los dos cuerpos, cuando un cuerpo está en equilibrio térmico con sus alrededores, no habrá transferencia de calor entre el cuerpo y sus alrededores, la transferencia de calor se caracteriza porque se da de una región de temperatura alta a una región temperatura baja y nunca en dirección opuesta. Los métodos de transferencia de Calor ocurren de tres maneras:

Figura 2.18. Transferencia de calor



Fuente: Tomado de página PIROBLOG. Advección dentro de la hidráulica térmica, 2016.

- **Conducción**

Se da cuando la energía es transmitida por contacto directo entre las moléculas de un cuerpo simple o recto entre las moléculas de otro cuerpo o más cuerpos con buen contacto térmico. Es decir, toda o alguna parte de la energía del movimiento de un cuerpo es transmitida en el momento de entrar en contacto con otro(s) cuerpo(s).

– **Convección**

Esta transferencia ocurre cuando el calor se desplaza de un lugar a otro por medio de corrientes establecidas mediante un medio que fluye. Estas corrientes son conocidas como corrientes de convección producida por la porción calentada del fluido.

– **Radiación**

Es la transferencia de energía debida a la emisión de forma de movimiento ondulatorio parecido a ondas ligeras en cual la energía es transmitida de un cuerpo a otro sin necesidad de la intervención de la materia. A la energía térmica transmitida por movimiento de ondas se le llama energía radiante.

- **Calor específico**

El calor específico de cualquier sustancia es la cantidad de energía en *Btu* necesaria para producir un cambio de temperatura de 1° F a 1lb de masa. Es una propiedad importante en la transferencia de calor ya que el cálculo de energía permitirá suministrar o extraer para llevar al producto desde su temperatura inicial hasta una temperatura final deseada, lo que se conoce como carga térmica. Por otro lado, el calor específico de cualquier gas tiene valores distintos dependiendo de las condiciones de temperatura del gas (Dossat, 1995).

- **Carga Térmica**

Hace referencia a la cantidad de calor que tenemos que quitar en el ambiente para mantener cierta temperatura y humedad relativa equilibrada. El calor generado dentro de los ambientes se produce por fuentes externas e internas. En el análisis del local y estimación de la carga se relaciona la carga térmica con las condiciones de temperatura del aire y proporciona los criterios para seleccionar las características y condiciones de trabajo del equipo de climatización (Rolle, 2006).

- **Subenfriamiento**

Hace referencia a un líquido existente a una temperatura que se encuentra por debajo de su punto de ebullición. Todos los sistemas de refrigeración tienen una etapa de subenfriamiento, que puede darse tanto en los intercambiadores de calor como fuera de ellos.

- **Sobrecalentamiento**

Según Dossat (1995), el calor sumado al vapor después de la vaporización es el calor sensible del vapor conocido como sobrecalentamiento. Cuando la temperatura de vapor es mayor que la temperatura de saturación, se dice que el vapor está sobrecalentado y se llama vapor sobrecalentado.

- **Humedad relativa**

Está expresada en porcentajes, hace referencia entre la presión parcial real ejercida por el vapor de agua en cualquier volumen de aire y la presión parcial que ejercía el vapor de agua, si el vapor de agua contenido en el aire estuviera saturado a la temperatura del aire. (Dossat, 1995).

- **Temperatura de Bulbo seco**

La temperatura del bulbo seco del aire (BS) es la temperatura medida por un termómetro ordinario de BS. Al hacer la medición del bulbo seco del aire, el bulbo del termómetro se deberá cubrir para reducir los efectos de la radiación directa.

- **Temperatura de bulbo húmedo**

La temperatura del bulbo húmedo (BH) del aire, es la temperatura medida en un termómetro del bulbo húmedo. Un termómetro de BH es un termómetro ordinario cuyo bulbo está envuelto con un pabilo humedecido.

2.1.3. Normativas

Disposiciones reglamentarias internacionales

Existen varias organizaciones importantes que desarrollan normas en el sector de la refrigeración y el aire acondicionado. (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2015)

a) Principales normativas:

ISO 5149:2014 Sistemas de refrigeración mecánicos utilizados para enfriamiento y calefacción – Requisitos de seguridad.

- Revisión reciente de la versión de 1993.
- Incluye requisitos para la nueva clasificación de baja inflamabilidad (2L) de los refrigerantes.
- Especifica los requisitos relacionados con la seguridad del personal y la propiedad para el diseño, la fabricación, la instalación y el funcionamiento de los sistemas de refrigeración, centrándose en minimizar las fugas de refrigerante a la atmósfera.
- Especifica la clasificación de los sistemas de refrigeración.
- Especificar métodos de control de fugas, como concentraciones de refrigerante en salas de máquinas y requisitos especiales para el amoníaco
- Se aplica a todo tipo de sistemas de refrigeración donde el refrigerante se evapora y se condensa en un circuito cerrado.

ISO 817:2014 Refrigerantes – Designación y clasificación de seguridad.

- Facilitar un sistema claro de numeración y asignación de prefijos que indiquen la composición del refrigerante. (p. ej., el prefijo CFC se utiliza para designar a los clorofluorocarbonos).
- Clasificaciones de seguridad de los refrigerantes según inflamabilidad y toxicidad.
- Limitación de concentración de los refrigerantes.

- Norma destinada a ser utilizada junto a otras normas de seguridad relevantes como ISO 5149, IEC 60335-2-24 y IEC 60335-2-40.

ISO 17584:2005 Propiedades de los refrigerantes.

- Muestra las propiedades termo físicas de algunos de los refrigerantes más utilizados y varias mezclas de refrigerantes.
- Es aplicable a los refrigerantes R-12, R-22, R-32, R-123, R-125, R-134a, R-143a, R-152a, R-717 (amoníaco) y R-744 (dióxido de carbono) y a las mezclas R-404A, R-407C, R-410A y R-507.
- Contiene especificaciones para varias propiedades como densidad, presión, energía interna (energía total contenida en un sistema termodinámico), entalpía, entropía, capacidad calorífica a presión constante, capacidad calorífica a volumen constante, velocidad del sonido, coeficiente Joule. - Thomson.

b) Comisión Electrotécnica Internacional

IEC 60335-1:2010 Aparatos electrodomésticos y análogos – Seguridad y requisitos generales.

- Es la base de una serie de más de 100 partes que cubren una amplia variedad de requisitos y aparatos, entre ellos, los sistemas no incluidos en el sector de RAC. Las más importantes son:
 - IEC 60335-2-24 Requisitos especiales para enfriadores, máquinas de helados y máquinas de hielo
 - IEC 60335-2-40 Requisitos especiales para bombas de calor eléctricas, acondicionadores de aire y deshumidificadores (actualmente prohíbe el uso de HC).
 - IEC 60335-2-75 Requisitos particulares para dispensadores comerciales y máquinas expendedoras.
 - IEC 60335-2-89 Requisitos específicos para equipos de refrigeración comercial con unidades de condensación de refrigerante o compresores integrados o controlados a distancia.

- IEC 60335-2-104 ed1.0 Requisitos específicos para equipos de recuperación y/o reciclaje de refrigerantes de sistemas de aire acondicionado y refrigeración, incluidas unidades de discos abiertos o compresores accionados por motor.

c) Comité Europeo de Normalización

CEN: EN 378:2008 Sistemas de refrigeración y bombas de calor – Requisitos de seguridad y medioambientales.

Consta de 4 partes (las enmiendas fueron aprobadas en 2012):

- 1) Requisitos básicos, definiciones, clasificación y criterios de selección
- 2) Diseño, fabricación, ensayos, marcado y documentación
- 3) Lugar de la instalación y protección del personal
- 4) Funcionamiento, mantenimiento, reparación y recuperación
 - Objetivo: Minimice los riesgos para las personas, la propiedad y el medio ambiente de los sistemas de refrigeración y los refrigerantes. Aplicable a casi todos los sistemas de refrigeración.
 - Cubre casi todas las etapas del diseño, fabricación y operación del sistema de refrigeración.
 - Contiene referencias a otras normas europeas.

CEN: EN 13313:2010 Sistemas de refrigeración y bombas de calor – Competencia del personal.

- Definir procesos que permitan el desarrollo y evaluación de las competencias de quienes realizan las tareas de diseño, instalación, inspección, prueba y puesta en marcha, mantenimiento, reparación y disposición de sistemas de refrigeración y bombas de calor en relación con los requisitos de seguridad. Seguridad, protección del medio ambiente, ahorro de energía
- Requisitos para la formación, la evaluación y el mantenimiento de las competencias.

- La certificación establecida para la regulación de los gases fluorados (F-gases) se basa en los requisitos de esta norma.

CEN: EN 1127-1:2011 Atmósferas explosivas – Prevención y protección contra las explosiones. Parte 1: Conceptos básicos y metodología.

- Proporciona un método básico para evaluar y mitigar los riesgos de los equipos que utilizan sustancias inflamables (incluidos los refrigerantes).
- Guía de los niveles de protección para fuentes de ignición.
- Guía de la estanqueidad de los sistemas.

Instituto Nacional de Normalización de los Estados Unidos / Sociedad Americana de Ingenieros en Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado.

ANSI/ASHRAE 15-2013 Norma de seguridad para sistemas de refrigeración

- Garantiza la vida, la salud y la propiedad, y establece los requisitos de seguridad para las personas y la propiedad en o alrededor de la ubicación del equipo de refrigeración.
- Especificaciones para la fabricación de sistemas estancos, pero sin abordar los efectos de las emisiones de refrigerante en el medio ambiente.
- Especificación de tareas de seguridad para el diseño, fabricación, prueba, instalación, operación e inspección de todas las aplicaciones de refrigeración y aire acondicionado fijo.
- Modificaciones y reemplazos de piezas o componentes y sustitución de refrigerantes con diferente designación.
- Las clasificaciones de seguridad de la Norma ASHRAE 34-2010 se utilizan para ofrecer directrices de seguridad en el diseño y la instalación de sistemas de refrigeración.

ANSI/ASHRAE 34-2010 Designación y clasificación de seguridad de los refrigerantes.

- Un sistema de referenciación de refrigerantes y su clasificación por toxicidad e inflamabilidad.
- Definición de los límites de concentración admisibles permitidos por la Norma ASHRAE 15-2010.

Disposiciones reglamentarias nacionales

Ley N° 26842. Ley General de salud.

Decreto legislativo N° 1062. Ley de Inocuidad de los alimentos.

Disposiciones reglamentarias sobre instalaciones frigoríficas

- Real Decreto 552/2019, de 27 de septiembre, por el que se aprueban el reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas y sus instrucciones técnicas complementarias
- El presente reglamento tiene por objeto definir las condiciones que deben cumplir los sistemas de refrigeración para garantizar la seguridad de las personas y los bienes y la protección del medio ambiente.
- Existen varias leyes que regulan la fabricación, instalación y uso de refrigeradores, especialmente refrigeradores comerciales. Según la Confederación Nacional de Instaladores y Mantenedores (CNI), muchas instalaciones ahora tienen una o más cámaras frigoríficas ilegales. Esto plantea un problema porque estamos ante una máquina que requiere cierto tipo de mantenimiento y ciertos tratamientos obligatorios. Las reglas eran consejos, sugerencias y recomendaciones. Sin embargo, esto ha cambiado con la aprobación del Real Decreto 552/2019, de 27 de septiembre, Reglamento de Seguridad de las Instalaciones Frigoríficas y sus Instrucciones Técnicas complementarias.

2.2. Descripción de las actividades desarrolladas

2.2.1. Lugar de ejecución del proyecto

El proyecto para la implementación de la cámara frigorífica de conservación de Aguaymanto con capacidad de almacenamiento de 9 toneladas tendrá lugar en la local municipal Casa Andina, ubicada en el distrito de Challabamba, provincia de Paucartambo, departamento del Cuzco, Perú. Latitud 13°12'58.0"S y Longitud 71°38'51.0"W.

Figura 2.19. Local Comunal Casa Andina – Distrito de Challabamba.

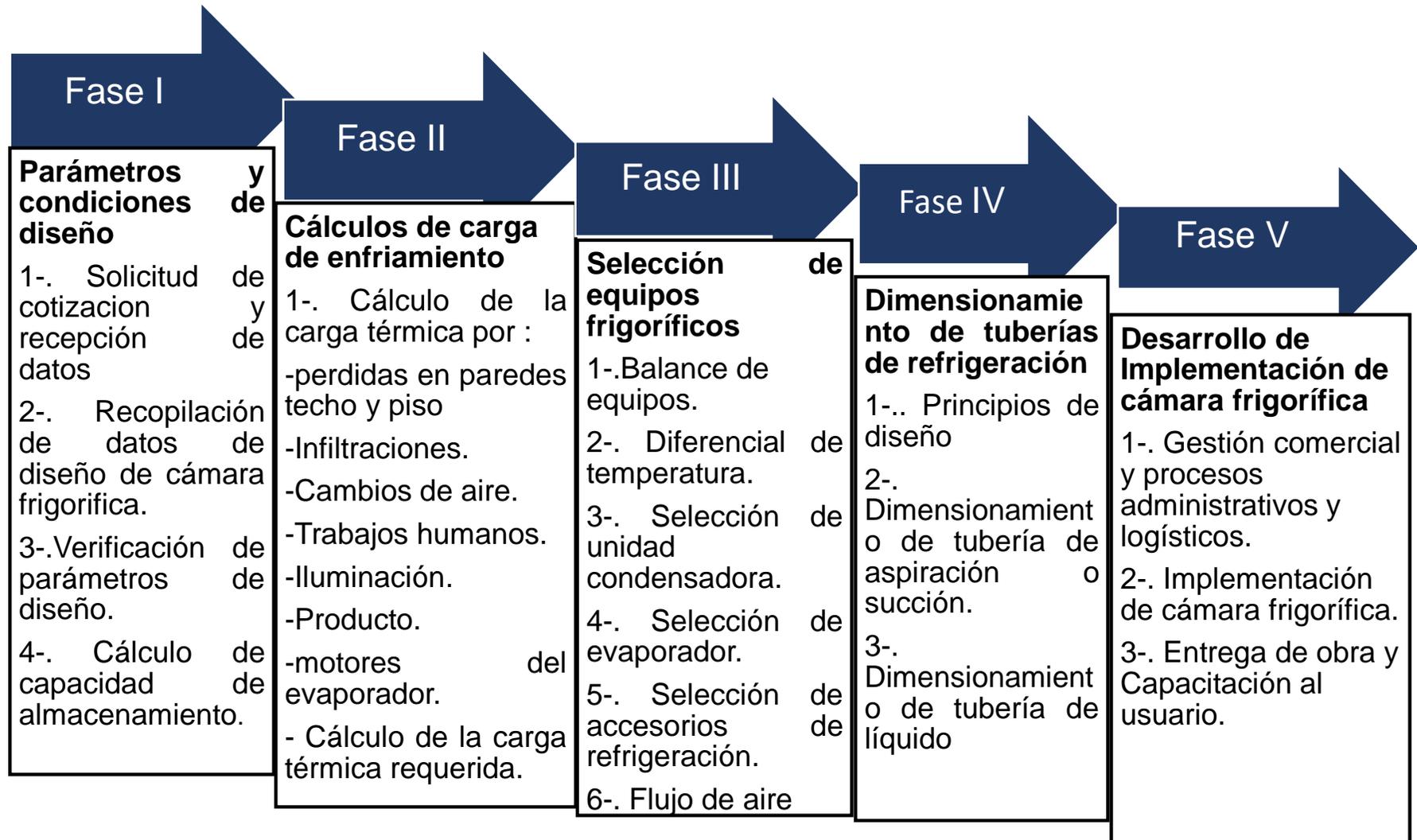


Fuente: Tomado de Software Google Earth.

2.2.2. Planificación de las actividades

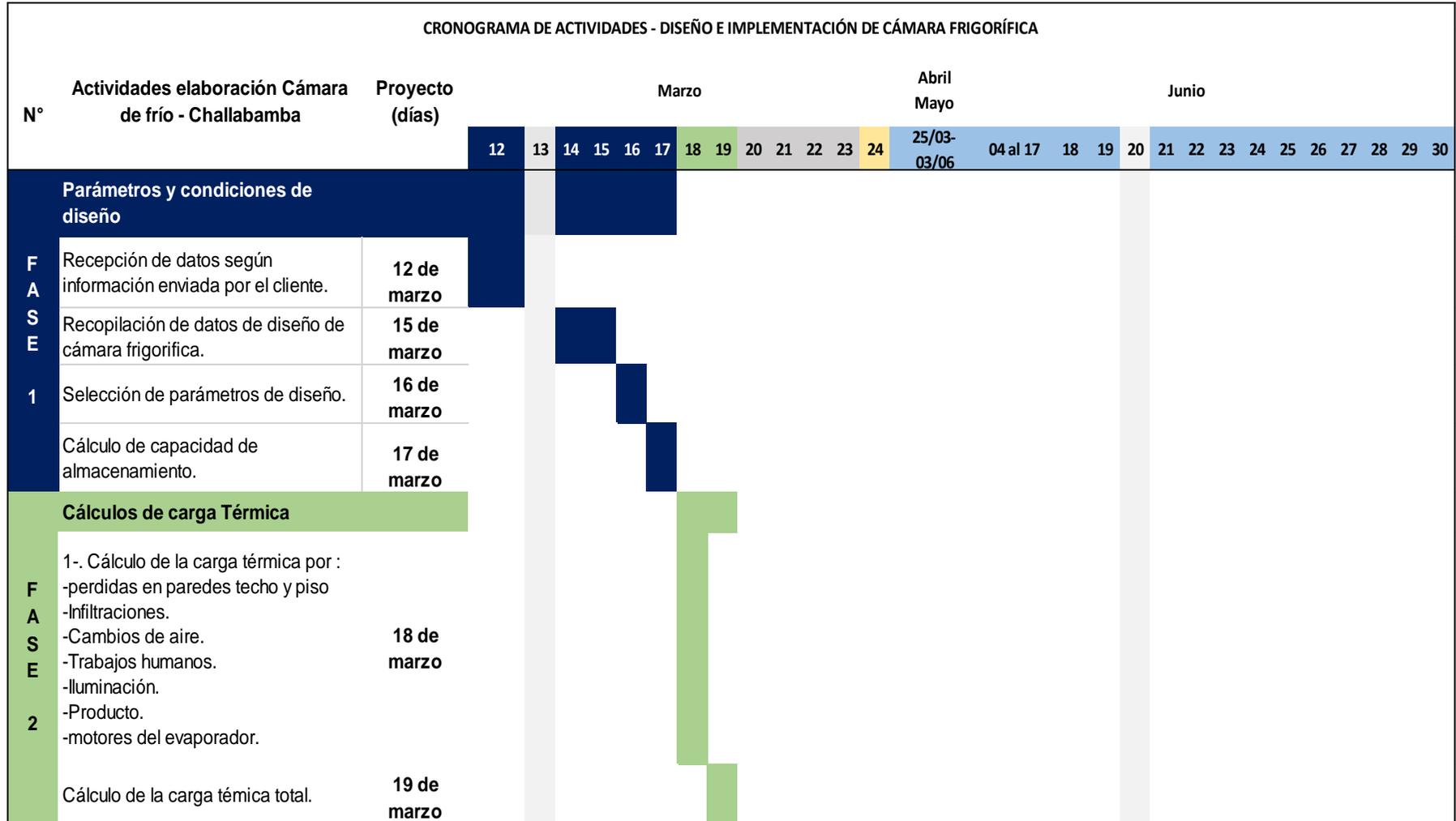
El desarrollo del proyecto de “Diseño de una cámara frigorífica con capacidad de almacenamiento de 9 toneladas para mantener la temperatura de conservación del aguaymanto. Parque nacional del manu - Challabamba – cuzco” tuvo una duración de 3 meses días calendario, la cual estuvo comprendida en el mes de marzo que fue la recepción de datos hasta junio que se realizó la entrega de la cámara frigorífica en el año 2022, estuvo comprendida en 5 fases que serán mencionadas a continuación:

