

Universidad Católica de Santa María
Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales
**Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica-
Eléctrica y Mecatrónica**



**Diseño de un packing para productos de agroexportación del Fundo La Católica en El
Pedregal**

Tesis presentada por los Bachilleres:

Del Carpio Alvarez, Luis Gerardo

ORCID: 0009-0009-2494-0834

Zuñiga Calderón, Emmanuel Jaime Isaac

ORCID: 0009-0006-1988-6528

para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista

Asesor:

Dr. Valdez Loaiza, Juan Carlos

ORCID: 0000-0002-4122-2027

Arequipa - Perú

2024

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
INGENIERIA MECANICA, MECANICA-ELECTRICA Y MECATRONICA
TITULACIÓN CON TESIS
DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 02 de Marzo del 2024

Dictamen: 007305-C-EPIMMEM-2024

Visto el borrador del expediente 007305, presentado por:

2015800161 - ZUÑIGA CALDERON EMMANUEL JAIME ISAAC

2015701401 - DEL CARPIO ALVAREZ LUIS GERARDO

Titulado:

**DISEÑO DE UN PACKING PARA PRODUCTOS DE AGROEXPORTACION DEL FUNDO LA CATOLICA
EN EL PEDREGAL**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

Titulo Profesional/Grado académico a optar:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

**29387211 - FERNANDEZ BARRIGA CAMILO GRIMALDO
DICTAMINADOR**



**30857994 - GORDILLO ANDIA CARLOS ALBERTO
DICTAMINADOR**



**29529560 - CACERES NUÑEZ AUGUSTO EMILIO CARLOS
DICTAMINADOR**



Diseño de un packing para productos de agroexportación del Fundo La Católica en El Pedregal

ORIGINALITY REPORT

3%

SIMILARITY INDEX

4%

INTERNET SOURCES

1%

PUBLICATIONS

4%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

vibdoc.com

Internet Source

1%

2

www.docstoc.com

Internet Source

1%

3

vdocumento.com

Internet Source

1%

4

riunet.upv.es

Internet Source

1%

Exclude quotes Off

Exclude matches < 1%

Exclude bibliography Off

Dedicatoria

Dedicamos este trabajo a nuestras familias, cuya constante paciencia, amor y apoyo han sido la base de nuestros logros. A nuestros amigos, quienes nos acompañaron en cada paso del camino, brindándonos ánimos y sonrisas cuando más lo necesitábamos. A nuestros profesores, por su guía y sabiduría, y a todas aquellas personas que, de una u otra forma, han contribuido a nuestra formación profesional y personal. Este logro también es de ustedes.

Agradecimiento

En primer lugar, queremos agradecer a nuestros directores de tesis por su invaluable orientación, paciencia y conocimientos compartidos a lo largo de este proceso. Sin su apoyo, esta tesis no habría sido posible.

A nuestras familias, gracias por su amor incondicional y por ser nuestra fuente de inspiración y fortaleza. Su confianza en nosotros nos ha impulsado a superar cada obstáculo.

A nuestros compañeros de estudio, por su camaradería y por crear un ambiente de aprendizaje colaborativo. Sus ideas y sugerencias fueron fundamentales para el desarrollo de este trabajo.

A la universidad y a todo su personal administrativo y académico, por brindarnos las herramientas y el entorno necesario para nuestra formación.

Finalmente, agradecemos a todas aquellas personas y organizaciones que, directa o indirectamente, contribuyeron a la realización de esta tesis. A todos ustedes, nuestro más sincero agradecimiento.

RESUMEN

En esta investigación, se aborda el diseño mecánico eléctrico de un packing para los productos de agroexportación del Fundo La Católica en El Pedregal. El objetivo principal es desarrollar un sistema de embalaje que combine tanto aspectos mecánicos como eléctricos para mejorar la eficiencia y la calidad de los productos agrícolas durante su transporte y almacenamiento.

Para lograr este propósito, se realizó un análisis exhaustivo de los requisitos específicos de los productos agrícolas del Fundo La Católica, así como de las condiciones de transporte y manipulación. Se tuvo en cuenta la necesidad de proteger los productos de daños mecánicos y garantizar su frescura durante el proceso de exportación.

El diseño mecánico del packing se centró en la resistencia estructural del embalaje para soportar las cargas y los impactos asociados con el transporte como así el cálculo electromecánico de los sistemas de refrigeración. Además, se diseña la parte eléctrica desde el punto de suministro hasta la red de distribución en baja tensión.

Se llevaron a cabo pruebas exhaustivas para evaluar la eficacia y la confiabilidad del diseño mecánico eléctrico propuesto. Estas pruebas incluyeron pruebas de resistencia, simulaciones de transporte y evaluaciones de desempeño eléctrico para garantizar los estándares de calidad y seguridad requeridos.

El diseño mecánico eléctrico del packing para los productos de agroexportación del Fundo La Católica en El Pedregal combina tanto aspectos mecánicos como eléctricos para mejorar la eficiencia y la calidad de los productos durante su transporte y almacenamiento. Este enfoque integral garantiza que los productos lleguen en condiciones óptimas a su destino final, fortaleciendo la posición competitiva en los mercados internacionales.

Palabras Clave: Diseño de un packing, productos de agroexportación, Diseño electromecánico.