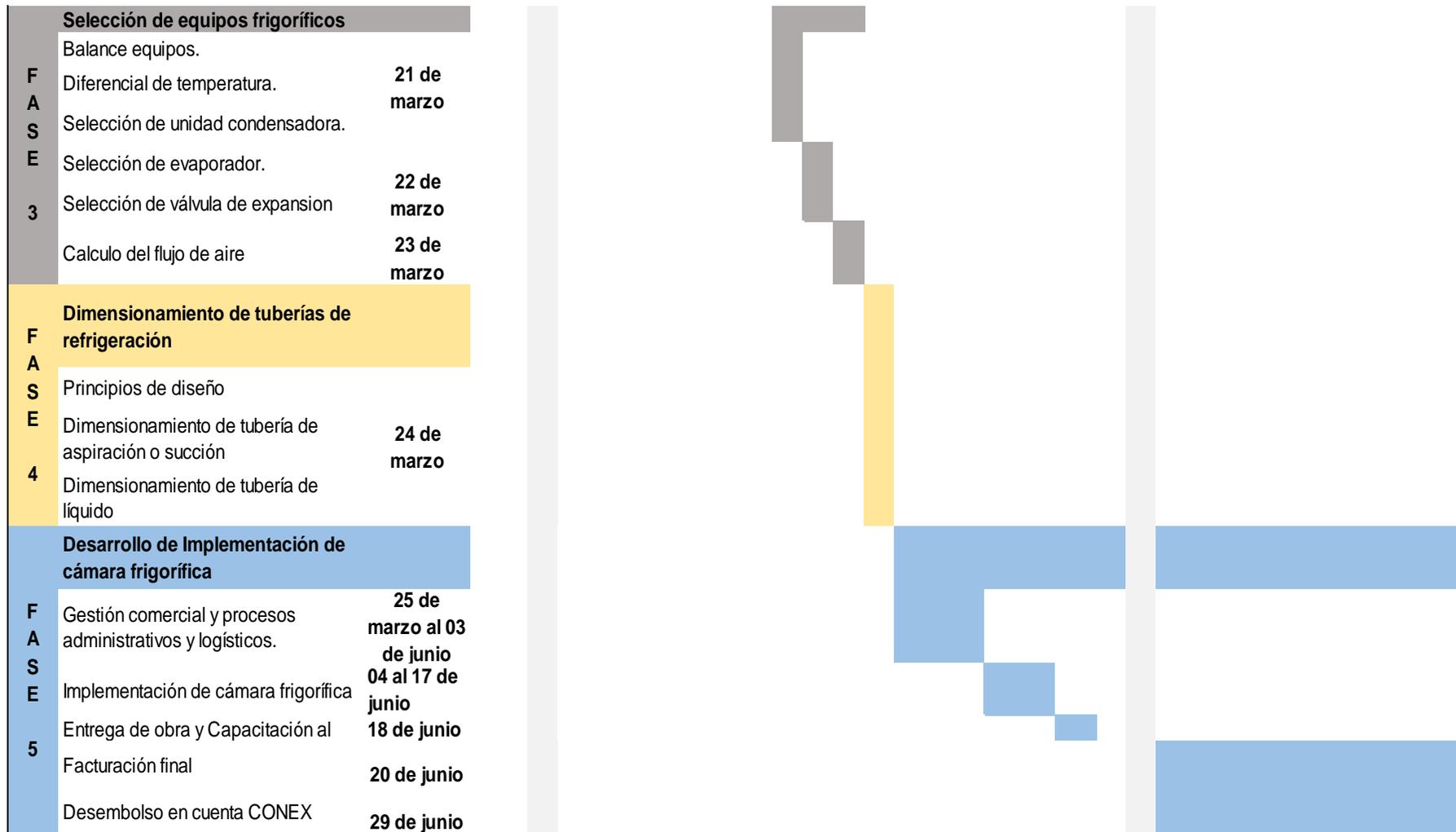
Diagrama de flujo o diagrama de operaciones



Cronograma de actividades desarrollado

Figura 2.20. Cronograma de actividades





III. APORTES REALIZADOS

3.1. Desarrollo de las actividades programadas

3.1.1 Fase I: Parámetros y condiciones de diseño

- **Solicitud de cotización y recepción de datos**

Se realizó la recepción de datos enviados por el cliente mediante un documento que fue descargado de la misma página web de la empresa, dentro del documento se subdividieron en:

- Sección 1: Esta carta de solicitud. (ver Anexo 3)
- Sección 2: Instrucciones y datos de SDC. (ver Anexo 4, 5,6,7 y 8)
- Lista de requisitos. (ver Anexo 9,10)
- Formulario de presentación de cotizaciones. (ver Anexo 12,13 y 14)
- Oferta técnica y financiera. (ver Anexo 15 y 16)

- **Recopilación de datos para diseño de cámara frigorífica.**

Esta parte del informe consistió en recolectar los datos relacionados con el diseño de cámara frigorífica y las variables involucradas en los cálculos de carga de enfriamiento. Las técnicas de recolección o recopilación de datos son las distintas formas o maneras de obtener la información, el mismo se señala que los instrumentos son medios materiales que se emplean para recoger y almacenar datos.

Se realizó la recopilación de datos para el diseño de cámara frigorífica por medio de estos indicadores que están determinados en los documentos con información del proyecto y así mismo se realizó preguntas al cliente sobre datos e información adicional como, por ejemplo: el método de almacenamiento, recipiente de almacenamiento, cantidad de producto por recipiente de almacenamiento, entre otros.

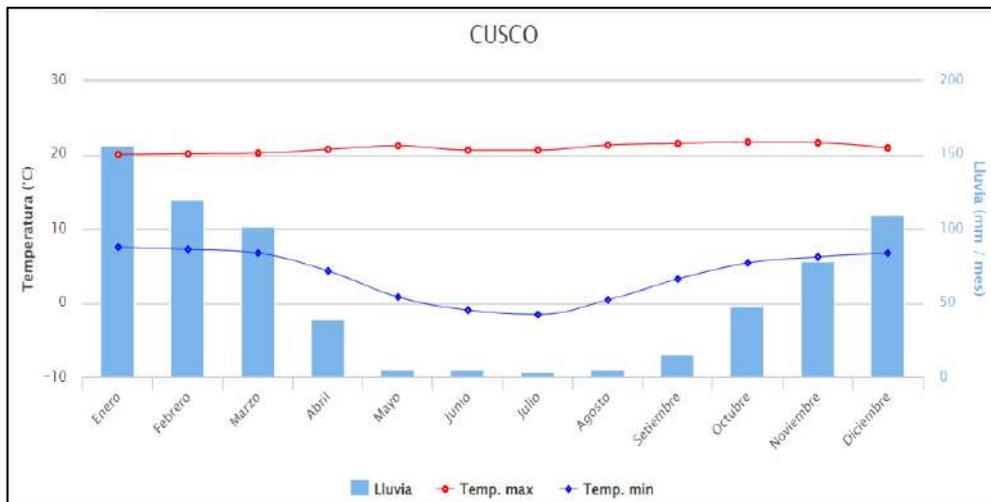
Tabla 3.1. Descripción de datos recopilados

Datos recopilados	Descripción
1.- Instrucciones y condiciones de la solicitud de cotización	Instrucciones para los oferentes
2.- Especificaciones técnicas	Requerimientos de diseño
Dimensiones de cámara	Largo: 5.00 metros
Temperatura de ingreso del producto	Ancho: 4.00 metros
Carga de producto	Altura: 2.40 metros
Aplicación	Promedio de +15°C
Tipo y espesor de aislamiento	2500 kg
Densidad de aislamiento	Conservación de Aguaymanto
Tipo de puerta	Panel de Poliestireno / 100mm
Tamaño de puerta	20 kg/m ³
Controlador de temperatura	Puerta frigorífica Pivotante
Tipo de refrigerante	Ancho: 1.00 metro
Potencia de compresor	Altura: 2.00 metros
Alimentación eléctrica	MT-512
Tiro de aire del evaporador	Ecológico
Número de ventiladores	2.0 Hp (Horse Power)
Caudal de aire del evaporador	220v / monofásica
Distancia entre unidad condensadora y evaporador	9 metros
3.- Requisitos de entrega de bienes	3
Plazo de entrega	4275 m ³ /h
Dirección	10 metros
Plazo de garantía	Requerimientos de diseño
Capacitación	45 días calendarios
4.- Oferta técnica y económica	Distrito de Challabamba, Cuzco
Tipo de moneda	1 año
	Si
	Soles

- **Condiciones climáticas del cuzco**

Durante el año en el Cuzco las condiciones climáticas varían. En el mes de octubre la temperatura es más elevada llega hasta los 21.7°C; en el mes de julio la temperatura se muestra más baja llegando a -1.6°C; y en el mes de enero llueve con mayor intensidad (156.32 mm/mes).

Figura 3.1. Condiciones climáticas



Fuente: (Senamhi, 2020)

Según se muestra en esta figura 3.1 para el (Senamhi, 2020) la temperatura ambiente anual en el año 2020 es 22° C, por ende, se considera en el presente proyecto como temperatura máxima. Por otro lado, para la altitud del distrito se Challabamba se tomó como dato 2 820 m.s.n.m.

- **Selección de parámetros de diseño**

Se seleccionaron los datos para el diseño de la cámara frigorífica. También se complementó esta información con parámetros y condiciones de diseño para obtener los cálculos de capacidad del almacenamiento y cálculos de carga térmica.

Tabla 3.2 Parámetros seleccionados para el diseño de cámara frigorífica

Datos de diseño	Datos de cámara
Ubicación	Challabamba, provincia de Paucartambo, departamento del Cuzco
Dimensiones de cámara	5.00m x 4.00m x 2.50m
Aplicación de la cámara	Cámara de conservación
Temperatura ambiente	22°C
Temperatura interna de cámara	+2°C a +6°C
Producto	Aguaymanto
Ingreso diario de producto	2500 kg
Tamaño de jaba	60.2cm x 40.2cm x 21.2cm
Peso de jaba de aguaymanto	13.2 kg
Temperatura de ingreso del producto	+15°C
Condiciones de intemperie	Cámara frigorífica bajo techo
Material de aislante	Poliestireno
Tipo de refrigerante	R404a / R507
Dimensiones de puerta	1.00m x 2.00m
Alimentación eléctrica	220V / monofásico

Nota: Recepción de datos dado por el cliente

- **Cálculo de capacidad de almacenamiento.**

Esta fase tiene como objetivo calcular la capacidad de almacenamiento, las dimensiones dadas por el cliente Empresa Programa de las naciones unidas para el desarrollo son de 5.00m x 4.00m x 2.50m de altura, para determinar la capacidad de almacenamiento de la cámara frigorífica debemos tener en cuenta el espacio con el que se cuenta para montar la cámara frigorífica, así como las dimensiones del producto y el peso del producto por unidad de volumen, que ocupara en el espacio refrigerado, a esto denominaremos como densidad del producto para ello procederemos tomando los datos de las jabas de aguaymanto:

- Dimensiones de jaba de producto (jaba cosechera): 60.2cm x 40.2cm x 21.2cm
- Peso de jaba cosechadora con aguaymanto: 13.2 kg

$$\text{Densidad del producto} = \frac{\text{Peso de jaba cosechadora}}{\text{Volumen de jaba cosechadora}} \dots\dots\dots\text{Ec. (3.1)}$$

$$\text{Densidad del producto} = \frac{13.2 \text{ kg}}{0.602\text{m} \times 0.402\text{m} \times 0.212\text{m}}$$

$$\text{Densidad del producto} = 257.28 \text{ kg/m}^3$$

Hallamos el volumen de la cámara frigorífica según la ecuación 3.2:

$$\text{Volumen de cámara} = \text{Largo} \times \text{ancho} \times \text{altura} \dots\dots\dots\text{Ec. (3.2)}$$

$$\text{Volumen} = 5.00\text{m} \times 4.00\text{m} \times 2.50\text{m}$$

$$\text{Volumen} = 50 \text{ m}^3$$

Para determinar la capacidad de almacenamiento reemplazamos la ecuación 3.3

$$\text{Capacidad de almacenamiento} = V_{\text{cámara}} * p_{\text{producto}} * 70\% \dots\dots\dots\text{Ec. (3.3)}$$

$$\text{Capacidad de almacenamiento} = 50 \text{ m}^3 * 257.28 \text{ kg/m}^3 * 70\%$$

$$\text{Capacidad de almacenamiento} = 9\ 004.80 \text{ kg} \approx 9 \text{ Ton}$$

Luego de realizar los cálculos podemos determinar que la capacidad de almacenamiento de la cámara frigorífica para la conservación de aguaymanto es de 9 toneladas.

3.1.2 Fase 2: Cálculos para obtener la carga de enfriamiento.

En esta fase realizaremos diversos cálculos que son necesarios para obtener la carga de enfriamiento:

En primer lugar, realizaremos un cálculo para determinar el espesor de aislamiento térmico, según las bases teóricas del presente informe el aislamiento a utilizar es el Poliestireno y la temperatura de almacenamiento es de 2°C equivalente a 35.6°F.

El espesor del material se obtiene utilizando la tabla 3.3 del Manual de ingeniería (Bohn, 2005).

Tabla 3.3 Selección de espesor de aislamiento térmico para cámara frigorífica

Temperatura de almacenamiento		Espesor deseable del aislamiento en pulg.	
°F	°C	Poliestireno	Uretano
-50 a -25	-45 a -35	8	6
-25 a 0	-32 a -18	6	4
0 a 25	-18 a -4	4	4
25 a 40	-4 a 5	4	3 – 4
40 y más	+5 y más	2	2

Fuente: Tomado del Manual de refrigeración Bohn 2005, pág. 21

Nota: El espesor del aislamiento térmico poliestireno para el diseño de la cámara frigorífica es de 4 pulgadas.

- **Cálculos para hallar la carga de enfriamiento (Q_T)**

Para realizar el cálculo de la carga de enfriamiento total se debe hallar primero las diferentes cargas térmicas: Carga térmica por paredes Btu/hr (Q_p), Carga térmica por cambio de aire en Btu/hr ($Q_{ca.}$), Carga térmica por producto en Btu/hr (Q_{pr}), Carga térmica por respiración por producto en Btu/hr (Q_{rp}) y Carga térmica por cargas varias en Btu/hr. (Q_v).

Para estos cálculos tendremos que representar los parámetros de diseño en el sistema de unidades de medida anglosajón (sistema ingles).

Tabla 3.4. Parámetros para cálculos de cargas térmicas

Parámetros de diseño	Unidad de medida internacional	Unidad de medida anglosajón
Dimensiones externas	Largo = 5.00 m	Largo = 16.40 ft
	Ancho = 4.00 m	Ancho = 13.12 ft
	Altura = 2.50 m	Altura = 8.20 ft
Dimensiones internas	Largo = 4.80 m	Largo = 15,75 ft
	Ancho = 3.80 m	Ancho = 12.47 ft
	Altura = 2.40 m	Altura = 7.87 ft
Volumen interior	43.78 m ³	1545.69 pie ³
Temperatura exterior	22°C	71.6°F
Temperatura interna	2°C	35.6°F
Masa de ingreso diario de producto	2 500 kg	5 511.55 lb
Temperatura de ingreso del producto	15°C	59°F
Espesor del material de aislamiento para paredes	100mm	4"
Cantidad de personas	1	1
Cantidad de luminarias	2	2

- **Cálculos de la ganancia de carga por paredes (Q_p)**

Realizaremos los cálculos térmicos para determinar la ganancia de carga por cada una de las paredes, techo y piso de la cámara frigorífica.

Dado que en el diseño de esta cámara frigorífica se utilizará paneles termoaislantes de Poliestireno de espesor 4" (100mm aproximadamente), hallaremos la conductividad térmica usando los datos de la siguiente tabla:

Tabla 3.5. Tabla para selección de resistencia térmica

Aislamiento (pulg.)				
Corcho o lana Mineral K= 0.30	Fibra de vidrio o Poliestireno K= 0.26	Uretano Espreado K= 0.16	Uretano Aplicado en el lugar K= 0.12	R
	1			4
	2			8
4	3	2		12.4
5	4		2	16.4
6	5	3		19.6
8	6	4	3	25
10	8		4	33
	10	6		38.7
			6	50

Fuente: Manual de refrigeración Bohn, 2005, pág. 16

Conociendo el material del aislamiento (Poliestireno) y el espesor de la plancha (4”) podemos conocer el valor de R = 16.4.

Según este manual podemos calcular el coeficiente global de transferencia de calor con la ecuación 3.4:

$$U = \frac{1}{R} \dots\dots\dots \text{Ec. (3.4)}$$

Donde:

U: Coeficiente global de transferencia de calor (Btu/(hr. pie². °F))

R: Resistencia térmica ((hr. pie². °F)/(Btu)).

Reemplazando en la ecuación:

$$U = \frac{1}{R} = \frac{1}{16.4}$$

$$U = 0.061 \text{ (Btu/hr.pie}^2\text{.}^\circ\text{F)}$$

Continuando con los cálculos de carga térmica por paredes tenemos:

1. Ganancia de carga en pared norte ($Q_{p(norte)}$):

Para hallar la ganancia carga térmica en la pared norte se utilizó la ecuación 3.6:

$$Q_{p(norte)} = A \times U \times D_T \times 24hr \dots\dots\dots\text{Ec. (3.5)}$$

Donde:

A : Área de pared norte (ancho x altura) en pie^2

U : Coeficiente global de transferencia de calor en (Btu/ (hr. pie^2 . $^\circ\text{F}$))

D_T : Diferencial de temperatura ($T_{Ext} - T_{Int}$)

T_{Ext} : Temperatura exterior en $^\circ\text{F}$

T_{Int} : Temperatura interior en $^\circ\text{F}$

Reemplazando los valores:

$$Q_{p(norte)} = (13.12)(8.20) \times 0.061 \times (71.6 - 35.6) \times 24hr$$

$$Q_{p(norte)} = 5,670.10 \text{ Btu/hr}$$

2. Ganancia de carga en pared sur ($Q_{p(sur)}$):

Para calcular la ganancia carga térmica en la pared sur, se utilizó la ecuación 3.6 o se deduce que será el mismo resultado que la ganancia de carga de la pared norte:

$$Q_{p(norte)} = Q_{p(sur)} = 5,670.10 \text{ Btu/hr}$$

3. Ganancia de carga en pared este ($Q_{p(este)}$):

Para hallar la ganancia carga térmica en la pared este se utilizó la ecuación 3.5:

$$Q_{p(este)} = A \times U \times D_T \times 24hr \dots\dots\dots\text{Ec. 3.5}$$

Reemplazando los valores:

$$Q_{p(este)} = (16.40)(8.20) \times 0.061 \times (71.6 - 35.6) \times 24hr$$

$$Q_{p(este)} = 7\ 087.63\ Btu/hr$$

4. Ganancia de carga en pared oeste ($Q_{p(oeste)}$):

También se utilizó la ecuación 3.6 para hallar la ganancia carga térmica en la pared oeste o se deduce que será el mismo resultado que la ganancia de carga de la pared este:

$$Q_{p(este)} = Q_{p(oeste)} = 7\ 087.63\ Btu/hr$$

5. Ganancia de carga en techo ($Q_{p(techo)}$):

Así mismo para hallar la ganancia carga térmica en el techo se usó la ecuación 3.6:

$$Q_{p(techo)} = A \times U \times D_T \times 24hr \dots\dots\dots\text{Ec. (3.5)}$$

Reemplazando los valores:

$$Q_{p(techo)} = (13.12)(16.40) \times 0.061 \times (71.6 - 35.6) \times 24hr$$

$$Q_{p(techo)} = 11\ 340.21\ Btu/hr$$

6. Ganancia de carga en piso (Q_p (piso)):

Así mismo para hallar la ganancia carga térmica en el piso se usó la ecuación 3.6:

$$Q_p(\text{techo}) = A \times U \times D_T \times 24hr \dots\dots\dots\text{Ec. (3.5)}$$

Para efectos de cálculo, según (Dossat, 1995), se tomará como diferencial de temperatura la siguiente ecuación:

$$D_T = (T_{Ext} - 30^\circ F) - T_{Int}$$

Según (Caballero, 2006), la conductividad térmica para el concreto armado es de 1.74 W/°C.

Realizando la conversión:

$$1 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C} = 0.17612 \text{ Btu/h} \cdot \text{pie}^2 \cdot ^\circ\text{F}$$

Reemplazando en la ecuación 3.6:

$$Q_p(\text{techo}) = (13.12 \times 16.40) \times 1.74 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}} \times \frac{0.17612 \text{ Btu/h} \cdot \text{pie}^2 \cdot ^\circ\text{F}}{1 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}} \\ \times (71.6 - 30 - 35.6) \times 24hr$$

$$Q_p(\text{piso}) = 9\,495.07 \text{ Btu/hr}$$

Por lo tanto, la ganancia de carga de enfriamiento a través de las paredes, techo y piso será la siguiente:

$$Q_p = Q_p(\text{norte}) + Q_p(\text{sur}) + Q_p(\text{este}) + Q_p(\text{oeste}) + Q_p(\text{techo}) + Q_p(\text{piso}) \dots\text{Ec. 3.6}$$

$$Q_p = 5670.10 + 5670.10 + 7087.63 + 7087.63 + 11340.21 + 9495.07$$

$$Q_p = 46\,350.74 \text{ btu/h}$$

- **Cálculos de la carga por cambios de aire (Q_{CA})**

Para calcular la carga por cambios de aire es necesario primero hallar la cantidad de cambios de aire promedio por 24hr y el factor de cambio de aire.

En primer lugar; hallamos los cambios de aire promedio por 24 horas usando la Tabla 3.6, tomando como dato de referencia de la tabla 3.4 el volumen interior que tiene el valor de 1545.69 pie^3 , para efectos de cálculo aproximaremos el valor del volumen a 1500 pie^3 .

Tabla 3.6. Cambios de aire promedio por 24horas para cuartos de almacenaje arriba de 32°F debido a abertura de puertas e infiltración.

Volumen pies cúbicos	Cambios de aire por 24 hr	Volumen pies cúbicos	Cambios de aire por 24 hr
250	38.0	1000	17.5
300	34.5	1500	14.0
400	29.5	2000	12.0
500	26.0	3000	9.5
600	23.0	4000	8.2
800	20.0	5000	7.2

Fuente: Tabla extraído de Dossat, 1995, pág. 209.

Después de representar la tabla 3.6 podemos determinar que lo cambios de aire promedio por 24 horas para un volumen de 1500 pie^3 es 14.0.

En segundo lugar; se tomó como datos de referencia de la tabla 3.2.; la temperatura exterior de 71.6°F y la humedad relativa 60% para poder calcular el factor de cambios de aire mediante la Tabla 3.7.

Tabla 3.7. Btu por pie cúbico de aire eliminado en enfriamiento para condiciones de almacenaje arriba de 30°F.

Temp. Cuarto almacén°F	Temperatura aire de entrada °F									
	85		90			95		100		
	Humedad Relativa aire Int. %									
	50	60	70	50	60	70	50	60	50	60
65	0.65	0.85	1.12	0.93	1.17	1.44	1.24	1.54	1.58	1.95
60	0.85	1.03	1.26	1.13	1.37	1.64	1.44	1.74	1.78	2.15
55	1.12	1.34	1.57	1.41	1.66	1.93	1.72	2.01	2.06	2.44
50	1.32	1.54	1.78	1.62	1.87	2.15	1.93	2.22	2.28	2.65
45	1.50	1.73	1.97	1.80	2.06	2.34	2.12	2.42	2.47	2.85
40	1.69	1.92	2.16	2.00	2.26	2.54	2.31	2.62	2.67	3.06
35	1.89	2.09	2.34	2.17	2.43	2.72	2.49	2.79	2.85	3.24
30	2.00	2.24	2.49	2.26	2.53	2.82	2.64	2.94	2.95	3.35

Fuente: Tomado del de Dossat, 1995 - pág. 208.

Dado que la tabla no indica el valor exacto, se procederá a interpolar según la tabla 3.8:

Tabla 3.8. Interpolación de Btu por pie cubico de aire eliminado

Datos	Valores		
Temperatura interna	35.6°F	35.6°F	35.6°F
Humedad relativa	60%	60%	60%
Temperatura exterior	71.6°F	85°F	90°F
Factor de cambio de aire	X	2.09	2.43

$$\frac{90 - 85}{90 - 71.6} = \frac{2.43 - 2.09}{2.43 - x}$$

$$x = 1.105 \text{ btu/pie}^3$$

Usaremos la ecuación 3.7 para hallar la ganancia de carga térmica por cambios de aire:

$$Q_{ca} = V_{Int} \times C.a \times f.C.a \dots\dots\dots \mathbf{Ec. (3.7)}$$

Donde:

V_{Int} : Volumen interior en m^3

$C.a$: Cambios de aire promedio por 24 horas

$F.C. a$: Factor de cambio de aire en Btu/pe^3

Reemplazando en la ecuación 3.7:

$$Q_{ca} = 1545.69 \times 14.0 \times 1.105$$

$$\mathbf{Q_{ca} = 23\ 911.82\ Btu/hr}$$

- **Cálculos de la carga del producto (Q_{PR})**

Para calcular la carga del producto es necesario primero hallar el calor específico antes del punto de congelamiento.

Tomaremos el dato de calor específico del informe de (Rebaza, 2018) con un valor de $C.e_{ac} = 3.64\ kJ/kg.^{\circ}C$.

Usando el factor de conversión: $1\ kJ/kg.^{\circ}C = 0.23885\ Btu/lb.^{\circ}F$

$$C.e_{ac} = 3.64\ kJ/kg.^{\circ}C \times \frac{0.23885\ Btu/lb.^{\circ}F}{1\ kJ/kg.^{\circ}C}$$

$$C.e_{ac} = 0.8694\ Btu/lb.^{\circ}F$$

Teniendo este resultado se podrá calcular la ganancia de carga térmica por producto reemplazando los datos en la siguiente ecuación 3.8:

$$Q_{pr} = m \times C.e_{ac} \times Dt \dots\dots\dots \mathbf{Ec. (3.8)}$$

Donde:

m : masa de ingreso diario en kg

$C.e_{ac}$: Calor específico antes del punto de congelamiento

D_t : Diferencial de temperatura ($T_{Ing} - T_{Int}$)

T_{Ing} : Temperatura de ingreso de producto en °F

T_{Int} : Temperatura interior en °F

Reemplazando en la ecuación:

$$Q_{pr} = m \times C.e_{ac} \times (T_{Ing} - T_{Int})$$

$$Q_{pr} = 5\,511.55 \times 0.8694 \times (59 - 35.6)$$

$$Q_{pr} = 112\,126.75 \text{ Btu/hr}$$

- **Cálculos de carga térmica por respiración del producto (Q_{RP})**

En esta parte del cálculo, se encontró un dato limitante, ya que no se encontró antecedentes específicos sobre el valor numérico del factor de calor de respiración del producto para el aguaymanto. Sin embargo, (Cardenas, 2018) en su proyecto menciona que, mientras disminuyó la temperatura de refrigeración se redujo la tasa respiratoria, incluso a 2°C la tasa respiratoria fue cercana a cero.

No obstante, en el presente proyecto se consideró tener un dato más concreto por ende se procedió a realizar el promedio entre los calores de respiración de las frutas según la temperatura interna de la cámara frigorífica descrito en el libro de (Dossat, 1995), ya que muestra valores más específicos.

Figura 3.2. Calor de reacción de frutas y vegetales.

FRUTAS		
Artículos	Temperatura Grados F	Btu por hora per lb
Manzanas	32	.018
	40	.030
	60	.120
Damascos	32	.023
	40	.036
	60	.170
Plátanos Colgados Madurándose Enfriándose	54	.069
	68	.190
	70-56	.500§
Avisón	36	.115
	60	.345
Cerezas	32	.032
	60	.250
Arándanos	32	.014
	40	.019
	50	.036
Dátiles, Frescos	32	.014
	40	.019
	50	.036
Toronjas	32	.0096
	40	.022
	60	.058
Uvas	32	.0075
	40	.014
	60	.050
Limonas	32	.012
	40	.017
	60	.062
Limón mexicano	32	.012
	40	.017
	60	.062
Naranjas	32	.017
	40	.029
	60	.104
Duraznos	32	.023
	40	.036
	60	.170
Peras	32	.016
	60	.230
Ciruelas	32	.032
	60	.250
Membrillos	32	.018
	40	.030
	60	.120
Fresas	32	.068
	40	.120
	60	.360

Fuente: Tomado del libro de (Dossat, 1995) de la pág. 217.

Promedio entre los calores de respiración teniendo como datos:
Temperatura interna de cámara: 32°F

$$f_{CR} = \frac{0.018 + 0.023 + 0.032 + 0.014 + 0.014 + 0.0096 + 0.0075 + 0.012 + 0.012}{0.017 + 0.023 + 0.016 + 0.032 + 0.018 + 0.068} \times 15$$

$$f_{CR} = 0.021 \text{ Btu/hr.lb}$$

Para calcular la carga térmica por respiración del producto se utilizó la ecuación 3.9:

$$Q_{RP} = m \times f_{CR} \times 24hr \dots\dots\dots \text{Ec. (3.9)}$$

Donde:

m: masa de ingreso diario en kg

f_{CR}: Factor de calor de respiración en Btu(hr.lb)

Reemplazando en la ecuación:

$$Q_{RP} = 5\,511.55 \times 0.021 \times 24hr$$

$$Q_{RP} = 2\,777.82 \text{ Btu/hr}$$

- **Cálculos de carga varias (*Q_V*)**

Para hallar la ganancia carga térmica por cargas varias primero se debe calcular el: Calor cedido por el alumbrado interno en Btu/hr (*Q_{alumbrando}*), calor cedido por los motores eléctricos en Btu/hr (*Q_{motores}*) y calor cedido por las personas en el interior en Btu/hr (*Q_{personas}*)

- **Cálculo de calor cedido por el alumbrado interno**

Se considero en la instalación de la iluminación 2 equipos herméticos LED de 48W / IP65, luz blanca. Usaremos la ecuación 3.11 mencionada en nuestras bases teóricas para calcular el calor cedido por el alumbrado interno.

$$Q_{Alumbrado} = watts \times 3.42 \text{ Btu/watt.hr} \times 24hr \dots\dots \text{Ec. (3.10)}$$

Donde:

watts: Cantidad de watts de las luminarias instaladas en el interior

Reemplazando en la ecuación:

$$Q_{Alumbrado} = 2 \times 48 \times 3.42 \text{ Btu/watt.hr} \times 24\text{hr}$$

$$Q_{Alumbrado} = 7\,879.68 \text{ Btu/hr}$$

– **Cálculo de calor cedido por motores eléctricos**

Usaremos la ecuación 3.12 para calcular el calor cedido por motores eléctricos.

$$Q_{motores\ electricos} = 0.05 \text{ a } 0.08 \times (Q_P + Q_{CA} + Q_{PR}) \dots\dots\dots \text{Ec. (3.11)}$$

Donde:

Q_P : Carga térmica por paredes en Btu/hr

Q_{CA} : Carga térmica por cambios de aire en Btu/hr

Q_{PR} : Calor térmica por producto en Btu/hr

Reemplazando en la ecuación:

$$Q_{motores\ electricos} = 0.08 \times (46\,350.74 + 23911.82 + 111126.75)$$

$$Q_{motores\ electricos} = 14\,511.14 \text{ btu/h}$$

• **Cálculo de calor cedido por personas:**

Usaremos la tabla 3.9 para hallar el factor de equivalencia de calor por persona dentro de espacios refrigerados.

Tabla 3.9 Equivalente de calor por personas dentro del espacio refrigerado.

Temperatura Enfriado °F	Calor equivalente / Personas Btu/hr
50	720
40	840
30	950
20	1050
10	1200
0	1300
-10	1400

De los parámetros de diseño tenemos que la Temperatura de cámara es de 35.6°F, para hallar el calor equivalente por personas realizaremos la interpolación entre 30°F a 40°F.

Tabla 3.10. Interpolación del equivalente de calor por persona

Temperatura Enfriado °F	Calor equivalente / Personas Btu/hr
40	840
35.6	X
30	950

Interpolamos:

$$\frac{40 - 35.6}{40 - 30} = \frac{840 - x}{840 - 950}$$
$$x = 888.4$$

Para calcular el calor cedido por personas dentro de la cámara se utilizó la ecuación 3.12:

$$Q_{personas} = Fact_{E,p} \times \# personas \times 24hr \dots\dots\dots \mathbf{Ec. (3.12)}$$

Donde:

$Fact_{E,p}$: Factor de equivalencia de calor por personas interior

$\#personas$: se considera 1 persona

Reemplazamos en la ecuación 3.12:

$$Q_{personas} = 888.4 \times 8 \times 24hr$$

$$Q_{personas} = \mathbf{21\ 321.6\ Btu/hr}$$

Después de tener los resultados del calor cedido en el alumbrado interno, motores eléctricos y personas en el interior se calculará las cargas varias con la siguiente ecuación:

$$Q_V = Q_{alumbrando} + Q_{motores} + Q_{personas} \dots\dots\dots \mathbf{Ec. (3.13)}$$

Reemplazando:

$$Q_V = 7\ 879.68 + 14\ 511.14 + 21\ 321,60$$

$$Q_V = 43\ 712.42\ btu/h$$

- **Cálculos para obtener la carga de enfriamiento Final (Q_F)**

Usaremos la ecuación 3.14 para calcular la carga de enfriamiento total y posteriormente será afectada por el factor de seguridad para determinar la carga de enfriamiento final:

Se considera para efectos de cálculo un factor de seguridad de 10%.

$$F.s = 10\% \times Q_T$$

Hallamos la carga de enfriamiento total realizando la sumatoria de todas las cargas térmicas.

$$Q_T = (Q_P + Q_{CA} + Q_{PR} + Q_{RP} + Q_V) \dots\dots\dots \mathbf{Ec. (3.14)}$$

Donde:

Q_T : Carga de enfriamiento total en Btu/hr.

Q_p : Carga térmica por paredes Btu/hr.

Q_{ca} : Carga térmica por cambio de aire en Btu/hr.

Q_{pr} : Carga térmica por producto en Btu/hr.

Q_{rp} : Carga térmica por respiración por producto en Btu/hr.

Q_v : Carga térmica por cargas varias en Btu/hr.

Reemplazando en la ecuación:

$$Q_T = (Q_P + Q_{CA} + Q_{PR} + Q_{RP} + Q_V) \dots\dots\dots \text{Ec. (3.14)}$$

$$Q_T = (46350.74+23911.82+112126.75+2777.82+43712.42)$$

$$Q_T = 228\ 879.55 \text{ btu/h}$$

Para hallar el factor de seguridad reemplazaremos la carga de enfriamiento total en la ecuación:

$$F.s = 10\% \times Q_T \dots\dots\dots \text{Ec. (3.15)}$$

$$F.s = 10\% \times 228\ 879.55$$

$$F.s = 22\ 887.95 \text{ btu/hr}$$

A continuación, se realizará el cálculo de la carga de enfriamiento final:

$$Q_{Final} = Q_T + F.s \dots\dots\dots \text{Ec. (3.16)}$$

$$Q_{Final} = 228\ 879.55 + 22\ 887.95$$

$$Q_{Final} = 251\ 767.50 \frac{\text{btu}}{\text{h}}$$

Para determinar la capacidad de enfriamiento del equipo usaremos la siguiente ecuación:

$$\text{CER Btu/hr} = \frac{\text{Cte Btu/24hr}}{\text{Tf (hr)}} \dots\dots\dots \text{Ec. (3.17)}$$

Donde:

C.E.R. Btu/hr: Capacidad de equipo requerida en Btu/h

Cet: Carga enfriamiento total

Tf: Tiempo deseado de funcionamiento

Para cámaras frigoríficas con una temperatura mayor a 32°F se utilizará un tiempo de funcionamiento de 16 horas. (Dossat, 1995)

Reemplazando:

$$CER \frac{btu}{h} = \frac{251\,767.50}{16}$$
$$CER \frac{btu}{h} = 15\,735.47 \frac{btu}{h}$$

Para efectos de selección de los equipos de refrigeración se realizará la conversión de btu/h a kcal/h.

$$1 \text{ kcal/h} = 3.9683 \text{ btu/h}$$

Realizando la conversión, tenemos que la carga de enfriamiento requerida para la selección de los equipos de refrigeración es:

$$CER \frac{btu}{h} = 15\,735.47 \text{ btu/h} \times \frac{1 \text{ kcal/h}}{3.9683 \text{ btu/h}}$$

$$CER \frac{kcal}{h} = 3\,965.29 \frac{Kcal}{h}$$

Dado el resultado podemos decir que la carga de enfriamiento obtenida es la carga térmica que requiere los equipos de refrigeración para poder obtener la temperatura de conservación del aguaymanto, esta carga térmica es de 3 965.29 kcal/h.

3.1.3 Fase 3: Selección de equipos de refrigeración.

En esta fase realizaremos cálculos para la selección y verificación de carga térmica tanto de la unidad condensadora y unidad evaporadora.

Según como indica (Bohn, 2005), se debe seleccionar como primer equipo a la unidad condensadora el cual la capacidad frigorífica debe ser mayor o igual a la calculada.

Usaremos la tabla 3.11 para seleccionar la humedad relativa según la descripción de la clase de producto a refrigerar.

Tabla 3.11. Diferencial de temperatura recomendados (DT) para productos alimenticios.

Clase	DT	H.R. APROX.	DESCRIPCIÓN DE LAS CLASES DE LOS PRODUCTOS
1	7°-9° F	90%	Resulta una cantidad mínima de evaporación de la humedad durante el almacenamiento en (vegetales, productos agrícolas, flores, hielo sin empaque y cuartos para enfriar).
2	10°.12° F	80-85%	Almacenamiento en general y refrigeradores de tiendas de conveniencia, comida y vegetales empacados, frutas y productos similares. Requieren menores niveles de humedad.
3	12-16° F	65-80%	Incluye cereza, vino, farmacéuticos, papas y cebollas, frutas de cáscara dura; productos empacados. Requieren solo humedad relativa moderada.
4	17°-22° F	50-65%	Incluye cámaras de preparación y corte, almacenes de cereza dulce o almacenaje de películas y diques de carga. Requieren de bajas humedades relativas o aquellas que no son afectadas por la humedad.

Fuente: Diseño de evaporador con DT (Dossat, 1995) pág. 245- Tabla 11-2)

Teniendo en cuenta la recomendación del manual de ingeniería de (Bohn, 2005), para el producto de aguaymanto, que es una fruta, usaremos una humedad relativa entre 80-85%. Luego de determinar la humedad relativa se usará los datos de la tabla 3.12:

Tabla 3.12. Selección de Diferencial de temperatura

Humedad Relativa %	Convección natural	Convección forzada
95-91	12-14	8-10
90-86	14-16	10-12
85-81	16-18	12-14
80-76	18-20	14-16
75-70	20-22	16-18

Fuente: Dossat, 1995 - pág. 245

Por lo tanto, para obtener una humedad entre 80-85% mediante una convección forzada, se trabajará con un diferencial de temperatura $Dt = 14^{\circ}F$, tomando como referencia la ecuación de conversión de diferenciales de temperatura señalada en (Howell y Richard (1990).

$$1.8 \times DT^{\circ}C = DT^{\circ}F$$

$$DT^{\circ}C = \frac{DT^{\circ}F}{1.8}$$

$$DT^{\circ}C = \frac{14^{\circ}F}{1.8}$$

$$DT^{\circ}C = 7.77^{\circ}C$$

$$DT^{\circ}C = 8^{\circ}C$$

Teniendo como datos que la temperatura de trabajo de la cámara frigorífica de $2^{\circ}C$ y el $DT^{\circ}C = 8^{\circ}C$, reemplazamos en la ecuación:

$$DT = T_{Cámara} - T_{Evap} \dots \dots \dots \text{Ec. (3.18)}$$

Donde:

DT : Diferencial de temperatura teórico del evaporador

$T_{Cámara}$: Temperatura del aire que llega al evaporador

T_{Evap} : Temperatura de saturación del refrigerante a la salida del Evaporador

$$DT = T_{Cámara} - T_{Evap}$$

$$8^{\circ}C = 2^{\circ}C - T_{Evap}$$

$$T_{Evap} = 2^{\circ}C - 8^{\circ}C$$

$$T_{Evap} = -6^{\circ}C$$

- **Selección de unidad condensadora**

Según el Manual de ingeniería BOHN, la unidad condensadora es la unidad que se selecciona primero la cual debe tener la capacidad mayor a la carga térmica calculada. Esta capacidad de la unidad condensadora debe ser seleccionada a una temperatura de succión la cual será balanceada con el evaporador y el aire dentro de la cámara frigorífica. La unidad condensadora también deberá ser seleccionada a una temperatura de condensación correspondiente al aire del ambiente o agua del medio de condensación a la temperatura disponible en el lugar de trabajo. En la siguiente tabla 3.13 se menciona lo siguiente:

Tabla 3.13. Parámetros de diseño para la selección de la unidad condensadora

Datos y/o resultados	Valores
Carga de enfriamiento total	3965.29 kcal/h
Temperatura ambiente	22°C ≈ 71.6°F
Temperatura de evaporación	-6°C

(Bohn, 2005), nos describe que los factores de reducción en la selección de los equipos de refrigeración se deben de tomar en cuenta ya que la capacidad de los equipos está basada en ciertos criterios. Procurar tener cuidado para determinar las condiciones de trabajo actual y los factores propios de disminución que deben ser aplicados. Estos factores pueden variarse por el fabricante, pero pueden ser usados aquí como regla de aproximación empírica.

– **Medio ambiente**

El ambiente de la unidad condensadora es el concerniente al equipo generalmente cataloga a la temperatura ambiente de 90°F a 95°F.7 La unidad condensadora disminuye su capacidad 6% por cada 10°F de incremento en la temperatura ambiente de operación. La unidad condensadora aumenta su capacidad 6% por cada 10°F de disminución en la temperatura ambiente de operación.

– **Altitud**

La mayoría de los fabricantes consideran sus equipos a las condiciones a nivel del mar. Un incremento en la altitud resulta en una disminución de la densidad del aire. Mientras que los ventiladores trabajan en control directo con el equipo entregando un flujo volumétrico constante (pie³ /min) de aire sin tomar en cuenta la densidad, la ligereza del aire afectara la capacidad de funcionamiento. En la siguiente Tabla 3.14 se observa:

Tabla 3.14. Efectos de la altitud en los equipos enfriados por aire.

Altitud sobre el nivel del mar (pies)	Multiplicadores de capacidad	
	Ventiladores de accionamiento directo	
	Evaporadores para refrigeración	Unid. Cond. Enfriadas por aire
1000	1.03	1.005
500	1.02	1.002
0	1.00	1.00
3000	0.91	0.998
4000	0.875	0.975
5000	0.85	0.9669
6000	0.82	0.960
7000	0.79	0.955
8000	0.76	0.946
9000	0.73	0.939
10000	0.71	0.93

Fuente: Manual de refrigeración Bohnn 2005

Tomando en cuenta es estos factores de reducción que afectan directamente a la carga de enfriamiento requerida, para determinar la capacidad de la unidad condensadora (Q_{UC}) respecto a la carga de enfriamiento total (Q_T), se debe hallar el factor de reducción por medio ambiente y factor de reducción por altitud.

Factor de Medio ambiente (F_{a1})

Tenemos los siguientes datos:

Tabla 3.15. Datos para obtener el aumento de capacidad de la unidad condensadora por factor de medio ambiente

Datos	Valores
Temperatura ambiente de diseño de unidad condensadora	90°F
Temperatura ambiente de los parámetros de operación	71.6°F
Aumento de la capacidad por cada 10°F de diferencia	6%

Calculamos el porcentaje de aumento de capacidad de la unidad condensadora:

Diferencia de temperaturas ambiente:

Temp. Ambiente de diseño - Temp. Ambiente de operación

$$90^{\circ}F - 71.6^{\circ}F = 18.4^{\circ}F$$

Si sabemos que la capacidad de la unidad condensadora aumenta por cada 10°F de diferencia en 6%, podemos determinar el aumento de carga de enfriamiento con un aumento de 18.4°F.

Factor de aumento por medio ambiente (F_{a1})

$$F_{a1} = 1 + \frac{18.4^{\circ}F \times 6\%}{10^{\circ}F}$$

$$F_{a1} = 111.04\%$$

Luego de hallar el factor de aumento de carga de enfriamiento por medio ambiente podemos decir que la capacidad de la unidad condensadora (Q_{UC}) aumentara en un 11.04%.