ABSTRACT

This research addresses the mechanical-electrical design of a packing system for agro-export products from Fundo La Católica in El Pedregal. The main objective is to develop a packaging system that combines both mechanical and electrical aspects to improve the efficiency and quality of agricultural products during transportation and storage.

To achieve this purpose, an exhaustive analysis of the specific requirements of the agricultural products at Fundo La Católica, as well as the transport and handling conditions, was carried out. The need to protect the products from mechanical damage and guarantee their freshness during the export process was taken into account.

The mechanical design of the packing focused on the structural strength of the packaging to withstand the loads and impacts associated with transportation, as well as the electromechanical calculation of the refrigeration systems. In addition, the electrical part is designed from the supply point to the low voltage distribution network.

Extensive tests were carried out to evaluate the efficiency and reliability of the proposed electrical mechanical design. These tests included endurance tests, transport simulations and electrical performance evaluations to ensure the required quality and safety standards.

The electrical mechanical packing design for agroexport products from Fundo La Católica in El Pedregal combines both mechanical and electrical aspects to improve the efficiency and quality of the products during transportation and storage. This integrated approach ensures that the products arrive in optimal conditions at their final destination, strengthening the competitive position in international markets.

Keywords: Packaging design. agro-export products, electromechanical design.

INDICE GENERAL

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO I 2

1. Marco Metodológico..... 2

1.1. Definición del Problema 2

1.2. Justificación 4

1.3. Alcances y limitaciones 4

1.4. Antecedentes 4

1.5. Hipótesis 5

1.6. Objetivos 6

1.6.1. Objetivo general..... 6

1.6.2. Objetivos específicos 6

CAPÍTULO II 7

2. Marco Teórico..... 7

2.1. Generalidades..... 7

2.1.1. Antecedentes históricos de la refrigeración 7

2.1.2. Fundamentos de termodinámica 7

2.2. Refrigeración..... 16

2.2.1. Ciclo de refrigeración de Carnot..... 16

2.2.2. Sistema de refrigeración 17

2.2.3. Sistemas de refrigeración por compresión de vapor 18

2.2.4. Ciclo ideal por compresión de vapor 19

2.2.5. Ciclo real por compresión de vapor 19

2.2.6.	Componentes principales de un sistema básico de refrigeración.....	21
2.2.7.	Cálculo de las propiedades termodinámicas	22
2.3.	Conservación de productos a través de la refrigeración	27
2.4.	Procesos involucrados en la planta.	28
2.4.1.	Recepción.....	28
2.4.2.	Primera Inspección.....	28
2.4.3.	Preselección	28
2.4.4.	Acopio.....	29
2.4.5.	Lavado y secado.....	29
2.4.6.	Selección y clasificado.....	29
2.4.7.	Pesado	29
2.4.8.	Empacado.....	29
2.4.9.	Paletizado y codificado.....	29
2.4.10.	Enfriamiento	30
2.4.11.	Almacenamiento de Producto Terminado	30
2.5.	Determinación de cargas térmicas	30
2.5.1.	Cargas por paredes, techo y piso.....	31
2.5.2.	Cargas por radiación solar	31
2.5.3.	Cargas por cambios de aire	32
2.5.4.	Cargas por producto.....	32
2.5.5.	Cargas diversas	32
CAPITULO III.....		35
3.	Ingeniería del proyecto	35
3.1.	Determinación de las cargas térmicas en el área de refrigeración por factores de la ASHRAE.....	35
3.1.1.	Base de cálculo: acopio del producto.....	35

3.1.2.	Cantidad de producto a conservar.....	35
3.1.3.	Diseño del túnel de enfriamiento	35
3.1.4.	Diseño de cámara de refrigeración	38
3.1.5.	Diseño de la antecámara	40
3.1.6.	Diseño del despacho	42
3.1.7.	Resumen cargas de cargas térmicas.....	43
3.2.	Determinación de las cargas térmicas en el área de refrigeración empleando el software FRIO.....	44
3.2.1.	Resumen cargas de cargas térmicas.....	44
3.3.	Determinación del Calculo Eléctrico.....	45
3.3.1.	Alcances.....	45
3.3.2.	Descripción	46
3.3.3.	Marco Normativo.....	52
3.3.4.	Demanda Máxima de Potencia	54
3.3.5.	Distancias de Seguridad.....	55
3.3.6.	Derechos de servidumbre y utilización de áreas permisibles	56
3.3.7.	Postes	56
3.3.8.	Accesorios de Concreto	58
3.3.9.	Perfil y Brazo Riostra de Fierro Galvanizado.....	59
3.3.10.	Subestación y Equipo Electrónico	77
3.3.11.	Equipos de Protección.....	82
3.3.12.	Conectores para Derivación.....	88
3.3.13.	Terminales.....	88
3.3.14.	Conductos y accesorios de protección	89
CAPITULO IV.....		96
4.	Selección de equipos.....	96