Factor de reducción por altitud (F_{a2})

Según los parámetros de diseño y operación la cámara frigorífica será instalada en la localidad de Challabamba, la cual está ubicada a 2 820 msnm.

Para usar el valor de la altura en la tabla # realizaremos la conversión de m a pie.

$$1 m = 3.28 pie$$

Por lo tanto,

$$Altura de operacion = 2\ 820m \times \frac{3.28 pie}{1m}$$

$$Altura de operacion = 9\ 249.60 pie$$

Con la tabla 3.16, podemos determinar el factor de reducción por altitud:

Tabla 3.16. Interpolación para hallar factor de altitud

Altitud sobre el nivel del mar (pies)	Multiplicadores de capacidad	
	Ventiladores de accionamiento directo	
	Evaporadores para refrigeración	Unid. Cond. Enfriadas por aire
9000	0.73	0.939
9249.60	Y	X
10000	0.71	0.93

Interpolamos para hallar el factor de reducción por altitud:

$$\frac{9000 - 9249.6}{9000 - 10000} = \frac{0.939 - X}{0.939 - 0.93}$$

$$F_{a2} = X = 0.937$$

Con este factor de reducción por altitud y el factor reducción por medio ambiente podemos hallar la capacidad de unidad condensadora (Q_{UC})

Usaremos la ecuación 3.19:

$$Q_T = Q_{UC} \times F_{a1} \times F_{a2} \dots \dots \dots \text{Ec. (3.19)}$$

Reemplazando en esta ecuación:

La carga de enfriamiento total según los resultados de la fase 2. $Q_T = 3721.36 \text{ kcal/hr}$

$$3\,965.29 = Q_{UC} \times 111.04\% \times 0.937$$

$$\frac{3\,965.29}{111.04\% \times 0.937} = Q_{UC}$$

$$Q_{UC} = 3\,811.15 \text{ kcal/h}$$

En la siguiente tabla 3.17, representaremos los nuevos valores para la selección de la unidad condensadora:

Tabla 3.17. Datos para selección de unidad condensadora ELGIN

Datos y/o resultados	Valores
Capacidad para unidad condensadora Q_{UC}	3 811.15 kcal/h
Temperatura ambiente	32°C ≈ 90°F
Temperatura de evaporación	-6°C

Con los parámetros de selección de la unidad condensadora se puede elegir los equipos de acuerdo a las fichas técnicas de los fabricantes de la marca mencionada, como se mostrará a continuación:

- **Selección de unidad condensadora marca ELGIN**

Con los datos de la tabla 3.17 se buscará una capacidad frigorífica que cubra temperatura ambiente de 32°C y temperatura de evaporación de 7°C, en el catálogo de las unidades condensadoras de la gama caballo de batalla modelo SLMB

Figura 3.3. Ficha técnica de unidad condensadora ELGIN modelo SLMB.

		Compressor Copeland R404A/R507									
Modelo	Temp. Externa	Capacidade / Capacidade									
		5°C	0°C	-5°C	-10°C	-15°C	-20°C	-25°C	-30°C		
SLMB4125	32°C	Q	3.101	2.739	2.360	2.000	1.630	1.270	960	640	
		P	1,27	1,20	1,14	1,04	0,93	0,82	0,72	0,60	
	35°C	Q	2.921	2.579	2.220	1.890	1.540	1.200	900	600	
		P	1,29	1,22	1,15	1,04	0,94	0,82	0,71	0,58	
	38°C	Q	2.753	2.430	2.090	1.780	1.450	1.130	850	560	
		P	1,31	1,23	1,16	1,05	0,94	0,83	0,70	0,58	
	43°C	Q	2.280	2.018	1.740	1.480	1.200	890	640	480	
		P	1,34	1,25	1,16	1,05	0,93	0,81	0,68	0,56	
	SLMB4150	32°C	Q	5.083	4.282	3.590	2.970	2.330	1.670	1.150	790
			P	1,72	1,58	1,45	1,33	1,19	1,04	0,88	0,72
		35°C	Q	4.814	4.049	3.390	2.800	2.200	1.580	1.080	740
			P	1,76	1,61	1,47	1,35	1,19	1,03	0,87	0,71
38°C		Q	4.544	3.815	3.190	2.630	2.060	1.480	1.020	700	
		P	1,81	1,64	1,49	1,35	1,19	1,02	0,85	0,70	
43°C		Q	4.048	3.409	2.860	2.320	1.760	1.200	770	580	
		P	1,87	1,69	1,51	1,36	1,19	0,98	0,82	0,67	
32°C		Q	5.638	4.793	4.090	3.370	2.660	1.990	1.440	940	
		P	1,99	1,84	1,69	1,51	1,35	1,17	1,00	0,80	
35°C		Q	5.324	4.524	3.860	3.180	2.510	1.880	1.350	890	
		P	2,04	1,87	1,71	1,53	1,36	1,17	0,99	0,79	
38°C	Q	5.008	4.253	3.630	2.990	2.360	1.770	1.270	840		
	P	2,10	1,91	1,72	1,54	1,36	1,16	0,97	0,78		
43°C	Q	4.513	3.855	3.310	2.680	2.070	1.490	1.050	790		
	P	2,19	1,97	1,75	1,55	1,35	1,15	0,94	0,75		
SLMB4200	35°C	Q	5.324	4.524	3.860	3.180	2.510	1.880	1.350	890	
		P	2,04	1,87	1,71	1,53	1,36	1,17	0,99	0,79	
38°C	Q	5.008	4.253	3.630	2.990	2.360	1.770	1.270	840		
	P	2,10	1,91	1,72	1,54	1,36	1,16	0,97	0,78		
43°C	Q	4.513	3.855	3.310	2.680	2.070	1.490	1.050	790		
	P	2,19	1,97	1,75	1,55	1,35	1,15	0,94	0,75		

Fuente: Tomado de la ficha del fabricante Elgin

Seleccionando el modelo de SLMB4200 1.7 HP nominal se interpolará a una temperatura de evaporación de -6°C la capacidad frigorífica para conocer los parámetros reales de operación.

Tabla 3.18. Interpolación de carga de enfriamiento de unidad condensadora Elgin modelo SLMB4200 a -6°C

Temperatura de evaporación °C	Carga de enfriamiento Kcal/h
-5	4 090
-6	X
-10	3 370

$$\frac{-5 - (-6)}{-5 - (-10)} = \frac{4\,090 - X}{4\,090 - 3\,370}$$

$$X = 3\,946 \text{ kcal/h}$$

Por lo tanto, se seleccionó la unidad condensadora ELGIN modelos SLMB4200 ya que su carga de enfriamiento es mayor a la carga de enfriamiento requerida de 3811.15 kcal/h.

$$\text{Carga de enfriamiento}_{UC-ELGIN} = 3\,946 \text{ Kcal/h}$$

- **Selección de unidad evaporadora**

Según las bases teóricas podemos decir que la unidad evaporadora está conformada por dos principales equipos: Evaporador y Válvula de expansión, a continuación, realizaremos la selección de cada uno:

- **Selección de Evaporador**

Según (Bohn, 2005) nos comenta que la selección de unidades debe realizarse teniendo en cuenta la capacidad frigorífica de la unidad condensadora, por esta razón se realizó la selección de la unidad evaporadora. Se toma como referencia la marca MIPAL.

Tomando en cuenta la Ec. 3.20:

$$Q_{UE-Requrida} = Q_{UC-Catálogo} \times \frac{DT_{Catálogo-UE}}{DT_{Teórico-UE}} \dots\dots\dots \text{Ec. (3.20)}$$

Donde:

$Q_{UC-Catálogo}$: Es la capacidad de la unidad condensadora seleccionada a una temperatura ambiente y temperatura de evaporación determinada.

$DT_{Catálogo-UE}$: Es el diferencial de temperatura de diseño dado por cada fabricante en los evaporadores, el cual se obtiene de las fichas técnicas.

$DT_{Teórico-UE}$: Es el diferencial de temperatura seleccionado con cual se desea obtener la humedad relativa.

Por conocimiento de las fichas técnicas el fabricante MIPAL maneja un $DT_{Catálogo-UE}$ de 10°F y 6°K, por lo tanto, tendremos que calcular la capacidad frigorífica del evaporador para la unidad condensadora seleccionada, las capacidades frigoríficas calculadas serán descritas en la siguiente tabla 3.19:

Tabla 3.19. Carga de enfriamiento de unidad condensadora

Marca	Modelo	Carga de enfriamiento UC (kcal/h)	DT Catálogo-UE		DT Teórico-UE
			10°F	6°K	
ELGIN	SLMB4200	3 946 kcal/h	10°F	6°K	14°F

Para calcular la correcta capacidad frigorífica del evaporador para la unidad condensadora usaremos la Ec. 3.20 con esto se asegurará una correcta ratio de combinación.

Por lo tanto, calculando la capacidad del evaporador para la unidad condensadora de la marca Elgin se procederá de la siguiente manera:

$$Q_{UE-Requerida} = Q_{UC-Catálogo} \times \frac{DT_{Catálogo-UE}}{DT_{Teórico-UE}} \dots\dots\dots \text{Ec. (3.20)}$$

$$Q_{UE-Requerida} = 3\,946 \text{ kcal/h} \times \frac{10.8^{\circ}F}{14^{\circ}F}$$

$$Q_{UE-Requerida} = 3\,044.06 \text{ kcal/h}$$

Dado que el evaporador también está sujeto al factor de reducción por altitud (F_{a3}), usaremos la siguiente ecuación para determinar la carga de enfriamiento requerida por el evaporador a 2 820msnm.

Según la tabla 3.20 podemos hallar el factor de reducción por altitud para evaporador (Y).

Tabla 3.20. Interpolación para factor de altitud en evaporadores

Altitud sobre el nivel del mar (pies)	Multiplicadores de capacidad	
	Ventiladores de accionamiento directo	
	Evaporadores para refrigeración	Unid. Cond. Enfriadas por aire
9000	0.75	0.939
9249.60	Y	X
10000	0.71	0.93

Interpolamos para hallar Y:

$$\frac{9000 - 9249.6}{9000 - 10000} = \frac{0.75 - Y}{0.75 - 0.71}$$

$$F_{a3} = Y = 0.74$$

Con este factor de reducción por altitud podemos hallar la capacidad del evaporador (Q_{UE}):

$$Q_{UE} \times F_{a3} = Q_{UE-Requerida} \dots\dots\dots \text{Ec. (3.21)}$$

Reemplazando los datos obtenidos:

$$Q_{UE} = \frac{Q_{UE-Requerida}}{F_{a3}}$$

$$Q_{UE} = \frac{3\,044.06 \frac{Kcal}{h}}{0.74}$$

$$Q_{UE} = 4\,113.59 \text{ kcal/h}$$

En la siguiente tabla 3.21 representaremos los nuevos valores para la selección del evaporador:

Tabla 3.21. Parámetros para selección de evaporador

Datos y/o resultados	Valores
Capacidad para unidad evaporadora	4 113.59 kcal/h
Temperatura ambiente	32°C ≈ 90°F
Temperatura de evaporación	-6°C

Selección de unidad evaporadora marca MIPAL para unidad condensadora ELGIN modelo SLMB4200. Se tomó el catálogo de las unidades evaporadoras de la gama de bajo perfil modelo MI, y se buscó la capacidad frigorífica correspondiente como se muestra a continuación:

Figura 3.4 Capacidades frigoríficas de evaporadores modelo MI.

Modelo	Kcal/h								
	Temperaturas de Evaporación								
	-31 °F -35 °C	-22 °F -30 °C	-13 °F -25 °C	-4 °F -20 °C	5 °F -15 °C	14 °F -10 °C	23 °F -5 °C	32 °F 0 °C	41 °F 5 °C
0013	946	983	1015	1047	1077	1107	1141	1231	1284
0015	1186	1232	1272	1312	1350	1387	1430	1543	1610
0018	1350	1403	1448	1494	1537	1579	1628	1757	1832
0025	1892	1966	2029	2093	2153	2213	2281	2462	2567
0031	2317	2407	2485	2562	2636	2710	2793	3014	3144
0038	2837	2947	3042	3138	3228	3318	3420	3691	3849
0046	3463	3598	3714	3830	3940	4051	4175	4505	4699
0051	3782	3930	4057	4184	4304	4424	4560	4921	5133
0062	4630	4810	4966	5121	5268	5416	5582	6024	6283
0078	5797	6023	6217	6412	6596	6781	6989	7542	7867
0094	6830	7200	7433	7665	7886	8106	8355	9016	9404
0110	8103	8419	8691	8962	9220	9478	9769	10542	10996
0125	9285	9647	9958	10270	10565	10860	11194	12080	12600

Fuente: Tomado de la ficha técnica de evaporadores de aire forzado de bajo perfil MI.

Mipal,2019, p. 3

Se seleccionó el modelo MI0046 el cual se interpola a una temperatura de evaporación de -6°C la capacidad frigorífica para conocer los parámetros reales de operación

Tabla 3.22. Interpolación de carga de enfriamiento de unidad evaporadora MIPAL a -6°C.

Temperatura de evaporación °C	Carga de enfriamiento Kcal/h
-5	4 175
-6	X
-10	4 051

$$\frac{-5 - (-6)}{-5 - (-10)} = \frac{4\,175 - X}{4\,175 - 4\,051}$$

$$X = 4\,150.20 \text{ kcal/h}$$

Por lo tanto, se seleccionó la unidad evaporadora MIPAL modelos MI046 ya que su carga de enfriamiento es mayor a la carga de enfriamiento requerida.

$$\text{Carga de enfriamiento}_{UE-MIPAL} = 4\,150.20 \text{ Kcal/h}$$

De la ficha técnica del fabricante de evaporadores MIPAL modelo MI se toma los datos de potencia eléctrica del motor con un calor de 210W y caudal de aire de 3x1000m³/h como se muestra en la figura:

Figura 3.5 Datos eléctricos y de caudal de aire del evaporador.

Modelo	HP	Ø	Vazão	V		Motor AC			Resistências Elétricas		
				dm ³	Refr. Kg	dB(a)	1- 220V		W	1- 220V A	3- 220V A
							W	A			
0013	1	1	1 x 1000 m ³ /h	1.6	0.33	44,3	70	0,6	2 x 600	5,5	5,5d
0015	1 ¼	1	1 x 1000 m ³ /h	2.2	0.44	44,3	70	0,6	2 x 600	5,5	5,5d
0018	1 ½	2	2 x 1000 m ³ /h	2.0	0.39	47,3	140	1,2	2 x 1200	10,9	10,9d
0025	2	2	2 x 1000 m ³ /h	2.9	0.59	47,3	140	1,2	2 x 1200	10,9	10,9d
0031	2 ½	2	2 x 1000 m ³ /h	3,9	0,78	47,5	140	1,2	2 x 1200	10,9	10,9d
0038	3	3	3 x 1000 m ³ /h	4,2	0,85	49,3	210	1,8	3 x 1200	16,4	9,5
0046	4	3	3 x 1000 m ³ /h	5,6	1,13	49,5	210	1,8	3 x 1200	16,4	9,5
0051	5	4	4 x 1000 m ³ /h	5,5	1,11	50,3	280	2,4	3 x 1600	21,8	12,6
0062	5 ½	4	4 x 1000 m ³ /h	7,4	1,47	50,5	280	2,4	3 x 1600	21,8	12,6
0078	6 ½	5	5 x 1000 m ³ /h	9,1	1,82	51,5	350	3,0	3 x 2000	27,3	15,8
0094	7 ½	6	6 x 1000 m ³ /h	10,8	2,16	52,5	420	3,0	3 x 2400	32,7	18,9
0110	9	7	7 x 1000 m ³ /h	12,5	2,51	53,5	490	4,2	3 x 2800	38,2	22,1
0125	10	8	8 x 1000 m ³ /h	14,3	2,85	54,5	560	4,8	3 x 3200	43,6	25,2

Fuente: Tomado de la ficha técnica de evaporadores de aire forzado de bajo perfil MI.

Mipal,2019, p. 5

Posterior se realizó el cálculo de las renovaciones de aire, tomando en cuenta que el mínimo recomendado para una cámara de conservación es de 40 y el máximo es de 80, esto nos permitirá tener una óptima distribución del aire en el interior de la cámara frigorífica, tomando en cuenta la figura según el manual de (Bohn, 2005):

Figura 3.6. Cambios de aire recomendados

TIPO DE APLICACION	NUMERO DE CAMBIOS DE AIRE RECOMENDADO	
	MINIMO	MAXIMO
Conservación en Congelación	40	80
Conservación al Refrigeración	40	80
Cámaras de corte	20	30
Cámara de enfriamiento de carne	80	120
Maduración de plátano	120	200
Almacenamiento de frutas y vegetales	30	60
Túneles de congelación rápida	150	300
Salas de Proceso	20	30
Almacenamiento de carne sin empacar	30	60

Fuente: Tomado del Manual de refrigeración, por Bohn, 2005

En la figura 39 no indica que el evaporador MIPAL MI046 tiene un caudal de $3 \times 1000 \text{ m}^3/\text{h}$.

Usaremos el factor de conversión para hallar el caudal de aire en pie^3/min .

$$1 m^3/s = 2\,118.9 pie^3/min$$

Caudal de aire:

$$Cfm = 3 \times 1000 m^3/h \times \frac{2\,118.9 pie^3/min}{1 m^3/s} \times \frac{1h}{3\,600 s}$$

$$Cfm = 1\,765.75 pie^3/min$$

Usaremos la ecuación 3.21:

$$cambios\ de\ aire = \frac{(cfm * totales) \times 60}{vol\ int.\ de\ la\ cámara} \dots\dots\dots \mathbf{Ec. (3.22)}$$

Donde:

cfm: Caudal de aire en pie^3/min

Vol. Int. de la cámara: Volumen interno de cámara en pie^3

$$cambios\ de\ aire = \frac{1\,765.75 pie^3/min \times 60}{1545.69 pie^3}$$

$$cambios\ de\ aire = 68.54$$

Dado que el resultado está dentro del rango de operación entre 40 a 80 cambios de aire podemos asegurar el óptimo funcionamiento del evaporador MIPAL MI046 para la cámara frigorífica.

- **Selección de Válvula de expansión**

Para la selección de la válvula de expansión termostática necesitamos la temperatura de condensación en °C, la carga de enfriamiento total en Kw y la temperatura de evaporación.

Hallaremos los datos de selección:

- Temperatura de condensación en °C:

$$T_{Cond} = T_{Ext} + DT_{UC} \dots\dots\dots \mathbf{Ec. (3.23)}$$

$$T_{Cond} = 22°C + 11°C$$

$$T_{Cond} = 33°C$$

- Carga de enfriamiento en KW:

$$Q_T(kw) = Q_T \left(\frac{kcal}{h} \right) \times Fc \dots\dots\dots \text{Ec. (3.24)}$$

$$Q_T(kw) = 3965.29 \text{ kcal/h} \times \frac{0.001163 \text{ KW}}{1 \text{ kcal/h}}$$

$$Q_T(kw) = 4.61 \text{ KW}$$

- Temperatura de evaporación:

$$T_{Evap} = -6^{\circ}\text{C}$$

Usaremos la tabla de capacidad de la ficha técnica de la válvula de expansión termostática T2 – TE2.

Para los datos de selección el valor de la temperatura de condensación será aproximado al valor subsiguiente de 33°C a 35°C.