4.1.	Selección del refrigerante	96
4.1.1.	Propiedades físicas y químicas	96
4.1.2.	Carga horaria.....	96
4.2.	Selección del equipamiento	97
4.2.1.	Selección de compresores	97
4.2.2.	Selección de evaporadores	98
4.2.3.	Selección del condensador	100
4.3.	Resumen de capacidades y datos de la zona refrigerada	100
4.3.1.	Túnel de preenfriamiento.....	100
4.3.2.	Cámara de conservación	101
4.3.3.	Antecámara – Pasillo	101
4.3.4.	Despacho.....	102
4.4.	Potencia total y consumo de energía de toda la planta de refrigeración.....	102
4.5.	Selección de cortinas de aire.....	102
4.6.	Diseño del sistema de tuberías	103
CAPÍTULO V		105
5.	Costos y presupuestos	105
5.1.	COSTOS MECANICOS.....	105
5.1.1.	COTIZACIÓN DEL REFRIGERANTE	105
5.1.2.	COTIZACIÓN DE LOS EQUIPOS FRIGORIFICOS	105
5.1.3.	COTIZACIÓN DE ESTRUCTURA INTERNA	106
5.1.4.	COTIZACIÓN DE ESTRUCTURA METÁLICA DE TECHO	107
5.1.5.	COTIZACIÓN DE LAS TUBERIAS FRIGORIFICAS	107
5.1.6.	COTIZACIÓN DE LAS PUERTAS FRIGORIFICAS	108
5.1.7.	RESUMEN DE COSTOS MECANICOS	109
5.2.	COSTOS ESTRUCTURALES	110

5.2.1.	COTIZACIÓN DE LOS PANELES FRIGORIFICOS	110
5.2.2.	COTIZACIÓN DE LOS PANELES TERMOTECO PARA EL TECHO Y PAREDES.....	111
5.2.3.	RESUMEN DE LOS GASTOS ESTRUCTURALES.....	112
	precio de los paneles frigoríficos	112
	precio de los paneles termotecho para el techo y paredes	112
	Precio de la estructura metálica del techo.....	113
	Precio de armazón de cámaras.....	113
5.3.	COSTOS ELÉCTRICOS.....	113
5.4.	RESUMEN DE LOS COSTOS GENERALES.....	114
	RESULTADOS.....	115
	CONCLUSIONES.....	117
	RECOMENDACIONES.....	118
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	119
	ANEXOS	123
	Anexo 1: Cronograma del proyecto.....	124
	Anexo 2: Tablas para elaboración de cálculos.....	125
	Anexo 3.....	136
	Anexo 4.....	137
	Anexo 5.....	138
	Anexo 6.....	139
	Anexo 7.....	140
	Anexo 8.....	141
	Anexo 9.....	142
	Anexo 10.....	143
	Anexo 11.....	144

Anexo 12.....	145
Anexo 13.....	146
Anexo 14.....	147
Anexo 15.....	148
Anexo 16.....	149
Anexo 17.....	150
Anexo 18.....	151
Anexo 19.....	152
Anexo 20.....	153
Anexo 21.....	154
Anexo 22.....	155
Anexo 23.....	156
Anexo 24.....	158
Anexo 25.....	159
Anexo 26.....	160
Anexo 27.....	161

Listas De Tablas

Tabla 1 Características de Conservación y Almacenamiento de Palta	27
Tabla 2 Características de Conservación y Almacenamiento de Uva	28
Tabla 3 Temperaturas de almacenamiento y congelamiento de productos	35
Tabla 4 Dimensiones de la caja	36
Tabla 5 Capacidad por túnel	36
Tabla 6 Selección Asilamiento para paredes	36
Tabla 7 Resumen de Cargas Térmicas para túnel de enfriamiento.....	37
Tabla 8 Resumen de cargas térmicas para cámaras de refrigeración.....	39
Tabla 9 Dimensionamiento de a antecámara	40
Tabla 10 Resumen de cargas térmicas para antecámara.....	41
Tabla 11 Resumen de cargas térmicas para despacho	42
Tabla 12 Resumen de cargas térmicas en áreas de climatización.....	43
Tabla 13 Resumen de temperaturas en las áreas climatizadas.....	44
Tabla 14 Resumen de cargas térmicas en áreas de climatización.....	44
Tabla 15 Comparación de resultados de cálculo por factores de la ASHRAE y software FRIO	45
Tabla 16 Descripción de la estructura del Seccionamiento.	46
Tabla 17 Sistema de seccionamiento	47
Tabla 18 Redes aéreas de media tensión.....	49
Tabla 19 Detalle de subestación de distribución.....	50
Tabla 20 Descripción de la distribución de baja tensión	51
Tabla 21 Descripción de las condiciones ambientales.....	51
Tabla 22 Descripción de la demanda máxima de potencia.....	54
Tabla 23 Descripción de las distancias de seguridad.....	55
Tabla 24 Características generales.....	57

Tabla 25 Medias losa de concreto armado vibrado	59
Tabla 26 Datos técnicos garantizados, perfiles angulares de F°G°	60
Tabla 27 Descripción de los conductores de cobre.....	61
Tabla 28 Características Eléctricas - Conductores principales Redes M.T.	62
Tabla 29 Característica del Conductor.....	63
Tabla 30 Características de la caída de tensión	64
Tabla 31 Descripción de la distribución TGI.....	66
Tabla 32 Distribución TG2	67
Tabla 33 Descripción TG3.....	67
Tabla 34 Descripción TG4.....	67
Tabla 35 Características de abrazaderas de 4 sectores.....	68
Tabla 36 Características del enlace metálico	69
Tabla 37 Características del cable.....	69
Tabla 38 Características de la mordaza perforada	70
Tabla 39 Características de la canaleta protectora.	71
Tabla 40 Características de la varilla de anclaje	71
Tabla 41 Características de la zapata de anclaje	72
Tabla 42 Características del alambre de amarre	73
Tabla 43 Descripción de las zanjas y cruzadas de instalación.....	73
Tabla 44 Componentes de puesta de tierra	74
Tabla 45 Datos técnicos garantizados, transformador	79
Tabla 46 Características de la protección de la S.E.....	85
Tabla 47 Características del pararrayos	86
Tabla 48 Características de un conductor	89
Tabla 49 Resumen de capacidad y datos de túnel de preenfriamiento	100
Tabla 50 Resumen de capacidad y datos de cámara de conservación	101