Figura 3.7. Ficha técnica de Válvula de expansión Marca Danfoss

Tipo de válvula/ Orificio	Temp. cond. ²⁾ [°C]	R22					R134a					R404A/R507					R407C				
		Capacidad en [kW]					Capacidad en [kW]					Capacidad en [kW]					Capacidad en [kW]				
		Temp. evaporación [°C]					Temp. evaporación [°C]					Temp. evaporación [°C]					Temp. evaporación [°C]				
		-35	-30	-10	0	5	-30	-10	-5	0	5	-40	-35	-30	-10	0	-10	-5	0	5	10
T2 / 0X	25	0.49	0.51	0.55	0.54	0.51	0.35	0.40	0.41	0.41	0.40	0.33	0.35	0.37	0.42	0.41	0.59	0.59	0.59	0.58	0.55
T2 / 00		0.95	1.00	1.1	1.1	1.1	0.61	0.73	0.75	0.77	0.77	0.61	0.66	0.70	0.85	0.88	1.2	1.2	1.3	1.3	1.2
T2 / 01		1.6	1.7	2.4	2.7	2.7	0.88	1.3	1.5	1.6	1.6	0.96	1.1	1.2	1.8	2.1	2.5	2.7	2.9	3.1	3.2
T2 / 02		2.2	2.5	3.5	3.9	3.9	1.2	1.9	2.0	2.1	2.2	1.3	1.5	1.7	2.6	3.0	3.7	4.0	4.3	4.5	4.6
T2 / 03		3.9	4.3	6.2	6.9	7.0	2.2	3.3	3.6	3.8	4.0	2.4	2.7	3.1	4.7	5.4	6.6	7.1	7.6	8.1	8.3
T2 / 04		5.7	6.4	9.1	10.2	10.5	3.2	4.8	5.2	5.6	5.9	3.5	4.0	4.6	7.0	8.0	9.8	10.6	11.4	12.0	12.5
T2 / 05	7.3	8.0	11.6	13.0	13.3	4.0	6.1	6.6	7.1	7.5	4.5	5.1	5.8	8.9	10.2	12.4	13.4	14.4	15.2	15.7	
T2 / 06	8.9	9.8	14.1	15.9	16.3	4.9	7.5	8.2	8.7	9.1	5.5	6.2	7.1	10.8	12.4	15.1	16.4	17.6	18.6	19.2	
T2 / 0X	35	0.53	0.55	0.60	0.61	0.60	0.37	0.44	0.45	0.45	0.46	0.32	0.34	0.36	0.42	0.43	0.61	0.62	0.63	0.63	0.62
T2 / 00		1.0	1.1	1.2	1.3	1.3	0.64	0.79	0.83	0.86	0.88	0.59	0.64	0.69	0.86	0.92	1.3	1.3	1.3	1.4	1.4
T2 / 01		1.7	1.8	2.6	3.0	3.2	0.93	1.4	1.6	1.7	1.9	0.92	1.1	1.2	1.8	2.2	2.7	2.9	3.1	3.3	3.5
T2 / 02		2.3	2.6	3.8	4.4	4.7	1.3	2.0	2.2	2.4	2.6	1.2	1.4	1.7	2.7	3.2	3.9	4.3	4.6	5.0	5.3
T2 / 03		4.1	4.6	6.8	7.9	8.4	2.3	3.6	4.0	4.4	4.7	2.2	2.6	3.0	4.8	5.7	7.0	7.6	8.3	8.9	9.4
T2 / 04		6.1	6.8	10.1	11.8	12.5	3.4	5.3	5.8	6.4	6.9	3.3	3.9	4.5	7.1	8.5	10.3	11.3	12.3	13.3	14.2
T2 / 05	7.7	8.6	12.8	14.9	15.8	4.2	6.7	7.4	8.1	8.8	4.3	4.9	5.6	9.0	10.7	13.0	14.3	15.6	16.7	17.8	
T2 / 06	9.5	10.5	15.6	18.2	19.3	5.2	8.2	9.1	9.9	10.7	5.2	6.0	6.9	11.0	13.1	15.9	17.4	19.0	20	22	
T2 / 0X	45	0.55	0.57	0.64	0.65	0.64	0.38	0.45	0.47	0.48	0.49	0.29	0.31	0.33	0.40	0.42	0.62	0.63	0.64	0.64	0.64
T2 / 00		1.0	1.1	1.3	1.4	1.4	0.65	0.82	0.86	0.90	0.94	0.55	0.60	0.64	0.83	0.90	1.3	1.3	1.3	1.4	1.4
T2 / 01		1.7	1.9	2.8	3.2	3.4	0.96	1.5	1.7	1.8	2.0	0.85	0.98	1.1	1.8	2.1	2.7	2.9	3.2	3.4	3.7
T2 / 02		2.4	2.7	4.0	4.8	5.1	1.3	2.1	2.4	2.6	2.8	1.1	1.3	1.5	2.6	3.2	3.9	4.3	4.7	5.2	5.6
T2 / 03		4.3	4.8	7.2	8.5	9.2	2.3	3.8	4.2	4.7	5.1	1.9	2.3	2.7	4.6	5.7	7.0	7.7	8.5	9.2	9.9
T2 / 04		6.3	7.1	10.7	12.7	13.7	3.4	5.6	6.2	6.9	7.6	3.0	3.5	4.1	6.9	8.4	10.4	11.5	12.6	13.8	14.9
T2 / 05	8.0	9.0	13.6	16.1	17.3	4.3	7.0	7.8	8.7	9.6	3.8	4.4	5.2	8.7	10.6	13.2	14.5	15.9	17.3	18.7	
T2 / 06	9.8	11.0	16.6	19.6	21	5.3	8.6	9.6	10.7	11.7	4.7	5.5	6.4	10.6	12.9	16.0	17.7	19.4	21	23	

Fuente: Tomando como la selección del orificio #03

Tomando como la selección del orificio #03 realizaremos la interpolación entre las temperaturas de evaporación y la capacidad de la válvula de expansión termostática T2.

Tabla 3.23. Interpolación de carga de enfriamiento en KW

Temperatura de evaporación °C	Carga de enfriamiento KW
0	5.7
-6	X
-10	4.8

$$\frac{0 - (-6)}{0 - (-10)} = \frac{5.7 - X}{5.7 - 4.8}$$
$$X = 5.16 \text{ KW}$$

Dado el resultado podemos decir que la Válvula de expansión termostática T2 con un orificio #3 tiene una capacidad de 5.16 kW superior a la capacidad requerida por el sistema de 4.61 kW y será seleccionada para su instalación.

3.1.4 Fase 4: Dimensionamiento de las tuberías de refrigeración

En esta fase hallaremos las dimensiones de las tuberías de refrigeración tanto de la tubería de succión y tubería de líquido usando la figura 3.8 y 3.9 del manual de ingeniería (Bohn, 2005).

Para realizar la selección de los diámetros de tubería se requiere de los siguientes datos:

- Capacidad frigorífica o carga de enfriamiento total en Btu/h.
- Temperatura de succión en °F.
- Recorrido de tubería desde la unidad condensadora a la unidad evaporadora en metros (pie).

Tenemos como primer dato la carga de enfriamiento total:

$$Q_T = 15\,735.47 \text{ btu/h}$$

La temperatura de succión a la salida del evaporador:

$$T_{Succ} = T_{Evap} = -6^\circ\text{C}$$

Teniendo en cuenta el factor de conversión:

$$T^{\circ}F = 1.8 \times T^{\circ}C + 32$$

$$T^{\circ}F = 1.8 \times -6^{\circ} + 32$$

$$T^{\circ}F = 21.2^{\circ}F$$

Y el recorrido de tubería según los parámetros de diseño es de 4 metros equivalente a **13.12 pie**.

- **Dimensionamiento de tubería de succión**

Conociendo la carga de enfriamiento, para determinar el diámetro de la tubería de succión del sistema frigorífico usaremos la tabla # de la siguiente manera:

Para efecto de selección se aproximara la capacidad de 15 735.47 *btu/h* a 15 000 *btu/h*

Para dato de selección acercaremos el valor de la temperatura de succión de 21.2°F a 20°F.

El recorrido de tubería también será aproximado al valor mínimo de la tabla # de 12.13 pie a 25 pie.

Figura 3.8. Selección de diámetro de la tubería de succión

Capacidad del Sistema BTU/H	DIAMETRO DE LA TUBERIA DE SUCCION (pulg.)																				
	TEMPERATURA DE SUCCION																				
	+20° F						+10° F						-10° F						-20° F		
	Longitud Equivalente						Longitud Equivalente						Longitud Equivalente						Longitud		
	25'	50'	75'	100'	150'	200'	25'	50'	75'	100'	150'	200'	25'	50'	75'	100'	150'	200'	25'	50'	75'
1,000	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	1/2	3/8	3/8	3/8	1/2	1/2	1/2	3/8	3/8	1/2
3,000	3/8	3/8	1/2	1/2	1/2	5/8	3/8	1/2	1/2	1/2	5/8	5/8	1/2	1/2	5/8	5/8	5/8	7/8	1/2	1/2	5/8
4,000	3/8	1/2	1/2	1/2	5/8	5/8	1/2	1/2	1/2	5/8	5/8	7/8	1/2	5/8	5/8	7/8	7/8	7/8	1/2	5/8	5/8
6,000	1/2	1/2	5/8	5/8	7/8	7/8	1/2	1/2	5/8	5/8	7/8	7/8	1/2	5/8	5/8	7/8	7/8	7/8	5/8	5/8	7/8
9,000	5/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	5/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	5/8	7/8	7/8
12,000	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	7/8	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	7/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	7/8	7/8	7/8
15,000	5/8	7/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	7/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	7/8	7/8	1 1/8
18,000	7/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	7/8	1 1/8	1 1/8
24,000	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	7/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8	1 1/8	1 1/8	1 1/8

Fuente: Tomado del Manual de refrigeración 2005.

Ya que sabemos la capacidad del sistema, temperatura de succión y el recorrido de tubería, podemos determinar de manera directa que el diámetro de la tubería de succión es de 5/8”.

- **Dimensionamiento de tubería de líquido**

Conociendo la carga de enfriamiento, para determinar el diámetro de la tubería de líquido del sistema frigorífico usaremos la tabla # de la siguiente manera:

Para efecto de selección se aproximara la capacidad de 15 735.47 *btu/h* a 15 000 *btu/h*

El recorrido de tubería también será aproximado al valor mínimo de la tabla # de 12.13 pie a 25 pie.

Figura 3.9. Selección de diámetro para tubería de liquido

DIAMETRO DE LA LINEA DE LIQUIDO						Capacidad del Sistema BTU/H
Longitud Equivalente del Recibidor a la Válvula de Expansión						
25'	50'	75'	100'	150'	200'	
3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	1,000
3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3,000
3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	4,000
3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	6,000
3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	9,000
3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	1/2	12,000
3/8	3/8	3/8	3/8	1/2	1/2	15,000
3/8	3/8	3/8	1/2	1/2	1/2	18,000
3/8	3/8	1/2	1/2	1/2	1/2	24,000

Fuente: Tomado del Manual de refrigeración 2005.

Ya que sabemos la capacidad del sistema, temperatura de succión y el recorrido de tubería, podemos determinar de manera directa que el diámetro de la tubería de succión es de 3/8".

Teniendo en cuenta la siguiente figura podemos determinar los espesores de cada tubería de cobre seleccionada.

Figura 3.10. Espesores de tuberías tipo L

Diámetro Nominal	Diámetro Exterior		Espesor de Pared	Espesor	Peso Teórico	Presión de Trabajo
	pulg.	mm				
1/4	3/8	9,52	0,035	0,89	0,216	1595
3/8	1/2	12,70	0,049	1,24	0,400	1745
1/2	5/8	15,87	0,049	1,24	0,512	1375
5/8	3/4	19,05	0,049	1,24	0,622	1135
3/4	7/8	22,22	0,065	1,65	0,954	1315
1	1 1/8	28,57	0,065	1,65	1,249	1010
1 1/4	1 3/8	34,92	0,065	1,65	1,548	820
1 1/2	1 5/8	41,27	0,072	1,83	2,024	765
2	2 1/8	53,97	0,083	2,11	3,066	665
2 1/2	2 5/8	66,67	0,095	2,41	4,360	520
3	3 1/8	79,37	0,109	2,77	5,953	605
3 1/2	3 5/8	92,07	0,120	3,05	7,619	570
4	4 1/8	104,77	0,134	3,40	9,688	555

Fuente: (Monge, 1983)

Gracias a esto podemos determinar el espesor de cada tubería:

Espesor para tubería de succión: 1.24mm

Espesor para tubería de líquido: 0.89mm

3.1.5 Fase 5: Desarrollo de Implementación de cámara frigorífica

En esta última fase se realizó la implementación de la cámara frigorífica en el interior del local comunal Casa Andina en el distrito de Challabamba – Cuzco.

- **Gestión comercial y procesos administrativos y logísticos.**

En esta fase podemos describir los pasos y competencias realizadas para la gestión previa a la implementación de la cámara frigorífica, tenemos entre las más importantes:

- Realización de cotización (ver Anexo 17, 18 y 19) por la implementación de la cámara frigorífica al cliente Programa de las naciones unidas para el desarrollo.
- Aceptación de la cotización, emisión de primera factura según condiciones de pago de la cotización para la compra y entrega de verificable (ver Anexo 20 y 21)
- Se realizó la verificación por parte del cliente sobre la entrega de los verificables, luego de esto se procedió a la emisión

de la segunda factura y pago correspondiente para la adquisición de suministros restantes, programación del personal técnico, gestión de compra de pasajes y entrega de viáticos, traslado de herramientas y materiales hasta el lugar de ejecución.

– Viaje del personal desde la ciudad de Lima hacia la localidad de Challabamba – cuzco.

- **Implementación de cámara frigorífica**

Describiremos paso a paso la construcción de una cámara frigorífica para la conservación de aguaymanto.

1. **Montaje de paneles termoaislantes (pared y techo)**

El montaje de los paneles sándwich de poliuretano inyectado se realizó siguiendo las especificaciones técnicas del fabricante del producto. Para el inicio del montaje de paneles se contó con el piso y borde perimetral de concreto nivelados (asumido por el cliente) según los detalles que se muestran en los planos adjuntos. Seguidamente se instaló los canales U de PVC de 100mm por encima del borde perimetral, adherido con un pegamento plástico especial de nombre SIKAFLEX -11FC+; y para darle un mejor ajuste y presión,

Figura 3.11 Instalación de canal U



Posteriormente se colocó cada panel en forma vertical (pared) sobre los canales U debidamente nivelados.

Figura 3.12. Nivelado de paneles termoaislantes



Figura 3.13. Instalación Panel termoaislante



Para la unión de estos paneles verticales se realizó con el sistema de ensamble tipo machihembrado, y para darle un mejor ajuste se presionó con remaches de medida $5/32 \times \frac{1}{2}$.

Las uniones de pared y techo se realizaron siguiendo las instrucciones del fabricante con un cuidado especial en los cortes.

Figura 3.14. Machimbrado de paneles Termoaislantes



En los cortes realizados, se generaron puentes térmicos y para evitar ello, se inyectó en las partes cortadas un material plástico poroso llamado espuma de poliuretano SIKABOOM, con el fin de evitar pérdidas de calor y así haciendo que la cámara trabaje eficientemente.

Para que las paredes de la cámara se queden fijas junto con los paneles que van al techo, se instaló perfiles de Aluzinc de 4x4 (ángulo 90°) debidamente remachados (5/32 x 1/2).

Figura 3.15. Instalación de perfiles de Aluzinc de 4x4



Además, a esto en las uniones de paneles se selló con un pegamento plástico especial llamado SIKA SANISIL que es un sellante elástico que contiene agentes fungicidas que evitan la formación de mohos y hongos.

Figura 3.16. Sellado de paneles con pegamento plástico especial



2. Montaje de puerta frigorífica

Instalación del marco: Marcamos las medidas del ancho y alto de la puerta del panel, cortando 5 cm más de luz por cada lado (Se recortó el panel a medida para el marco frigorífico). Seguidamente se colocó el marco en su posición, presentando el contramarco. Procedemos igual con los laterales.

Figura 3.17. Instalación de marco y cortinas lamas.



Instalación de la hoja: Se atornillo las bisagras a la hoja, uniendo el marco con la hoja de la puerta.

Figura 3.18. Instalación de hoja de puerta frigorífica.



3. Instalación de perfiles sanitarios

Perfiles sanitarios curvos: En la instalación de los perfiles curvos , primero se fijó con remaches de 5/32 x 1/2 el ángulo de fijación entre los angulos formados por las paredes de los paneles .

Seguidamente se colocó a presión los perfiles sanitarios s6bre la guía del ángulo de fijación.

Union angular triple: En la instalación de la unión ángular triple , primero se fijó con remaches de 5/32 x 1/2 el ángulo de fijación entre los angulos formados por las paredes y techo de los paneles.

Seguidamente se colocó a presión la unión ángular triple s6bre la guía del ángulo de fijación.

Z6calo en pvc: En la instalación de los z6calos de PVC , se presentó a la medida requerida y presionando hacia la parte inferior del panel se procedio a remachar sobre la fijacion oculta de esté.

Figura 3.19. Instalación de perfiles sanitarios interiores



Figura 3.20. Instalación de perfiles sanitarios exteriores



4. Instalación del sistema de refrigeración

Generalidades: El trabajo consistió en la instalación de materiales necesarios para la conexión de los sistemas de refrigeración entre la unidad condensadora y el evaporador.

Materiales: Los materiales usados fueron los siguientes:

Tuberías de cobre tipo "L" según norma ASTM B-88.

Mangueras aislantes flexibles para tuberías.

Accesorios de cobre: Codos, uniones, reducciones y trampas.

Soldadura de plata al 5%

Materiales consumibles: Nitrógeno, acetileno, oxígeno, etc.

Precauciones: Inyección de Nitrógeno (N₂) durante el proceso de soldadura para evitar la formación de películas de carbón que contaminarían las líneas de refrigeración y posteriormente obstruirán los filtros.

Figura 3.21. Instalación de evaporador



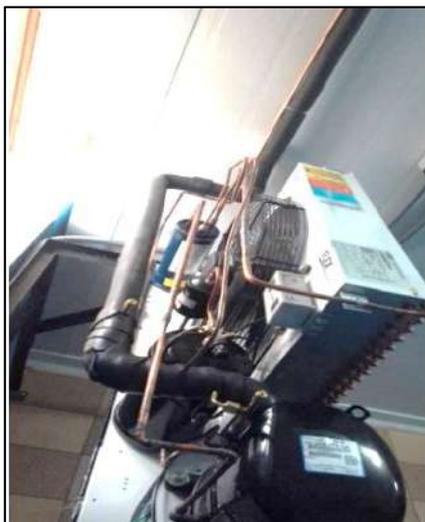
Figura 3.22. Soldadura de tubería de succión y líquido al evaporador



Figura 3.23. Soldadura de tubería y accesorios en unidad condensadora



Figura 3.24. Instalación de unidad condensadora



5. Instalación eléctrica

Se instalaron las líneas de alimentación eléctrica, desde el tablero principal suministrado por el cliente hasta el compresor y evaporador, línea de control entre tablero y equipo, etc. De acuerdo al Código Nacional de Electricidad. Se realizó la instalación de sistema de iluminación (02 equipos Phillips herméticos para temperatura media baja)

Materiales: Los materiales usados fueron los siguientes:

Conductores eléctricos certificados. Elementos de control normalizados (contactores, interruptores termomagnéticos, etc.).

Tubo EMT $\frac{3}{4}$, conectores, terminales, etc.

Figura 3.25. Instalación de sistema eléctrico



Figura 3.26. Instalación de luminarias interiores



6. Prueba de fugas: Pruebas de presión a líneas de refrigeración sin evaporador a 300 PSI por 24 hrs y 250 PSI por 24 hrs incluido el evaporador. Utilizamos gas nitrógeno (N₂) el cual es un gas incoloro, inodoro, insípido e inerte excepto a elevadas temperaturas.

Figura 3.27. Pruebas de fuga con inyección de nitrógeno



7. **Deshidratación del sistema:** Realización de vacío en líneas de refrigeración (hasta los 500 micrones –medidos con vacuómetro) antes de romper el vacío para la carga del gas refrigerante. Carga de gas refrigerante R-404^a (Ecológico).

Figura 3.28. Medición de vacío con vacuómetro



- 8. Puesta en marcha:** Monitoreo y regulación de temperaturas según el requerimiento de cada sistema de acuerdo al producto a refrigerar en este caso se programará a la temperatura de conservación del aguaymanto a +2°C.

Figura 3.29. Programación de temperatura de cámara frigorífica



- **Entrega de obra y capacitación al área usuaria.**

Se realizó la entrega de obra y la capacitación del óptimo funcionamiento de la cámara frigorífica para la conservación de

aguaymanto a las personas responsables tanto de la empresa contratante Programa de las naciones unidas para el desarrollo, al personal representante de la municipalidad de Challabamba y personal representante del gremio de agricultores del Parque Nacional de Manu.

Figura 3.30. Cámara frigorífica para la conservación de aguaymanto.

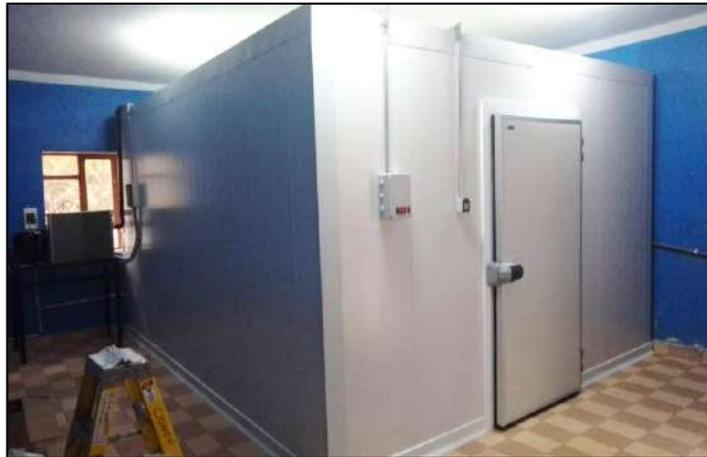


Figura 3.31. Capacitación al personal usuario.



3.2. Resultados

En este capítulo se mencionarán y describirán los resultados de cada fase comprendida en el capítulo de Desarrollo de las actividades programadas:

3.2.1. Resultados de fase 1:

Se determinaron los parámetros de diseño de la cámara frigorífica y se calculó la capacidad de almacenamiento, estos parámetros fueron obtenidos de la información brindada por el cliente Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, a continuación, presentamos la tabla de resultados:

Tabla 3.24. Resultados del desarrollo de actividades de la fase 1.

Resultado	Valor
Densidad del producto	257.28 kg/m ³
Volumen de cámara frigorífica	50 m ³
Capacidad de almacenamiento de cámara frigorífica	9 toneladas

3.2.2. Resultados de fase 2

Se determinó la carga de enfriamiento de la cámara frigorífica, considerando los cálculos en condiciones de verano y en base a los parámetros de diseño dados por la empresa Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, como resultado se obtuvo la siguiente tabla donde se puede observar la carga térmica de las principales fuentes de calor y el total de carga de enfriamiento producida en las 24 horas del día:

Tabla 3.25. Resultados del desarrollo de actividades de la fase 2.

Resultado	Valor
Espesor de aislamiento	4"
Carga térmica por paredes y techo	46 350.74 Btu/hr
Carga térmica por cambios de aire	23 911.82 Btu/hr
Carga térmica por producto	112 126.75 Btu/hr
Carga térmica por respiración de producto	2 777.82 Btu/hr
Carga térmica por cargas varias	43 712.42 Btu/hr
Carga de enfriamiento total	228 879.55 Btu/hr
Carga de enfriamiento con factor de seguridad	251 767.505 Btu/hr
Carga de enfriamiento requerida	15 735.50 Btu/hr

De la Tabla se puede apreciar que la carga térmica total o ganancia de calor total durante las 24 horas del día será de 251 767.505 Btu, siendo esta carga la que se debe que retirar para obtener las condiciones de interiores de cámara de 2°C, se debe tener en cuenta que este valor no es capacidad frigorífica como se explica en las bases teóricas, si no que para determinar la capacidad frigorífica tendrá que dividirse por un tiempo de operación determinado el cual toma el valor de 16 horas al día como se muestro en el análisis y procesamiento de datos dando como resultado 15 735.5 btu/h equivalente a 3 965.29 kcal/h.