Tabla 51 Resumen de capacidad y datos de túnel de antecámara.....	101
Tabla 52 Resumen de capacidad y datos de despacho.....	102
Tabla 53 Resumen de capacidad de la cortina de aire	102
Tabla 54 Resumen de tuberías	104
Tabla 55 Cotización del refrigerante.....	105
Tabla 56 Cotización de los equipos frigoríficos	105
Tabla 57 Precios de las tuberías frigoríficas	108
Tabla 58 Costos de la puerta frigorífica.....	108
Tabla 59 Resumen de los costos mecánicos	109
Tabla 60 Costos de los paneles frigoríficos	110
Tabla 61 Presupuesto.....	110
Tabla 62 Costos de los paneles termotecho	111
Tabla 63 Presupuesto de paneles termotecho	112
Tabla 64 Gastos estructurales	112
Tabla 65 Costos eléctricos	113
Tabla 66 Costos generales	114
Tabla 67 Selección de espesor de corcho	125
Tabla 68 Factores de Ganancia por Paredes.	125
Tabla 69 Cambio de Aire para Temperaturas Mayores de 32°F.....	126
Tabla 70 Calor Introducido a la Cámara.....	128
Tabla 71 Calor Específico de Algunos Producto	130
Tabla 72 Tiempos de Enfriamiento y Factores de Ritmo de Enfriamiento	131
Tabla 73 Calor Liberado por Personas.....	132
Tabla 74 Datos Termo físicos de Alimento	133
Tabla 75 Resumen de Cargas Térmicas para túnel de enfriamiento.....	134

Listas De Figuras

Figura 1 Representación de la ley cero de la termodinámica	11
Figura 2 Representación de la primera ley de la termodinámica.....	12
Figura 3 Ésta es una máquina térmica que viola el enunciado de Kelvin-Planck de la segunda ley.....	13
Figura 4 Refrigerador que viola el enunciado de Clausius de la segunda ley	13
Figura 5 Conducción de calor a través de una pared plana grande de espesor Δx y área A ...	14
Figura 6 Enfriamiento de un huevo cocido por convección forzada y convección natural.	15
Figura 7 Diagrama P-V de un ciclo de Carnot.....	16
Figura 8 Cuartos fríos dentro del proceso de Proyectos Productivos	18
Figura 9 Esquema y diagrama T-s para el ciclo ideal de refrigeración por compresión de vapor	19
Figura 10 Esquema y diagrama T-s para el ciclo real de refrigeración por compresión de vapor	20
Figura 11 Ejemplo de EES.....	23
Figura 12 Selección de unidades.....	24
Figura 13 Formulación de la ecuación.....	24
Figura 14 Asignación de variables no conocidas.....	25
Figura 15 Identificación de residuos absolutos y relativos	26
Figura 16 Resolución de la ecuación	26

Listado De Acrónimos

EES: Engineering Equation Solver

CRS: Commodity Research Bureau (Oficina de Investigación de Materias Primas)

ASME : American Society of Mechanical Engineers (Sociedad Estadounidense de Ingenieros Mecánicos)

ASHRAE: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (Sociedad Estadounidense de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado)

PME: Diseño Mecánico Eléctrico (por sus siglas en inglés, Mechanical Electrical Design)

PTM: Packing para Productos de Agroexportación (Packing for Agroexport Products)

FLC: Fundo La Católica (La Católica Estate)

TEA: Transporte de Exportación de Agroproductos (Agroproduct Export Transportation)

EME: Embalaje Mecánico Eléctrico (Mechanical Electrical Packaging)

CMA: Carga Mecánica y Ambiental (Mechanical and Environmental Load)

EVA: Evaluación de Ventilación y Aireación (Ventilation and Aeration Assessment)

RAE: Resistencia y Ergonomía (Resistance and Ergonomics)

TCE: Transporte y Control de Embalaje (Packaging Transport and Control)

TMA: Temperatura y Monitoreo Ambiental (Temperature and Environmental Monitoring)

RDE: Refrigeración y Deshumidificación Eléctrica (Refrigeration and Electrical Dehumidification)

ACE: Análisis de Cargas y Esfuerzos (Loads and Stresses Analysis)

VEM: Ventilación y Ergonomía del Material (Material Ventilation and Ergonomics)

REE: Resistencia Estructural y Eléctrica (Structural and Electrical Resistance)

CAA: Control y Automatización del Embalaje (Packaging Control and Automation)

EPE: Esfuerzos y Protección Eléctrica (Stresses and Electrical Protection)

AEM: Apilamiento y Ergonomía del Material (Material Stacking and Ergonomics)

SEM: Simulación de Embalaje Mecánico (Mechanical Packaging Simulation)

TEM: Trazabilidad y Etiquetado del Material (Material Traceability and Labeling)

PEE: Pruebas de Eficiencia y Eficacia (Efficiency and Effectiveness Testing)

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la presente tesis se expone los principales factores que involucran el deterioro de los alimentos, destacando los productos que se cosecharán en el fundo la católica como lo son la palta y la uva, haciendo énfasis en la necesidad de mantenerlos refrigerados para su mejor conservación y las ventajas que derivan de este proceso como lograr gran importancia en el mercado de exportación.

Teniendo como visión la exportación de los productos cosechados se hace evidente e importante la necesidad de mantener el fruto en óptimas condiciones que se logra mediante la refrigeración de estos, ya que sin este proceso se evidencia el deterioro gradual de la calidad nutricional como organoléptica del fruto. Por esta razón es que en el presente se diseña una planta de refrigeración industrial para la conservación de grandes cantidades de producto, obtenidos de las 37 hectáreas de terreno, para su posterior aprovechamiento. Esto parte de la necesidad de conservar el producto cosechado por más tiempo, manteniendo sus propiedades nutricionales como organolépticas a través del enfriamiento logrando disminuir la descomposición y proliferación de bacterias, teniendo en cuenta los parámetros de cosecha como el tiempo de cultivo y las fechas de recolección de productos para poder contemplar el espacio necesario, así como la cantidad de producto que se va a refrigerar a lo largo del año.

Habiendo considerado las variables involucradas para un correcto diseño del sistema de refrigeración se realizará la selección de equipos comprometidos en el presente estudio. Finalmente, se presentará los costos y presupuestos que representaría la implementación de la planta de refrigeración y su justificación para la inversión.

CAPÍTULO I

1. Marco Metodológico

1.1. Definición del Problema

En los terrenos del Fundo la Católica ubicados en el Pedregal, distrito de Majes provincia de Caylloma, se tienen 42 hectáreas dedicadas al sembrado de diferentes especies frutales, cultivos industriales y cultivos forrajeros. Del total de estas, 20 hectáreas se destinan al sembrado de palta, con un rendimiento promedio de 18,143 toneladas por hectárea; y 17 al sembrado de uva, con un rendimiento promedio de 26,327 toneladas por hectárea. (Moreyra, 2019)

El proceso para la conservación de frutas y verduras es necesario en todas las actividades agrícolas que involucren el cultivo tanto para la exportación, así como para la venta interna de dichos frutos y hortalizas; ya que satisface la necesidad de que los productos duren más allá de las épocas en las que son cosechados.

Existen diversas dificultades en cuanto al terreno de sembrío como la falta de un centro de acopio, seleccionado y empaque; sin embargo, como problema principal se tiene la falta de una refrigeración adecuada de los productos, lo cual permite un rápido deterioro de estos debido a la exposición que tienen a la radiación solar, temperatura ambiente, entre otros; dejando como resultado diversas pérdidas en la postcosecha. (Aguayo Giménez et al., 2014)

Dentro de las pérdidas más comunes durante la postcosecha de frutas se tiene el manejo deficiente de la temperatura, humedad relativa, y ventilación lo cual se puede controlar al realizar un adecuado diseño en la refrigeración. Dentro de las variables de pérdida anteriormente mencionadas la más importante para controlar la fisiología y los factores que favorecen al deterioro de las frutas es la temperatura, ya que al disminuirla también se logra reducir la tasa de crecimiento de los microorganismos y en algunos casos inhibirlos; no obstante, se debe tener un manejo adecuado de la misma ya que al alcanzar temperaturas muy bajas como los 0.5 °C se puede desarrollar el moho gris. (Ojeda Quispe, 2016)

Un sistema de refrigeración representa cuantiosos beneficios, como incrementar la vida útil de los productos, lo cual se logra evitando que sean atacados por los microorganismos y acción de ciertas enzimas; conservar el peso del producto, evitando que el producto se deshidrate lo cual es una pérdida cuantiosa ya que involucra todo el

proceso e influye directamente en el consumidor final. Todo ello se logra en función del control de parámetros, dentro de los más importantes en nuestro caso de aplicación tenemos el enfriamiento, que permite controlar temperaturas óptimas para una conservación apropiada de los productos; la humedad, que dependiendo del tipo de producto ayuda a mantener propiedades y características particulares de calidad; y una adecuada ventilación que permita alcanzar una relación correcta del oxígeno y el dióxido de carbono.

Los beneficios económicos de invertir al hacer cualquier tipo de planta deben estar presentes, como lo expresan Campos y Martínez (2019) al concluir como rentable una obra de este tipo en Tambogrande, Piura planeando satisfacer el 4% de la brecha comercial.

La realización de un packing ofrece distintos beneficios a la población impactada por ello como lo sustenta el packing “La Joya”, ubicado en el departamento de Arequipa y de condiciones climatológicas, sociales y culturales a la región del pedregal, es así que podemos mencionar benéficos como que 703 agricultores dedicados a la fruticultura en la región Arequipa (mayores ingresos por exportación de su producción) población de la región Arequipa (generación de empleos e ingreso de di visas) fuentes de trabajo directo en la planta: aproximadamente 300 trabajadores. (Gordillo Alarcón, 2016)

Según lo expuesto y teniendo como objetivo la exportación del producto cosechado, se vuelve necesario implementar una planta de refrigeración que evite el pronto deterioro y descomposición de los productos, ante lo cual se plantea la siguiente pregunta:

¿Será posible que mediante el diseño de un packing se pueda optimizar las condiciones de los productos postcosecha para exportación?