3.2.3. Resultado de la fase 3

En esta fase se realizaron los cálculos para la óptima selección de los equipos de refrigeración tales como la unidad condensadora y unidad evaporadora (evaporador y válvula de expansión termostática), a continuación, representaremos los resultados en la siguiente Tabla 3.24:

Tabla 3.26. Resultado del desarrollo de actividades de la fase 3

Resultado	Marca/modelo	Capacidad frigorífica
Unidad Condensadora	Elgin / SLMB4200	3 946 kcal/h
Evaporador	MIPAL / MI046	4 150.20 kcal/h
Válvula de expansión termostática	TE 2 / Orificio #3	4 436.8 kcal/h

En la Tabla 3.26 presentamos la selección de los equipos de refrigeración que serán instalados en la cámara frigorífica para la conservación de aguaymanto.

3.2.4. Resultado de la fase 4

En esta fase se determinó las dimensiones de las tuberías de succión y tubería de líquido las cuales serán implementadas durante la instalación de la cámara frigorífica. Los resultados de esta selección de diámetro de tuberías serán mencionados en la siguiente tabla:

Tabla 3.27. Resultados del desarrollo de actividades de la fase 4

Resultado	Medida externa	Espesor
Diámetro de tubería de succión	5/8"	1.24mm
Diámetro de tubería de líquido	3/8"	0.89mm

Gracias a esta tabla y selección de diámetros se realizó la adquisición de tuberías de cobre de 3/8" y 5/8" más sus respectivos accesorios (codos, uniones, etc.).

3.2.5. Resultados de la fase 5

En esta fase se describieron todas las actividades involucradas para la gestión comercial, logística y administrativa del proyecto, a su vez se realizaron las actividades por el personal técnico de la empresa Conex Soluciones Tecnológicas S.A.C, estas actividades permitieron la implementación de la cámara frigorífica para la conservación de aguaymanto en la local comunal Casa Andina ubicada en el distrito de Challabamba. Finalmente, luego de la implementación se procedió a entregar un acta de conformidad o reporte técnico (ver Anexo 22) para dar como evidencia la operatividad de la cámara frigorífica, entrega de planos de diseño de cámara frigorífica (Anexo 1) y planos de circuito eléctrico y de mando (Anexo 2).

IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En el presente informe nos da a conocer que como objetivo general, el diseño de una cámara frigorífica con capacidad de 9 toneladas para la conservación de aguaymanto está planteada y validada después de determinar los parámetros de diseño, calcular la carga de enfriamiento requerida para el almacenamiento y conservación del aguaymanto, se seleccionaron los equipos frigoríficos, tamaño de tuberías de succión y tuberías de líquido, se continuo con la gestión de logística y administrativa para la adquisición de materiales y finalmente la implementación de la cámara por el personal técnico de la empresa Conex Soluciones Tecnológicas S.A.C. ,el cual resulto en un diseño de una cámara frigorífica con una temperatura entre 2° a 5°C cumpliendo con los requerido para la conservación del aguaymanto.

4.1. Discusiones

Para la implementación de la cámara frigorífica se tomó en cuenta 5 objetivos específicos, en el primer objetivo se estableció los parámetros para el determinar la capacidad de almacenamiento debemos tener en cuenta que la correcta toma de los parámetros ha resultado fundamental para determinación de la capacidad de almacenamiento de 9 toneladas. Esto se debe a que estos parámetros son importantes para iniciar con el diseño y cálculos de capacidad de almacenamiento. En cuanto al segundo objetivo, estuvo basada en los parámetros de diseño para calcular la carga de enfriamiento total requerida para la conservación de aguaymanto en un rango de temperatura de 2° a 5°C, nos ha dado como resultado una carga de 3 965.29 kcal/h. Esta carga la pudimos determinar gracias a los cálculos representados en la fase 2 y evidenciados en la tabla 3-25, los cuales fueron de suma relevancia ya que sin estos no se hubiera realizado un óptimo cálculo de carga de enfriamiento total.

Así mismo, en el tercer objetivo se realizó la selección de equipos de refrigeración capaces de brindar la capacidad de enfriamiento requerida para la cámara frigorífica. En el desarrollo de la fase 3 se eligieron las unidades de refrigeración y se demostró que tanto la unidad condensadora ELGIN SLMB4200 y evaporador MIPAL MI046 cumplen con la capacidad de enfriamiento, esta selección es importante ya que estos equipos conforman la estructura principal en el diseño del sistema de refrigeración.

En el cuarto objetivo específico se determinó el tamaño de la tubería de cobre por donde pasara el gas refrigerante R404a, Esta selección se desarrolló en la fase 4 estuvo basada en la determinación del diámetro de tubería mediante el uso de figuras 3.8 y 3.9 ubicadas en el Manual de ingeniería Bohn 2005, estas tablas requirieron del valor de la temperatura de succión y capacidad de enfriamiento. Esta selección es implementada en la empresa Conex Soluciones Tecnológicas S.A.C para la rápida selección del diámetro de tubería.

Por último, en el quinto objetivo específico se desarrolló las actividades para la implementación de una cámara frigorífica en el cual se pudo observar la buena gestión administrativa y logística de la empresa Conex Soluciones Tecnológicas S.A.C. En la fase 5 se pudo observar de groso modo las primeras gestiones y posteriormente implementación de la cámara frigorífica que fue entregada al cliente: Programa de las naciones unidas para el desarrollo y será utilizada por los usuarios de la comunidad agrícola del Parque nacional del manú para la conservación de aguaymanto.

Fue gracias a estas gestiones previas y ejecuciones de obra que se logró la implementación de la cámara frigorífica.

4.2. Conclusiones

- Se logró diseñar una cámara frigorífica para conservar 9 toneladas de aguaymanto utilizando la información necesaria y relevante además se determinó la capacidad de almacenamiento, la carga de enfriamiento total, la selección de equipos de refrigeración capaz de cumplir con la carga requerida, el tamaño de tubería para el sistema frigorífico y posteriormente se logró la implementación de la cámara frigorífica en el local comunal La casa Andina ubicada en el distrito de Challabamba – cuzco.
- Se determinaron los parámetros para el cálculo de almacenamiento dentro de la cámara frigorífica, tales como el tamaño de la jaba que será utilizada para almacenar el producto, el peso de cada jaba y las dimensiones de la cámara frigorífica, estos parámetros ayudaron a la determinar la densidad del producto (aguaymanto), el volumen interior de la cámara y con ellos obtener la capacidad de almacenamiento de 9 toneladas.
- Se realizaron los cálculos térmicos según las condiciones de diseño para obtener la carga de enfriamiento total de 3 965.29 kcal/h cuya sumatoria está dada por las diferentes ganancias de calor (por paredes, por cambios de aire, por producto, por respiración del producto, por iluminación, por presencia de motores, por personas). Estos cálculos están sujetos a condiciones climáticas, espesor de aislamiento, temperatura de ingreso del producto e información relevante para el correcto cálculo de la carga de enfriamiento.
- Se seleccionó los equipos de refrigeración con una capacidad frigorífica mayor a la carga de enfriamiento calculada, también se logró determinar que la unidad condensadora ELGIN SLMB4200 con una capacidad de 3946 kcal/h y evaporador MIPAL MI046 con una capacidad de 4150.20

kcal/h luego de ser afectadas por factores dado mediante las condiciones climáticas del lugar de instalación cumplen con las especificaciones técnicas y carga de enfriamiento requerida para mantener una temperatura de conservación entre 2° a 5°C.

- Se concluye que se logró dimensionar las tuberías de refrigeración mediante la utilización de figuras 3.8 y 3.9 dado que estas tablas indican los diámetros recomendados según condiciones de operación como la temperatura de succión y capacidad frigorífica, además de definir estos valores y con ellos determinar el diámetro de tubería de la línea de líquido y succión de una manera más rápida.
- Por último, se realizó las gestiones tanto administrativas y logísticas para la adquisición de materiales y gestión de recursos humanos para el buen desarrollo del proyecto, y también se logró ejecutar la implementación de la cámara frigorífica para la conservación de aguaymanto a una temperatura entre 2° a 5°C ubicada en el local comunal Casa Andina en el distrito de Challabamba y cumpliendo con las condiciones de diseño estipuladas en el presente informe.

V. RECOMENDACIONES

- Se recomienda para el diseño de una cámara frigorífica de conservación realizar una lista de los parámetros más relevantes basado en la información brindada por el cliente ya que estos parámetros como condiciones climáticas, producto a conservar, dimensiones de cámara, proceso de almacenamiento, suministro eléctrico influyen directamente en el funcionamiento de la cámara frigorífica.
- Así mismo, realizar los cálculos para la obtención de carga de enfriamiento total y carga de enfriamiento requerida guiándose del libro (Dossat, 1995), ya que cuenta con metodología de cálculo sencilla y practica que nos ayudara en diferentes aplicaciones tanto para conservación, congelación y otros.
- Se sugiere realizar la selección de equipos frigoríficos usando parámetros definidos como la carga térmica, temperatura ambiente, la temperatura de evaporación y características eléctricas ya que esto nos ayudara a optimizar el funcionamiento de la cámara frigorífica.
- Se recomienda definir algunas condiciones de diseño por ejemplo la temperatura del suelo en donde será instalada la cámara frigorífica, el valor exacto del factor de respiración del producto en que este caso para el aguaymanto.

Bibliografía

Anfuso, Raul. 2015. *Evaporadores y condensadores de refrigeración. Tipo y selección.* Mendoza : Universidad Tecnológica Nacional, 2015.

Beltrán, Juan. 2018. *Potencial de un sistema de refrigeración solar por absorción en zonas de alta irradiación en Colombia para cargas de refrigeración medicas y conservacion de alimentos.* Bogotá : Universidad libre Colombia , 2018.

Bohn, frigus. 2005. *Manuel de ingeniería.* Bosque de Alisos : Registered firm, 2005. 9001:2000.

Caballero, José. 2006. *Estudio de las propiedades termofísicas de materiales naturales y reciclados para su aplicación como aislantes en la construcción de viviendas de bajo costo.* Oaxaca : CIIDIR IPN , 2006.

Cardenas, Edison. 2018. *Descripción y Evaluación de un método de conservación a bajas temperaturas de refrigeración del aguaymanto.* Puerto Maldonado : Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, 2018.

Díaz, Miguel y Zapata, Juan Carlos. 2020. *Diseño de una cámara frigorífica para la refrigeración de 3 TN de pescado en el Mercado Zonal de Lambeyeque.* Pimentel : Universidad Señor de Sipán, 2020.

Dossat, J. 2000. *Principios de Refrigeración.* México : Grupo Patria Cultural, 2000. 978-26-0201-7.

Dossat, Roy. 1995. *Principios de refrigeración .* México : Compañía editorial continental S.A., 1995. 0-047-03550-5.

Efecto del consumo de Physalis peruviana L. (aguaymanto) sobre el perfil lipídico de pacientes con hipercolesterolemia. **Reyes, Daisy; et., et. 2015.** 4, Trujillo : Acta Med Per., 2015, Vol. 32.

Escuela de refrigeración. 2020. *Seminario de calculo de cámaras frigoríficas.* Lima : Escuela de refrigeración, 2020.

Espinoza, Rocío. 2016. *Estudio de prefactibilidad para la instalacion de una planta procesadora de Aguaymanto deshidratado en la Provincia de Celendín.* Piura : Universidad Nacional de Piura, 2016. pág. 10.

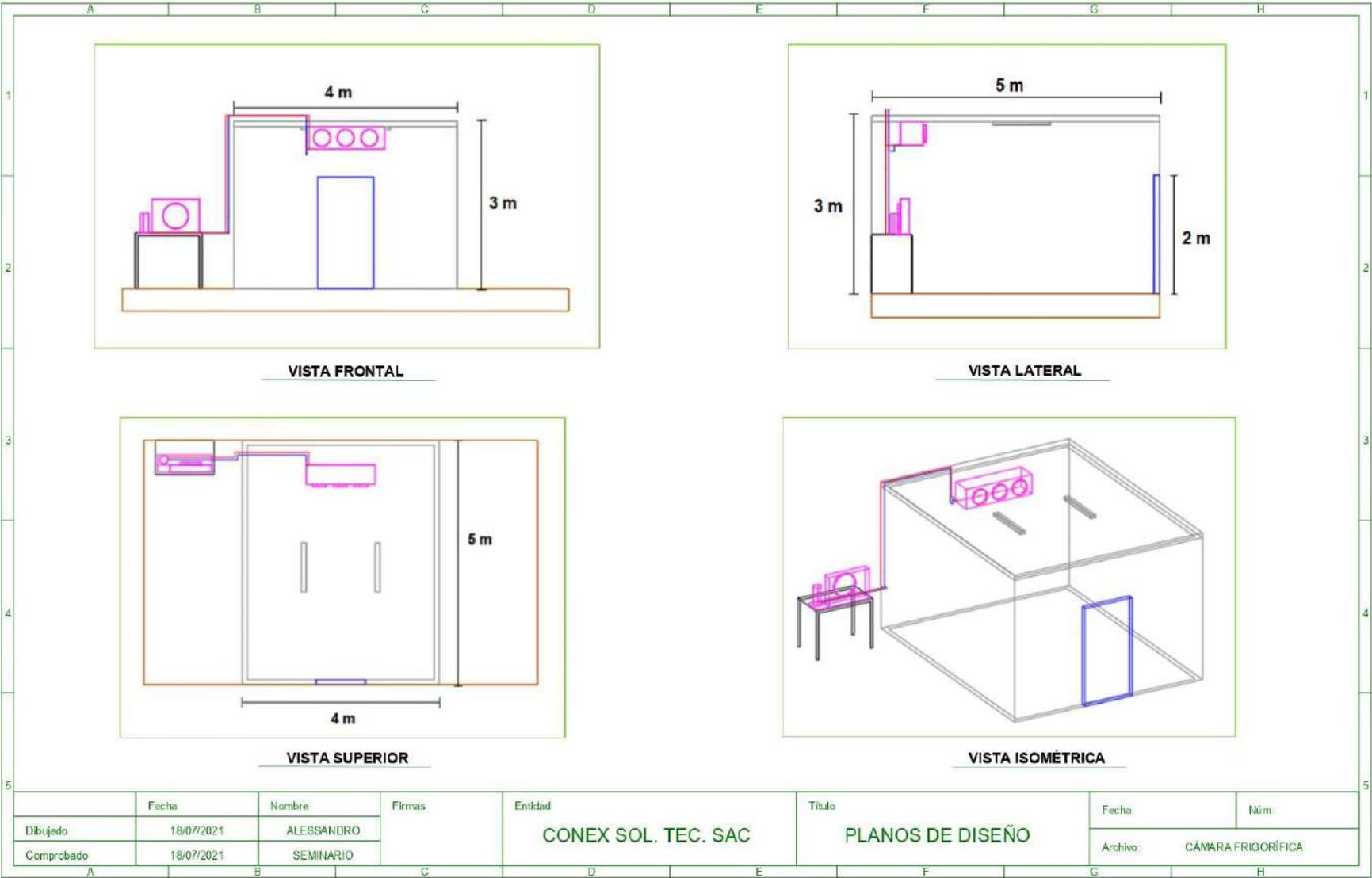
Flóres, Victor, Fisher, Gerhard y Ángel, Sora. 2000. *Producción, Poscosecha y Exportación de Uchuva (physalis peruviana L.).* Santa Fé de Bogotá : Universidad Nacional de Colombia , 2000. 958-8051-74-6.

- Franco, Juan. 2006.** *Manual de refrigeración* . Barcelona : Reverté S.A, 2006. 84-291-8011-7.
- García, Gabriel. 2021.** *Diseño de una cámara frigorífica con refrigerante R-404A para mantener la cadena de frío de 5 toneladas de vacunas covid-19.* Empresa J & R peruviam S.A.C. - Lima 2021. Callao : Universidad Nacional del Callao, 2021.
- García, Mónica. 2009.** *Fundamentos del Diseño en la Ingeniería.* España : Universitat Politècnica de València, 2009. 978-84-8363-386-1.
- Gracia Patrón, A. 2017.** *Diseño de una cámara de congelación para la planta procesadora de pulpas de frutas de industrias del cerro.* Riobamba - Ecuador : Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2017.
- Howell, John y Richar, O. 1990.** *Principios de termodinámica para ingenieros.* México D.F : McGRAW-HILL, 1990.
- Manchego, Claudio. 2020** . *Diseño de una cámara frigorífica para la conservación de medicinas en comunidades alejadas de la región selva del Perú.* Arequipa : Universidad Continental, 2020 .
- Monge, Alberto. 1983.** Norma oficial para tubería de cobre usada en la conducción de agua. *La Gaceta* . 1983, 146.
- Morante, Ana. 2017.** *Evaluación de los parámetros adecuados en el deshidratado de Aguaymanto (physalis peruviana Linnaeus) para ser recubierto con chocolate.* Piura : Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrias e industrias alimentarias, 2017. pág. 19.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. 2015.** *Normas Internacionales de refrigeración y aire acondicionado.* Milan : PNUMA, 2015.
- Rapin, P. 2021.** *Prontuario del frío.* Barcelona : Reverté S.A, 2021. 8429192166.
- Rebaza, Roger. 2018.** *Informacion de k de La Uchuva y Otras Frutas 1.* Colby Motorway : Pdfcoffe, 2018.
- Rolle, Kurt. 2006.** *Termodinamica.* México : Pearson Prentice Hall, 2006. 9702607574.
- Rougeron, Claude. 1977.** *Aislamiento acustico y termico en la construcción.* Barcelona : Editores Técnicos Asociados, 1977. 8471460971.

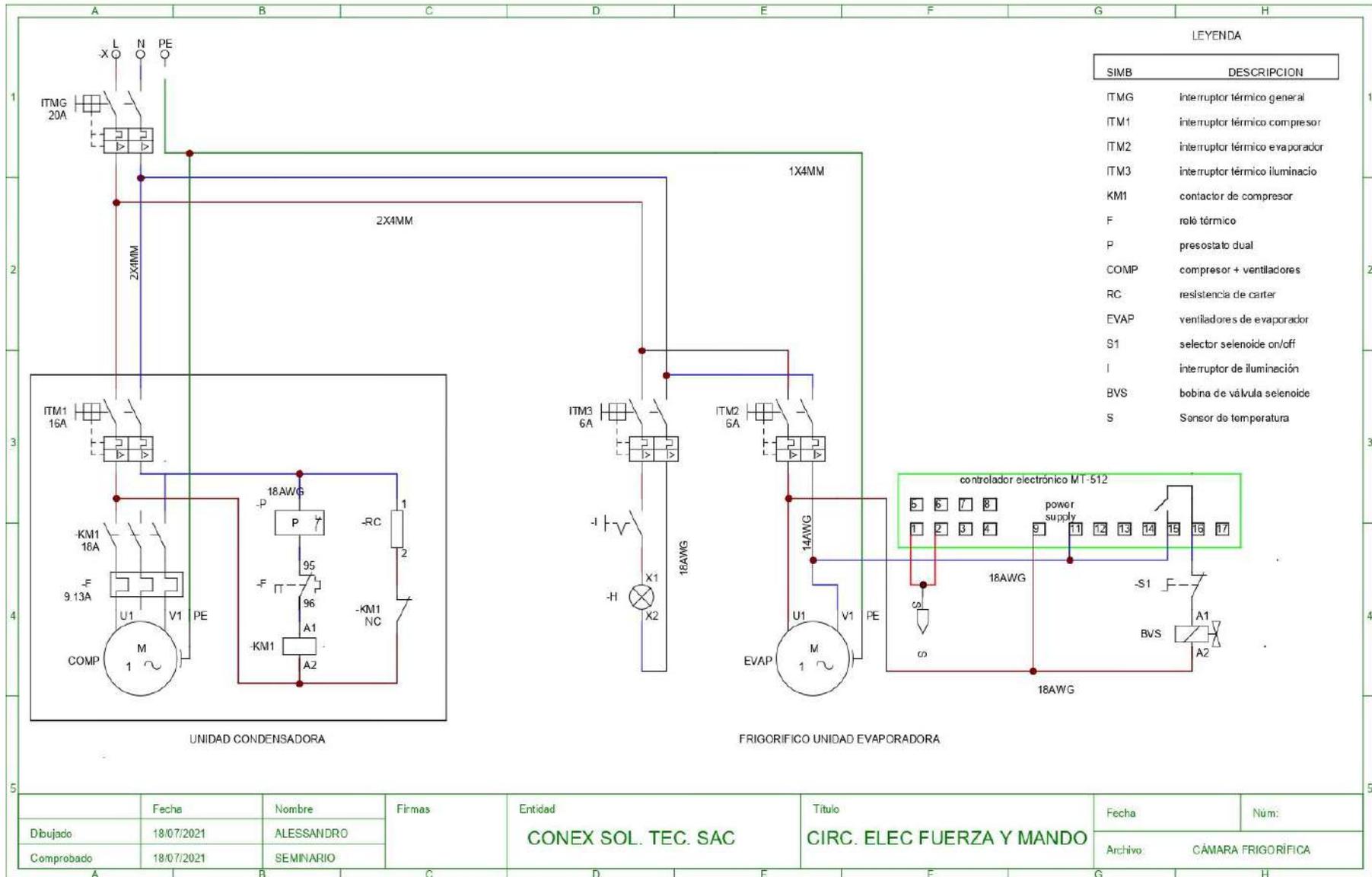
- Sanchez, María y Pineda, de las infantas. 2001.** *Práctica, ingeniería del frío teoría y practica.* España : Mundi prensa, 2001. 978-84-7114-883-4.
- Schreiber, Frank. 2015.** *Estudio de Prefactibilidad para la producción y comercialización de aguaymango(Physalis peruviana L.) en condiciones de Valles andinos.* Lima - Perú : Sierra explotadora, 2015.
- Senamhi. 2020.** Ministerio del ambiente. *Senamhi.* [En línea] 11 de Marzo de 2020. [Citado el: 05 de Noviembre de 2022.] [https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=cusco&p=pronostico-detalle.](https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=cusco&p=pronostico-detalle)
- Sierra, Pablo y Ramirez, Cristian. 2015.** *Diseño de una cámara de refrigeración para el almacenamiento de pieles de becerro, en la empresa curtipiel en el barrio San Benito, Bogotá.* Bogotá : Institución Universitaria los Libertadores, 2015.
- Surco, Hands. 2017.** *Diseño de dos Tuneles de congelación y una cámara congelados.* Villa el salvador : Universidad Tecnológica de Lima sur, 2017.
- Torres, David. 2014.** *Diseño de cámara para la congelación y almacenamiento de pan .* España : Universidad Carlos III de Madrid , 2014.
- Unidad de inteligencia comercial. 2015-2020.** *Análisis de Mercado Aguaymanto .* Lima- Perú : Sierra y Selva exportadora, 2015-2020.
- Valverde, Frans. 2017.** *Diseño de una cámara frigorífica para mangos 20 toneladas.* Villa el Salvador : Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, 2017.
- Válvula de Expansión Termostática.* **Domínguez, René. 2013.** s.l. : Ingeniería Energética General, 2013. 2326-6880.
- Vásquez, David. 2018.** *Diseño de cámara frigorífica de 1500 toneladas de capacidad para conservar productos hidrobiologicos congelados a una temperatura de -20° en la empresa Arcopa S.A- Paita.* Piura : Universidad Nacional de Piura , 2018.
- Whitman, William. 2000.** *Tecnología de la refrigeración y aire acondicionado tomo II. Refrigeración comercial.* Madrid : Paraninfo, 2000. 8428326584.

ANEXOS

Anexo 1. Planos de diseño de cámara frigorífica



Anexo 2. Planos de circuito eléctrico de fuerza motriz y mando



Anexo 3. Solicitud de cotización

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo



Referencia SDC : PNUD/SDC-098/2022	Fecha: 12 de marzo de 2022
------------------------------------	----------------------------

SECCION 1: SOLICITUD DE COTIZACIÓN (SDC)

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) agradece su cotización para la provisión de un cámara frigorífica de conservación de productos frescos, según se detalla en el Anexo 1 de esta SDC.

Esta Solicitud de Cotización comprende los siguientes documentos:

- Sección 1: Esta carta de solicitud
- Sección 2: Instrucciones y datos de SDC
- Anexo 1: Lista de requisitos
- Anexo 2: Formulario de presentación de cotizaciones
- Anexo 3: Oferta técnica y financiera

En la preparación de su cotización, guíese por las Instrucciones y los Datos de la SDC. Tenga en cuenta que las cotizaciones deben enviarse utilizando el Anexo 2: Formulario de presentación de cotizaciones y el Anexo 3: Oferta técnica y financiera, por el método y en la fecha y hora indicadas en la Sección 2. Es su responsabilidad asegurarse que su cotización se envíe el día o antes la fecha límite. Las cotizaciones recibidas después de la fecha límite de presentación, por cualquier motivo, no serán consideradas para evaluación.

Gracias y quedamos a la espera de su cotización.

Unidad de Adquisiciones
PNUD/Perú

Anexo 4. SDC Instrucciones para los oferentes

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo



SECCION 2: SDC INSTRUCCIONES PARA LOS OFERENTES

Introducción	<p>Los oferentes deberán cumplir con todos los requerimientos de esta SDC, incluyendo cualquier enmienda emitida por el PNUD. Esta SDC se lleva a cabo de acuerdo con las Políticas y Procedimientos de Operaciones y Programas (POPP) del PNUD sobre Contratos y Adquisiciones.</p> <p>Toda oferta que se presente será considerada como un ofrecimiento del oferente y no constituye ni implica la aceptación de la misma por parte del PNUD. El PNUD no tiene ninguna obligación de adjudicar un contrato a ningún oferente como resultado de esta SDC.</p> <p>El PNUD se reserva el derecho de cancelar el proceso de adquisición en cualquier etapa sin responsabilidad de ningún tipo para el PNUD, previa notificación a los oferentes o publicación del aviso de cancelación en el sitio web del PNUD.</p>
Fecha límite para la presentación de la cotización	<p>Viernes 25 de marzo de 2022 (todo el día).</p> <p>En caso de duda sobre la zona horaria en la que debe enviarse la cotización, consulte en http://www.timeanddate.com/worldclock/.</p>
Forma de envío	<p>La cotización debe ser enviada de la siguiente forma:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Sistema E-tendering <input checked="" type="checkbox"/> Correo electrónico específico <input type="checkbox"/> Courier / entrega en mano <ul style="list-style-type: none"> ▪ Dirección de envío adquisiciones.pe@undp.org ▪ Formato de archivo: PDF y Word ▪ Los nombres de archivo, no pueden exceder los 60 caracteres, ni otros caracteres por fuera del alfabeto latino. ▪ Todos los archivos deben estar libres de virus y sin daño. ▪ Peso máximo de los archivos, por envío 8Mb ▪ Asunto del correo (obligatorio): PNUD/SDC-098/2022 - Adquisición de cámara frigorífica de conservación de productos frescos ▪ En caso de múltiples correos, deben ser claramente identificados indicando en el asunto "Correo X de Y" y finalmente "Correo Y de Y". ▪ Se recomienda que la cotización se envíe, con el mayor número de archivos adjuntos, en la medida de lo posible.
Costo de preparación de la cotización	<p>El PNUD no será responsable de los costos asociados con la preparación y presentación de la cotización de los oferentes, independientemente del resultado o la forma en que se lleve a cabo el proceso de selección.</p>
Código de Conducta para el Proveedor, Fraude, Corrupción	<p>Todos los posibles proveedores deben dar lectura al Código de Conducta para Proveedores de las Naciones Unidas y reconocer que cumple con los estándares mínimos que se espera de los proveedores de las Naciones Unidas. El Código de Conducta, que incluye principios sobre trabajo, derechos humanos, medio ambiente y conducta ética, se encuentra en: https://www.un.org/Depts/ptd/about-us/un-supplier-code-conduct</p> <p>Además, el PNUD ejerce rigurosamente una política de tolerancia cero ante prácticas prohibidas, incluidos el fraude, la corrupción, la colusión, las prácticas contrarias a la ética en general y a la ética profesional y la obstrucción por parte de proveedores del PNUD y exige a los oferentes / proveedores respetar los más altos estándares de ética durante el proceso de adquisición y la ejecución del contrato. La Política Anti-Fraude del PNUD se puede encontrar en:</p>

Anexo 5. SDC Instrucciones para los oferentes

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo



	http://www.undp.org/content/undp/en/home/operations/accountability/audit/office_of_audit_and_investigation.html#anti
Obsequios y atenciones	<p>Los oferentes/proveedores no ofrecerán obsequios o atenciones de ningún tipo a los miembros del personal del PNUD, incluidos viajes recreativos a eventos deportivos o culturales o a parques temáticos, ofertas de vacaciones o transporte, invitaciones a almuerzos o cenas extravagantes o similares.</p> <p>En virtud de esta política, el PNUD procederá de la siguiente manera: (a) Rechazará una propuesta si determina que el proponente seleccionado ha participado en prácticas corruptas o fraudulentas al competir por el contrato en cuestión. (b) Declarará inelegible a un proveedor, ya sea de manera definitiva o por un plazo determinado, para la adjudicación de un contrato si en algún momento determina que dicho proveedor ha participado en prácticas corruptas o fraudulentas al competir por un contrato del PNUD o al ejecutarlo.</p>
Conflicto de interés	<p>El PNUD requiere que todo potencial proveedor evite y prevenga conflictos de intereses, al informar al PNUD si usted, o cualquiera de sus afiliados o personal, estuvo involucrado en la preparación de los requisitos, diseño, especificaciones, estimaciones de costos y otra información utilizada en este SDC. Los oferentes evitarán estrictamente los conflictos con otras asignaciones o sus propios intereses y actuarán sin tener en cuenta trabajos futuros. Los oferentes que tengan un conflicto de intereses serán descalificados.</p> <p>Los oferentes deberán revelar en su oferta su conocimiento de lo siguiente:</p> <p>a) si los propietarios, copropietarios, ejecutivos, directores, accionistas mayoritarios de la entidad que presenta la propuesta o personal clave, son familiares del personal del PNUD que participa en las funciones de adquisición y/o en el Gobierno del país, o de cualquier Asociado en la Ejecución que recibe los bienes y/o los servicios contemplados en esta SDC.</p> <p>La elegibilidad de los oferentes que sean total o parcialmente propiedad del Gobierno estará sujeta a la evaluación y revisión adicional del PNUD en varios factores, como estar registrados, operados y administrados como una entidad comercial independiente, el alcance de la propiedad / participación del Gobierno, la recepción de subsidios, mandato y acceso a la información en relación a esta SDC, entre otros. Las condiciones que pueden conducir a una ventaja indebida frente a otros Licitantes pueden resultar en el eventual rechazo de la Oferta.</p>
Condiciones Generales del Contrato	<p>Cualquier Orden de Compra o Contrato que se emita como resultado de esta SDC, estará sujeta a las Condiciones Generales del Contrato</p> <p>Condiciones Generales aplicables a esta SDC:</p> <p><input type="checkbox"/> Términos y Condiciones Generales / Condiciones Especiales del contrato</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Términos y Condiciones Generales de minimis (sólo servicios menores a USD 50,000)</p> <p><input type="checkbox"/> Términos y Condiciones Generales para Obras</p> <p>Los Términos y Condiciones aplicables y otras disposiciones están disponibles: UNDP/How-we-buy</p>
Condiciones Especiales del Contrato	<input checked="" type="checkbox"/> Cancelación de la Orden de Compra/Contrato, si la finalización o entrega se retrasan en más de [15 días]

Anexo 6. SDC Instrucciones para los oferentes

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo



Eligibilidad	<p>Un proveedor no debe estar suspendido, excluido o de otro modo identificado como inelegible por cualquier Organización de las Naciones Unidas, el Grupo del Banco Mundial o cualquier otra organización internacional. Por lo tanto, los proveedores deben informar al PNUD si están sujetos a alguna sanción o suspensión temporal impuesta por estas organizaciones. El no hacerlo puede resultar en la rescisión de cualquier contrato u orden de compra emitida posteriormente al proveedor por el PNUD.</p> <p>Es responsabilidad del Licitante asegurarse de que sus empleados, miembros de empresas conjuntas, subcontratistas, proveedores de servicios, proveedores y / o sus empleados cumplan con los requisitos de elegibilidad establecidos por el PNUD.</p> <p>Los oferentes deben tener la capacidad legal para celebrar un contrato con el PNUD y realizar las entregas en el país, o través de un representante autorizado.</p>
Moneda de la cotización	<p>Las ofertas serán cotizadas en Soles</p>
Asociación en Participación (Joint Venture), Consorcio o Asociación	<p>Si el oferente es un grupo de entidades legales que formarán o han formado un Joint Venture (JV), Consorcio o Asociación para la oferta, deberán confirmar en su Oferta que: (i) han designado a una de las partes para actuar como líder entidad, debidamente autorizada para vincular legalmente a los miembros de la JV, Consorcio o Asociación de manera conjunta y solidaria, lo que deberá constar mediante Acuerdo debidamente notariado entre las personas jurídicas, y presentado con la Oferta; y (ii) si se les adjudica el contrato, el contrato será celebrado por y entre el PNUD y la entidad líder designada, quien actuará en nombre y representación de todas las entidades miembros que componen la empresa conjunta, Consorcio o Asociación.</p> <p>Consulte las Cláusulas 19-24 de las políticas para las Solicitudes de Licitación a fin obtener detalles sobre las disposiciones aplicables sobre empresas conjuntas, consorcios o asociaciones.</p>
Única oferta	<p>El oferente (incluida la Entidad Líder en nombre de los miembros individuales de cualquier Joint Venture, Consorcio o Asociación) deberá presentar sólo una Oferta, ya sea en su propio nombre o, si se trata de una Joint Venture, Consorcio o Asociación, como la entidad líder de tal Joint Venture, Consorcio o Asociación.</p> <p>Las ofertas presentadas por dos (2) o más oferentes deberán ser rechazadas si se determina que tienen alguno de los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) tienen al menos un socio controlador, director o accionista en común; o b) cualquiera de ellos recibe o ha recibido algún subsidio directo o indirecto de los demás; o b) tienen el mismo representante legal para efectos de esta SDC; o c) tienen una relación entre ellos, directamente o a través de terceros comunes, que los coloca en posición para tener acceso a información o influencia sobre la Oferta de otro Oferente con respecto a este proceso de SDC; d) son subcontratistas de la Oferta del otro, o un subcontratista de una Oferta también presenta otra Oferta bajo su nombre como Oferente principal; o e) algún personal clave propuesto para formar parte del equipo de un Oferente participa en más de una Oferta recibida para este proceso de SDC. Esta condición relativa al personal, no se aplica a los subcontratistas incluidos en más de una Oferta.

Anexo 7. SDC Instrucciones para los oferentes

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo



Tasas e Impuestos	<p>El artículo II, sección 7, de la Convención sobre Prerrogativas e Inmunities dispone, entre otras cosas, que las Naciones Unidas, incluido el PNUD como órgano subsidiario de la Asamblea General de las Naciones Unidas, están exentas de todos los impuestos directos, excepto los impuestos por servicios públicos, y está exento de restricciones aduaneras, derechos y cargas de naturaleza similar con respecto a los artículos importados o exportados para su uso oficial. Todas las cotizaciones se presentarán netas de impuestos directos y otros impuestos y aranceles, a menos que se especifique lo contrario a continuación:</p> <p>Todos los precios cotizados deben:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> incluir el IGV y otros impuestos indirectos aplicables</p> <p><input type="checkbox"/> no incluir el IGV ni otros impuestos indirectos aplicables</p>
Idioma de la oferta	<p>Español</p> <p>Incluyendo documentación, catálogos, instrucciones y manuales de operación.</p>
Documentos a ser presentados	<p>Los Oferentes incluirán la siguiente documentación en su oferta:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Anexo 2: Formulario de Cotización debidamente completado y firmado</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Anexo 3: Oferta Técnica y Económica, debidamente completada y firmada, de acuerdo con los requerimientos establecidos en el Anexo 1.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Constancias de conformidad de sus principales clientes (mínimo 3) en términos de monto del contrato en un área similar;</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Declaración Jurada emitida por el Oferente garantizando que el bien ofrecido es original, nuevo (sin uso), y que se encuentra en perfecto estado de conservación y operación.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Carta del fabricante autorizando al oferente a comercializar el equipo ofertado.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Declaración Jurada de Garantía del bien según lo establecido en las Especificaciones Técnicas.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Relación de piezas requeridas durante el periodo que dure la garantía.</p>
Validez de la oferta	<p>La oferta se mantendrá válida por 60 días calendario, contados a partir de la fecha límite establecida para presentación de ofertas.</p>
Variación de precio	<p>No se aceptará ninguna variación de precio debido a escalada, inflación, fluctuación en los tipos de cambio o cualquier otro factor del mercado, en ningún momento durante la validez de la oferta una luego que se haya recibido la cotización.</p>
Ofertas parciales	<p><input checked="" type="checkbox"/> No permitidas</p>
Ofertas alternativas	<p><input checked="" type="checkbox"/> No permitidas</p>
Forma de pago	<p>Los pagos se realizarán vía transferencia bancaria a la cuenta del Contratista, según siguiente detalle:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 20% dentro de los 15 días calendario siguientes a la colocación de la Orden de Compra. - 80% dentro de los 15 días calendario siguientes a la recepción de la conformidad de instalación, funcionamiento y capacitación de operarios.

Anexo 8. SDC Instrucciones para los oferentes

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo



Condiciones para liberar los pagos	<ul style="list-style-type: none"> - Conformidad emitida por la Jefatura del Parque Nacional del Manu – SERANP. La emisión de la conformidad se emitirá en un plazo no mayor a 15 días calendarios de recibido los bienes, para lo cual se realizarán las pruebas necesarias a fin de determinar que los equipos cumplen con las características técnicas solicitadas. - Factura comercial
Contacto para correspondencia, notificaciones y aclaraciones	<p>Correo electrónico: adquisiciones.pe@undp.org</p> <p>Cualquier retraso en la respuesta del PNUD no se utilizará como motivo para extender el plazo para la presentación, a menos que el PNUD determine que tal extensión es necesaria y comunique un nuevo plazo a los Proponentes.</p>
Aclaraciones	<p>Los Oferentes podrán solicitar aclaraciones hasta el miércoles 16 de marzo de 2022. Las respuestas serán comunicadas mediante correo electrónico a más tardar hasta el viernes 18 de marzo de 2022.</p>
Método de evaluación	<p><input checked="" type="checkbox"/> La Orden de Compra / Contrato será otorgado a la oferta que se ajuste a lo requerido y ofrezca el menor precio.</p>
Criterio de evaluación	<p><input checked="" type="checkbox"/> Cumplimiento total de todos los requisitos especificados en el Anexo 1</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Plena aceptación de las Condiciones Generales de Contratación</p>
Derecho a aceptar o a rechazar cualquiera o todas las Propuestas	<p>PNUD no está obligado a aceptar cotizaciones, ni adjudicar un Contrato / Orden de Compra.</p>
Derecho a modificar el requisito en el momento de la adjudicación	<p>En el momento de la adjudicación del Contrato / Orden de Compra, Inserte el nombre de la organización se reserva el derecho de variar (aumentar o disminuir) la cantidad de servicios y/ o bienes, hasta un máximo del veinticinco (25%) del total de la oferta, sin ningún cambio en el precio unitario u otros términos y condiciones.</p>
Tipo de Contrato a adjudicar	<p><input checked="" type="checkbox"/> Orden de Compra</p>
Fecha prevista para adjudicar el contrato	<p>4/4/2022</p>
Publicación de la adjudicación del contrato	<p>PNUD publicará las adjudicaciones de contratos valoradas en USD 100.000 o más, en los sitios web de la Oficina de País y el sitio web corporativo del PNUD.</p>
Políticas y procedimientos	<p>Esta SDC se lleva a cabo de acuerdo a Políticas y Procedimientos de Operaciones y Programas (POPP) del PNUD</p>
UNGM registration	<p>Cualquier Contrato resultante de este ejercicio de SDC estará sujeto a que el proveedor se registre en el nivel apropiado en el sitio web del Mercado Global de las Naciones Unidas (UNGM) www.ungm.org. El oferente aún puede presentar una cotización incluso si no está registrado en la UNGM, sin embargo, si es seleccionado para la adjudicación del Contrato, el Proveedor debe registrarse en la UNGM antes de la firma del contrato</p>

Anexo 9. Requerimientos

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo



ANEXO 1: REQUERIMIENTOS

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS MÍNIMAS

Item Único: Cámara frigorífica estacionaria para la conservación de productos frescos
Cantidad: 01

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS MÍNIMAS REQUERIDAS	INDICAR SI CUMPLE CON LO REQUERIDO
1. GENERALES	
Dimensión externa: 5.00 m largo x 4.00 m de ancho x 2.50 m de altura	
Temperatura interna: 15°C	
Carga diaria: mínimo 2500 Kg	
Aplicación: conservación de productos frescos	
Capacidad de conservación: min 05 Tn – máx 12 Ton	
2. PANELES DE PARED Y TECHO	
Panel antibacterial tipo machimbrado conformado por dos caras de acero galvanizado nervado de color con alma de poliestireno (POL) con densidad 20 Kg/m ³ espesor de 100 mm. Perfiles Aluzinc, Perfiles sanitarios.	
3. PUERTA	
Puerta frigorífica MT ^o tipo pivotante para vano Medidas: 1.00 m de ancho x 2.00 m alto, incluir PVC lama 2x 200mm MT ^o y riel PVC para cortina.	
4. SISTEMA ELÉCTRICO	
Tablero de mando conformado por un controlador de temperatura electrónico full gauge MT-512 media temperatura certificado por la CE, UL, NFS, además el sistema de iluminación cuenta con equipo hermético adecuado para bajas temperaturas.	
Considerar que el abastecimiento de energía del local es monofásico y se cuenta con un ambiente techado.	
5. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	

Anexo 10. Requerimientos

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo



<ul style="list-style-type: none"> • Cámara Frigorífica (1) <p>Unidad de condensación de aire dimensionado para operar en diversos entornos, con ventiladores combinados con motores y bobinas para un flujo de aire y enfriamiento máximos, con contenedor de líquido con válvula de servicio, con compresor y tubería montados para minimizar el estrés y la vibración. Con válvulas de succión Schrader o similar, para lectura de presión Kit de inicio completo e interruptores de alta presión.</p> <p>Refrigerante: ECOLOGICO para refrigeración comercial e industrial debido a su capacidad de enfriamiento rápido, seguridad y ecológica. Con mezcla de gases refrigerantes HFC casi azeotrópica. Cero agotamiento de la capa de ozono, olor etéreo. Utilizada en equipos nuevos de refrigeración de medias y bajas temperaturas.</p> <p>Tensión eléctrica: 220/1f/60Hz</p> <ul style="list-style-type: none"> • Motor compresor: 2.0 Hp para refrigeración comercial e industrial • Ventiladores: 1 x 450mm 	
<p>Unidad evaporadora:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tiro: 9 m • N° de ventiladores: 3 x 305 mm • Caudal de aire: 4275 m3/h • Descongelamiento: Al natural. • Incluye: tubería y accesorios entre el evaporador y el condensador a una distancia de 10 m. 	
<p>Manuales: El contratista deberá incluir manuales en idioma español en versión impresa y digital (no copias), por estructura y/o equipo que así lo requiera. Estos manuales deben contener aspectos técnicos, características, así como cuidados y recomendaciones para su uso y conservación de manera impresa y/o digital.</p> <p>Incluir un kit de herramientas para el mantenimiento del equipo que incluya repuestos básicos.</p>	
<p>El contratista deberá indicar si ofrece el stock de piezas que requieren ser reemplazados con el uso y desgaste de la máquina</p>	

Anexo 11. Requisitos de entrega de los bienes

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo



Requisitos de entrega de los bienes

DESCRIPCIÓN	
Plazo de entrega	El Proveedor entregará los bienes en 45 días calendario luego de firmado el Contrato/Orden de Compra.
Dirección/es exacta/s de entrega	Entrega e instalación en la planta, ubicada en el distrito de Challabamba, sector Challabamba S/N (Cusco 08140).
Requisitos de empaque	El contratista bajo su propia responsabilidad y cargo, modulará y embalará los bienes.
Capacitación en operación y mantenimiento	La oferta debe incluir el servicio de capacitación en temas de mantenimiento y operación del equipo para un total de 6 personas (operarios y productores). Horas de capacitación: mínimo 08 horas en refrigeración básica y mínimo 04 horas en operación y mantenimiento.
Plazo de garantía	Un (1) año contado a partir de la fecha de emisión de la conformidad correspondiente. La garantía será de ejecución inmediata. Dicha garantía deberá cubrir el cambio de partes y la reparación completa de la unidad por averías anormales en la operación por parte del contratista
Alcance de la garantía	Contra defectos de diseños y/o fabricación, averías o fallas de funcionamiento, ajenas al uso normal o habitual de los bienes y no detectables al momento que se otorgó la conformidad.
Capacitación	La oferta debe incluir el costo por capacitación (curso de refrigeración básico, mantenimiento y operación) a las personas designadas (operarios y productores), en la fase de entrega del equipo.