1.2. Justificación

Al emplear un sistema de refrigeración adecuado para los productos, teniendo en cuenta los parámetros específicos que se requieren controlar por cada producto, estos conservarían sus principales características, como son el sabor, olor y el aspecto; asegurando aumentar su vida comercial para así cumplir con los requisitos para un mercado de exportación.

Al aumentar la durabilidad de los productos cosechados, mediante el proceso de refrigeración, se podría mejorar la calidad de los productos gracias al valor agregado del nuevo proceso y a su vez ampliar el mercado de venta a través de la exportación.

Como efecto social, al ser un proyecto en el cual se necesita personal debidamente capacitado tanto para el montaje como para la puesta en marcha de la misma planta, se podrían generar diversos puestos de trabajo movilizandolos la economía local.

1.3. Alcances y limitaciones

- El presente proyecto se enfocará en los productos de mayor cantidad de producción del terreno del Fundo la Católica los cuales son la palta y la uva.
- El diseño de las cámaras de refrigeración se dará en función de la cantidad de espacio que se dispone del terreno asignado y no en función de la producción total del fundo.
- Las características de la planta podrían adaptarse a un centro de acopio y almacenamiento de productos agrícolas de los terratenientes de la zona.
- La propuesta del proyecto se evaluará en función de los beneficios económicos que represente para la Universidad Católica de Santa María.
- El estudio de mercado se dará en función del banco de datos que se dispone, entre el periodo del 2012 al 2022.

1.4. Antecedentes

Vásquez y Jara (2013) utilizaron un cálculo matemático fundamentado en dar una solución conveniente respecto a las necesidades del consumidor referente a los productos congelados para así lograr mercantilizar los productos de temporada a lo largo del año, así mismo dimensionaron el diseño de la cámara en función del estudio de mercado aportando una visión para la determinación de diversos tipos de cámaras con diferentes condiciones.

Ojeda (2016) estableció una planta de empaque que involucra recepción, selección, empaque y refrigeración que garantiza la calidad e inocuidad del producto final contemplando todas las áreas requeridas para el proceso. Sin mencionar que la inversión disminuye costos por traslado como la pérdida de calidad del producto después de realizado el análisis costo – beneficio.

Aramburu-Pardo (2017) elaboró un modelo matemático capaz de describir el comportamiento dinámico de un sistema de compresión de vapor utilizado en procesos de conservación de insumos en la industria alimentaria, utilizando como bases la variación de masa y por consiguiente de energía en la cámara de refrigeración y haciendo balance de energía en el evaporador utilizando el software Matlab (Simulink).

Saldívar (2019) evaluó la implementación de la cámara de refrigeración en función de los procesos involucrados para el beneficio de la palta, apoyando el cálculo matemático a través de un software para una posterior selección de equipos y cálculo de tuberías, consiguiendo mantener las características principales de la fruta post cosecha. Finalmente, Saldívar puntualiza que se debe profundizar en el aislamiento térmico en tuberías, ya que en instalaciones de gran tamaño puedan generar caídas en la temperatura.

Vásquez (2020) desarrolló la prefactibilidad de una planta de refrigeración industrial para la exportación de productos agrícolas del distrito de Majes. La ubicación de estudio de Vásquez comparte las mismas condiciones ambientales de la localización del presente estudio sintetizando todos los parámetros involucrados en el software de cálculo EES (Engineering Equation Solver).

1.5. Hipótesis

El diseño de una planta de refrigeración industrial permitiría dar paso a la implementación y a la posterior conservación de las características de los productos frescos cosechados del Fundo la Católica para así lograr una mejor calidad de los productos y poder ser vendidos en el mercado actual y gracias a su mayor tiempo de vida poder abarcar otros mercados, fomentando el desarrollo gracias a procesos modernos en la agroindustria de la región Arequipa.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Diseñar una planta de refrigeración industrial para el Fundo la Católica.

1.6.2. Objetivos específicos

- Dimensionar la planta de refrigeración, la distribución de áreas y procesos.
- Realizar y comprobar el cálculo de las cargas térmicas involucradas utilizando softwares especializados de cálculo, para el diseño de las cámaras de las cámaras de refrigeración.
- Seleccionar los equipos de la planta de refrigeración.
- Evaluar y estimar los costos y presupuestos, así como los beneficios de la realización del proyecto.
- Desarrollar los planos de montaje de la instalación. (Mecánicos, eléctricos, estructurales y sanitarios).

CAPÍTULO II

2. Marco Teórico

2.1. Generalidades

2.1.1. Antecedentes históricos de la refrigeración

Actualmente hablar de refrigeración es pensar en grandes maquinarias que enfrían los alimentos en cortos periodos de tiempo, pero siempre uno podría preguntar ¿Cómo se practicaba antiguamente, y desde cuando se conoce la refrigeración? Y la respuesta se reduce al momento que el hombre se vio en la necesidad de guardar por más tiempo los alimentos.