Anexo 12. Formulario de presentación de oferta

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo



ANEXO 2: FORMULARIO DE PRESENTACION DE OFERTA

Se solicita a los Oferentes que completen este formulario, incluyendo el Perfil de la Compañía y la Declaración del Oferente, lo firmen y entreguen como parte de su cotización junto con el Anexo 3: Oferta Técnica y Financiera. El Oferente completará este formulario de acuerdo con las instrucciones indicadas. No se permitirán alteraciones en su formato ni se aceptarán sustituciones.

Nombre del Oferente:	Haga clic o pulse aquí para escribir texto.	
SDC Referencia:	PNUD/SDC-098/2022	Fecha: Haga clic aquí o pulse para escribir una fecha.

Perfil de la empresa

Descripción	Detalle de la información	
Nombre legal del Oferente o entidad principal de las empresas asociadas	Haga clic o pulse aquí para escribir texto.	
Dirección legal completa	Haga clic o pulse aquí para escribir texto.	
Sitio web	Haga clic o pulse aquí para escribir texto.	
Año de Constitución/Registro	Haga clic o pulse aquí para escribir texto.	
Estructura Legal	Elija un elemento.	
Es una empresa registrada en UNGM como Proveedor?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	En caso afirmativo, inserte su número de Proveedor en UNGM
Certificación de Calidad (Ej: ISO 9000 o equivalente) (en caso afirmativo, proporcione una copia del certificado válido)	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	
Dispone de alguna acreditación como ISO 14001 o ISO 14064 o equivalente relacionada con el medio ambiente? (En caso afirmativo, proporcione una copia del certificado válido)	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	
Demuestra su empresa un compromiso significativo con la sostenibilidad a través de otros medios, por ejemplo, documentos de política interna de la empresa sobre el empoderamiento de la mujer, energías renovables o membresía en instituciones comerciales que	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	

Anexo 13. Formulario de presentación de oferta

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo



promueven estos temas? (En caso afirmativo, proporcione una copia)				
¿Su empresa es miembro del Pacto Mundial de las Naciones Unidas?		<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No		
Información bancaria		Nombre del banco: Haga clic o pulse aquí para escribir texto. Dirección del banco: Haga clic o pulse aquí para escribir texto. IBAN: Haga clic o pulse aquí para escribir texto. SWIFT/BIC: Haga clic o pulse aquí para escribir texto. Moneda de la Cuenta: Haga clic o pulse aquí para escribir texto. Número de la Cuenta: Haga clic o pulse aquí para escribir texto.		
Experiencia previa relevante: 3 contratos				
Nombre de contrato previo	Detalles de contacto del cliente y de referencia, incluido el correo electrónico	Monto del contrato	Período de actividad	Tipo de actividades realizadas

Declaración del Oferente

Sí	No	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Requisitos y Términos y Condiciones: Yo/Nosotros he/hemos leído y entendido completamente la SDC, incluida la Información y los Datos de la SDC, los requerimientos, las Condiciones Generales del Contrato y las Condiciones Especiales del Contrato. Confirмо/confirmamos que el Oferente acepta regirse por ellos.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Yo/Nosotros confirmamos que el Oferente tiene la capacidad, y las licencias necesarias para cumplir o superar en su totalidad los requerimientos y que se estará disponible para entregar durante el período del Contrato correspondiente.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ética: al presentar esta Cotización, garantizo/garantizamos que el Oferente: no ha celebrado ningún arreglo inadecuado, ilegal, colusorio o anticompetitivo con ningún Competidor; no se ha acercado directa o indirectamente a ningún representante del Comprador (que no sea el Punto de Contacto) para presionar o solicitar información en relación con la SDC; no ha intentado influir o proporcionar ninguna forma de incentivo, recompensa o beneficio personal a ningún representante del Comprador.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Confirмо/confirmamos que me comprometo a no participar en prácticas prohibidas, o cualquier otra práctica no ética, con las Naciones Unidas o cualquier otra Parte, y a realizar negocios de una manera que evite cualquier riesgo financiero, operativo, reputacional u otro riesgo indebido para las Naciones Unidas y hemos leído el Código de Conducta para proveedores de las Naciones Unidas https://www.un.org/Depts/ptd/about-us/un-supplier-code-conduct y reconocer que proporcionamos los estándares mínimos que se esperan de los proveedores de las Naciones Unidas.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Conflicto de interés: Yo/nosotros garantizamos que el Oferente no tiene ningún conflicto de intereses real, potencial o percibido al presentar esta cotización o al celebrar un contrato para cumplir con los

Anexo 14. Formulario de presentación de oferta

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo



Si	No	
		requisitos. Cuando surja un conflicto de interés durante el proceso de solicitud de cotización, el Oferente lo informará inmediatamente al punto de contacto del contratante.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Prohibiciones, sanciones: Yo/Nosotros declaramos que nuestra empresa, sus afiliadas o subsidiarias o empleados, incluidos los miembros de JV/Consortio o subcontratistas o proveedores de cualquier parte del contrato, no están sujetos a la prohibición de adquisiciones de las Naciones Unidas, incluidos, entre otros, a prohibiciones derivadas de Listas de Sanciones del Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas y no han sido suspendidas, inhabilitadas, sancionadas o identificadas de otra manera como no elegibles por ninguna Organización de las Naciones Unidas o el Grupo del Banco Mundial o cualquier otra organización internacional.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Quiebra: Yo/Nosotros no nos hemos declarado en quiebra, no estamos involucrados en procedimientos de quiebra o administración judicial, y no hay sentencia o acción legal pendiente en nuestra contra que pueda perjudicar las operaciones en un futuro previsible.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Período de validez de la oferta: Confirmando/Confirmamos que esta cotización, incluido el precio, permanece vigente para la aceptación durante la validez de la oferta.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Yo/Nosotros entendemos y reconocemos que ustedes no están obligados a aceptar ninguna Cotización que reciban, y certificamos que los productos ofrecidos en nuestra Cotización son nuevos y sin uso.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Al firmar esta declaración, el signatario a continuación representa, garantiza y acepta que ha sido autorizado por la empresa Oferente para realizar esta declaración en su nombre.

Firma: _____

Nombre: Haga clic o pulse aquí para escribir texto.

Cargo: Haga clic o pulse aquí para escribir texto.

Fecha: Haga clic aquí o pulse para escribir una fecha.

Anexo 15. Oferta Técnica y económica - Bienes

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo



ANEXO 3: OFERTA TECNICA Y ECONOMICA - BIENES

Se solicita a los Oferentes que completen este formulario, lo firmen y entreguen como parte de su cotización junto con el Anexo 2: Formulario de Oferta. El Oferente completará este formulario de acuerdo con las instrucciones indicadas. No se permitirán alteraciones en su formato ni se aceptarán sustituciones.

Nombre del Oferente:	Haga clic o pulse aquí para escribir texto.	
SDC Referencia:	PNUD/SDP-098/2022	Fecha: Haga clic aquí o pulse para escribir una fecha.

Moneda de la oferta Soles					
INCOTERMS: DDP entrega en Challabamba, sector Challabamba S/N (Cusco 08140)					
No.	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Precio total
1.	Bienes				
	Cámara frigorífica estacionaria para la conservación de productos frescos.	Unidad	01	S/.	S/.
2.	Servicios				
	Servicio de transporte				
	Costo de seguro				
	Costo por instalación				
	Costo por capacitación				
	Otros cargos (indicar)				
Subtotal					
Impuestos (18%)					
PRECIO TOTAL INCLUIDO IMPUESTOS					

Cumplimiento de los requisitos

	Su respuesta		
	Si, se cumple	No, no se cumple	Si no puede cumplir, indicar contraoferta
Especificaciones técnicas mínimas requeridas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Haga clic o pulse aquí para escribir texto.

Anexo 16. Oferta Técnica y económica - Bienes

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo



Términos de entrega (INCOTERMS)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Haga clic o pulse aquí para escribir texto.
Plazo de entrega	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Haga clic o pulse aquí para escribir texto.
Garantía y requerimientos post-venta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Haga clic o pulse aquí para escribir texto.
Validez de la oferta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Haga clic o pulse aquí para escribir texto.
Términos y condiciones de pago	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Haga clic o pulse aquí para escribir texto.

Información adicional:

Peso / volumen / dimensión estimada del envío	Haga clic o pulse aquí para escribir texto.
Pais/Paises de origen: <i>(si se requiere licencia de exportación, esta debe ser presentada si se le adjudica el contrato)</i>	Haga clic o pulse aquí para escribir texto.

Yo, el abajo firmante, certifico que estoy debidamente autorizado para firmar esta oferta y vincular a la empresa a continuación en caso de que la oferta sea aceptada.

Nombre y datos exactos de la empresa:	Firma autorizada:
Nombre de la empresa Haga clic o pulse aquí para escribir texto.	Fecha Haga clic o pulse aquí para escribir texto.
Dirección Haga clic o pulse aquí para escribir texto. Haga clic o pulse aquí para escribir texto.	Nombre Haga clic o pulse aquí para escribir texto.
Teléfono Haga clic o pulse aquí para escribir texto.	Cargo: Haga clic o pulse aquí para escribir texto.
Correo electrónico Haga clic o pulse aquí para escribir texto.	Correo electrónico Haga clic o pulse aquí para escribir texto.

Anexo 17. Cotización

CONEX SOLUCIONES TECNOLOGICAS S.A.C.
RUC 20601177286
T. (01) 5529806



COTIZACION N° C01-01754

válida por 15 días
Lima, 25 de marzo del 2022.

Ciente : PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO.
RUC : 20507728961
Correo : adquisiciones.pe@undp.org
Lugar de instalación : Challabamba, provincia de Paucartambo, región Cusco.

• DESCRIPCION DE SUMINISTRO

Cámara frigorífica de conservación de productos frescos – Aguaymanto

Dimensión externa : 5.00 m largo x 4.00 m de ancho x 2.50 m de altura.
Temperatura interna : 15°C a 20°C
Temperatura entrada del producto : 2°C a 5°C
Carga diaria : 2500 Kg
Aplicación : conservación de productos frescos - Aguaymanto
Capacidad de conservación : 05 - 12 Ton

• COSTO Y SUMINISTROS EN DOLARES AMERICANOS

Ítem	Descripción	Cant	Uni. Me	P. Unit. \$.	IMPORTE
1	Cámara frigorífica Para conservación de productos frescos 2°C 5.00 m largo x 4.00 m de ancho x 2.50 m de altura.	01	Unid	13,253.05	13,253.05
SUBTOTAL					13,253.05
IGV 18%					2,385.55
TOTAL \$.					15,638.60
TOTAL S/.					59,426.68



IMAGEN REFERENCIAL

www.conexrefrigeracion.pe

Anexo 18. Cotización

CONEX SOLUCIONES TECNOLÓGICAS S.A.C.
RUC 20601177286
T. (01) 5529806



• ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

PANELES DE PARED Y TECHO

Panel antibacterial tipo MACHIMBRADO conformado por dos caras de **acero galvanizado nervado de color** con alma de POLIESTIRENO (POL) con densidad 20Kg/m³ espesor de 100mm. Perfiles Aluzinc, Perfiles sanitarios.

PUERTA

Puerta frigorífica MT* tipo pivotante para vano de 1.00 m de ancho x 2.00 m alto, incluyen PVC lama 2x 200mm MT* y riel PVC para cortina.

SISTEMA ELÉCTRICO

Tablero de mando conformado por un controlador de temperatura electrónico Full gauge MT-512 media temperatura certificado por la CE, UL, NFS, además el sistema de iluminación cuenta con equipo hermético adecuado para bajas temperaturas.

SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

Unidad de condensación ELGIN

- Refrigerante : R404A/R507
- Tensión eléctrica : 220/1f/60Hz
- motor compresor : COPELAND (AMERICANO) 2.0 Hp
- Ventiladores : 1 x 450mm

Unidad evaporadora FLEXCOLD FLA048

- Tiro : 9 m
- N° de ventiladores : 3 x 305mm
- Caudal de aire : 4275 m³/h
- Descongelamiento : Al natural.
- Incluye: tubería y accesorios entre el evaporador y el condensador a una distancia de 12m.



IMAGEN REFERENCIAL

Anexo 19. Cotización

CONEX SOLUCIONES TECNOLÓGICAS S.A.C.
RUC 20601177286
T. (01) 5529806



Métodos de pago.

Depósito o Transferencia bancaria,
Cta. corriente. BCP Soles: N° 194-2322732-0-38
Código de Cuenta Interbancaria (CCI) BCP-SOLES: 00219400232273203891

Entrega del producto

Entrega de Paneles y equipos: Estimado 02 – 03 semanas.
Entrega de puertas: 10 días.

Condiciones de pago:

- 70% dentro de los 15 días calendario siguientes a la colocación de la Orden de Compra.
- 30% dentro de los 15 días calendario siguientes a la recepción de la conformidad de instalación, funcionamiento y capacitación de operarios.

El precio precisa cámara en funcionamiento y conformidad del cliente.

Duración de instalación.

Quince - Veinte (15 – 20) días hábiles.
Cualquier extensión o disminución de tiempo se le anticipará al cliente.

Garantía.

Se ofrecen doce (12) meses de garantía desde la entrega; por cualquier defecto de fábrica, bajo condiciones normales de operación, sin caídas de tensión ni oscilaciones y un adecuado mantenimiento preventivo según cronograma (como mínimo semestral).

Requisitos para la instalación.

- El cliente proveerá acceso pleno, seguro y libre para la ejecución de los servicios.
- Suministro de energía eléctrica en el punto de las unidades condensadoras.
- Punto de tubería de desagüe 1" con trampa cerca de la cámara.

Nota.

- El presente servicio está basado en las buenas prácticas de refrigeración.
- El precio precisa cámara en funcionamiento y conformidad del cliente.
- Si el cliente tuviese conocimiento de la existencia de cualquier material peligroso, lo notificará por escrito o mediante correo a CONEX SOLUCIONES TECNOLÓGICAS SAC de inmediato.
- El cliente asignará personal y lo dedicará al proyecto según tiempo estimado y requerido con los conocimientos del tema según las actividades del plan, a este personal se le asignará todo el conocimiento sobre el servicio.
- No incluye construcción de estructuras metálicas de ser necesario.
- La ejecución y puesta en marcha del proyecto está sujeto a la disponibilidad técnica de la empresa cliente.
- No incluye instalación de drenaje.
- Incluye capacitación a personal técnico del uso.
- INCLUYE TRANSPORTE Y VIATICOS LIMA – CUSCO.

ALESSANDRO SEMINARIO FARIAS
Área de Proyectos
Cel.981 228 675
CONEX SOLUCIONES TECNOLÓGICAS S.A.C.

Agradecemos por anticipado la atención brindada a la presente y esperando tenerlos entre nuestros más estimados clientes.

www.conexrefrigeracion.pe

Anexo 20. Verificables de equipos

VERIFICABLES DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN PARA CÁMARA FRIGORÍFICA DE CONSERVACIÓN DE PRODUCTOS FRESCOS – AGUAYMANTO

1. Unidad Condensadora
Marca : ELGIN
Modelo: SLMB4200ET051A



Anexo 21. Verificables de equipos

2. Evaporador
Marca : MIPAL
Modelo: MPAE04625 (MI046E)



Anexo 22



Tel: 480-9132 / 552-9806

REPORTE DE SERVICIO O PRODUCTO

RUC 20601177285
 G.0001 N° N° 000415

DATOS DEL CLIENTE			
CLIENTE	Magana de las Perlas, Distrito		RUC 20507228961
DIRECCION	Challa bamba, Provincia de Pasco, Tambora Region, Cusco		
SOLICITANTE	Acquisiciones - PE @undo		
MAL	010		

INFORME TÉCNICO			
ENCARGADO DEL SERVICIO	William Lucena		FECHA TRABAJO
FECHA INICIO	09/06/2022		17/06/2022
HORA INICIO	2:00 PM		HORA TERMINO
		5:00 PM	
TIPO TRABAJO:	PREVENTIVO <input type="checkbox"/>	CORRECTIVO <input type="checkbox"/>	INSTALACION <input checked="" type="checkbox"/>
		CONSTRUCCION <input checked="" type="checkbox"/>	
OTRO			

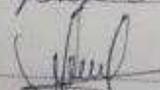
CARACTERÍSTICAS DE UNIDAD CONDENSADORA			
Marca/Modelo	EIG/N/SLM54200		Marca/Modelo compresor
Dimensiones equipo	105 x 35 x 50		Coleman
Presión EQUIPO APAGADO	Alta: 150	Baja: 45	Tipo compresor
Presión EQUIPO ENCENDIDO	Alta: 200	Baja: 45	Mecánico <input checked="" type="checkbox"/> Semimecánico <input type="checkbox"/> Abierto <input type="checkbox"/>
Refrigerante	R-404		Capacidad compresor (HP)
Voltaje	220V		2 HP
Dámetro tubería	Alta: 3/8"	Baja: 3/4"	Amperaje
Capacidad máx. evaporador	12L		8.5 15 8.2 15 -
Otro			

CARACTERÍSTICAS DE UNIDAD EVAPORADORA			
Dimensiones equipo	180 x 30 x 35		Marca/Modelo
Voltaje	220V		Moval
Fase	MONOFÁSICO <input checked="" type="checkbox"/> TRIFÁSICO <input type="checkbox"/>		Modelo evaporador
Tipo control	12V		MVAE 04625
Temperatura evaporación	2°C		Distribuidor
Modelo Válvula de expansión	TON	MIX OFICIO: 3	Ric. válvulas
Otro	42.75 m ³ /h		

CARACTERÍSTICAS DE CÁMARA FRIGORÍFICA			
Dimensiones internas	480 x 380 x 240		Tipo Alumina
Temperatura interna	Inicial: 5	Final: 22	Manuelo Led
Tipo puerta	Carretillo <input type="checkbox"/> Rotatoria <input type="checkbox"/> Seccional <input type="checkbox"/> Batiente <input checked="" type="checkbox"/>	Tipo gase	
Medida de puerta	300 x 100 x 10		Estándar panel (mm)
Tipo piso	Mayonesa		x 100%
Tipo producto e ingreso diario	Opusculo		Tipo control
Capacidad total cámara (TON)	2.500 kg		Llave PVC HT.
Modelo Válvula de expansión			50 vatios
Otro			

OBSERVACIONES

Construcción de Cámara para productos frescos. Se realizó la instalación de tuberías y techo de Panelas de Poliestireno de Instalación Placa flotante. Se permito tomar sus juntas de los equipos condensador y evaporador del sistema frigorífico. También se instaló también de fusos y modo del sistema eléctrico, se enciende el equipo al se realizan pruebas de funcionamiento, quedando la Cámara lista para ser operada.


 TÉCNICO

NOMBRES: William Lucena
 DNI: P# 10092046


 CONFORMIDAD
 FIRMA CLIENTE

NOMBRES: Ernesto John F. Lina
 DNI: 2355219
 Cargo: Jefe del PN del Tema - SCENUT