Figura1

Línea de Tiempo Historia de la Refrigeración



Nota: Bernard, (2018)

2.1.2. Fundamentos de termodinámica

La termodinámica se puede describir como la ciencia que estudia la energía. Aunque todos tienen una idea general de lo que es la energía, es complicado definirla con precisión. La energía se puede entender como la capacidad para

producir cambios. El término termodinámica deriva de las palabras griegas "therme" (calor) y "dynamis" (fuerza), lo cual refleja los primeros intentos de transformar el calor en energía. Hoy en día, el concepto se interpreta de manera amplia, abarcando los aspectos de la energía y sus transformaciones, incluida la generación de energía, la refrigeración y las relaciones entre las propiedades de la materia. (Cengel et al., 2019)

2.1.2.1. Sistema termodinámico

Un sistema se define como una cantidad de materia o una región en el espacio para analizar, y consta de los alrededores que son la masa o región fuera del sistema y la superficie real o imaginaria que separa al sistema de sus alrededores se llama frontera.

Los sistemas termodinámicos se pueden clasificar en sistemas abiertos o cerrados.

- Sistema cerrado, llamado también “masa de control” o sólo “sistema”; consiste en una cantidad fija de masa, y ninguna otra masa puede cruzar su frontera. Sin embargo, la energía, sea en forma de calor o trabajo, sí puede cruzarla.
- Sistema abierto, llamado también “volumen de control”, es una región en el espacio apropiadamente seleccionada. La energía y la masa pueden cruzar la frontera de este tipo de sistema. (Cengel et al., 2019)

2.1.2.2. Clasificación de la energía

El Manual de Fundamentos (Handbook of Fundamentals) de la ASHRAE, clasifica la energía como almacenada y transitoria.

- **Energía almacenada**
 - Energía térmica (interna)
 - Energía potencial
 - Energía química
 - Energía nuclear (atómica)

- **Energía transitoria**

Calor

Trabajo

Trabajo mecánico o de flecha

Trabajo de fluido. (Bernard, 2018)

Aportando otra clasificación de la energía podemos mencionar el libro de termodinámica de Cengel et al. donde la energía se clasifica en macroscópica y microscópica:

- **Energía macroscópica**

Energía cinética

Energía potencial

Energía magnética

Energía eléctrica

Energía de tensión superficial

- **Energía microscópica**

Energía sensible

Energía latente

Energía química

Energía nuclear

En esta última clasificación no se incluyen el calor ni el trabajo, debido a que éstos son definidos como mecanismos de transferencia de energía. (Cengel et al., 2019)

2.1.2.3. **Propiedades de un sistema**

Una propiedad es cualquier característica de un sistema. Estas pueden clasificarse en:

Propiedades intensivas: cuando son independientes de la masa del sistema.

- Temperatura

- Presión
- Densidad

Propiedades extensivas: dependen del tamaño o extensión del sistema

- Masa
- Volumen
- Momentum

El estado de un sistema se define especificando dos propiedades intensivas independientes. Otras propiedades termodinámicas adicionales necesarias en nuestro requerimiento son la entropía y entalpía.

La entropía es considerada una propiedad extensiva, siendo sus unidades kJ/K ; a su vez también es considerada intensiva cuando las unidades son por unidad de masa $kJ/(K * kg)$.

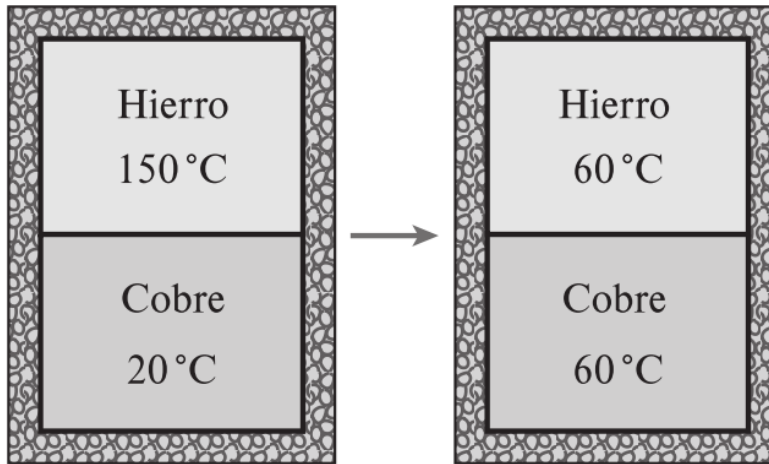
La entalpía también es considerada una propiedad extensiva, siendo sus unidades kJ/K . La entalpía específica de igual manera que la entropía específica es considerada una propiedad intensiva, siendo sus unidades $kJ/(K * kg)$. (Cengel et al., 2019)

2.1.2.4. Ley cero de la termodinámica

Esta ley hace referencia al equilibrio térmico que alcanzan los cuerpos cuando están en contacto entre ellos. La ley establece lo siguiente: Si dos cuerpos se encuentran en equilibrio térmico con un tercer cuerpo, ambos también se encuentran en equilibrio térmico. (Cengel et al., 2019)

Figura 1

Representación de la ley cero de la termodinámica



Nota: Cengel et al. (2019)

2.1.2.5. Primera ley de la termodinámica

La primera ley establece lo siguiente: “La energía no puede ser creada ni destruida durante un proceso, sólo cambia de forma”.

En esta ley también está implícitamente definida la “ley” o “principio de conservación de la energía”.

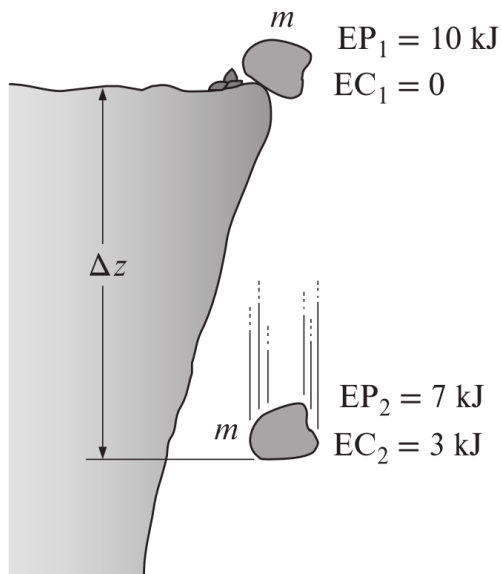
El principio de conservación de la energía puede expresarse de la siguiente manera: “El cambio neto de la energía total del sistema durante un proceso es igual a la diferencia entre la energía total que entra y la energía total que sale del sistema durante ese proceso”.

$$E_{\text{entrada}} - E_{\text{salida}} = \Delta E_{\text{sistema}} \text{ [kj]} \quad (1)$$

Por lo tanto, esta ley está relacionada con la cantidad de energía y sus transformaciones. (Cengel et al., 2019)

Figura 2

Representación de la primera ley de la termodinámica



Nota: Cengel et al. (2019)

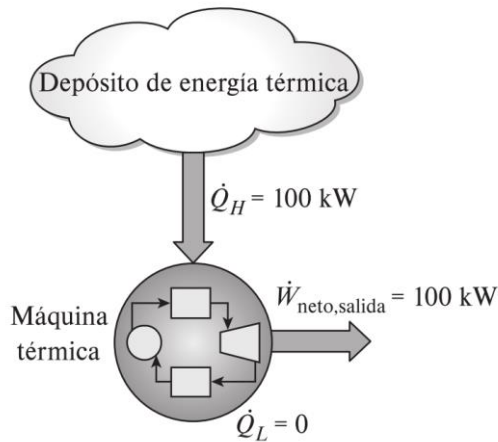
“La implementación de la primera ley de la termodinámica para los gases, introduce otra útil variable de estado llamada entalpía” (Cengel et al., 2019).

2.1.2.6. Segunda ley de la termodinámica

Podemos entender la segunda ley no únicamente como la dirección de los procesos, también afirma que la energía tiene calidad como cantidad. Enunciado de Kelvin-Planck: Es imposible que un dispositivo que opera en un ciclo reciba calor de un solo depósito y produzca una cantidad neta de trabajo. El enunciado de Kelvin-Planck se puede expresar también como: ninguna máquina térmica puede tener una eficiencia térmica de 100 por ciento. (Nieto, 2008)

Figura 3

Ésta es una máquina térmica que viola el enunciado de Kelvin-Planck de la segunda ley.

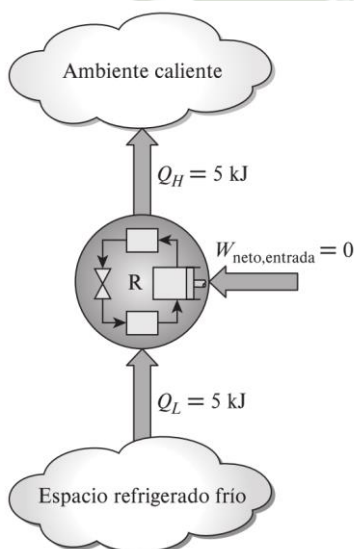


Nota: Cengel et al. (2019)

“Es imposible construir un dispositivo que opere en un ciclo sin que produzca ningún otro efecto que la transferencia de calor de un cuerpo de menor temperatura a otro de mayor temperatura” (Bernard, 2018).

Figura 4

Refrigerador que viola el enunciado de Clausius de la segunda ley



Nota: Cengel et al. (2019)

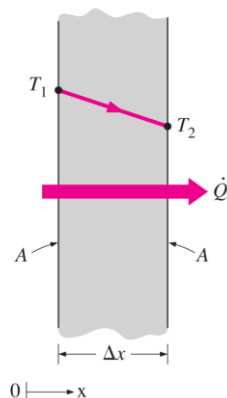
Ambos enunciados tienen consecuencias similares, ya que si un dispositivo infringe el enunciado de Kelvin-Planck, también infringe el enunciado de Clausius, y viceversa. Otro enunciado relacionado con la segunda ley es el siguiente: "El nivel de desorden en el universo aumenta constantemente. Los sistemas tienden a ir de un estado ordenado a uno más caótico". Este enunciado introduce el concepto de entropía, que es una propiedad extensiva que mide el nivel de desorden de un sistema. Aunque medir la entropía total de un sistema puede ser complicado, generalmente es más fácil medir los cambios en la entropía. Así como la primera ley se refiere a la cantidad de energía, la segunda ley se relaciona con la calidad de la energía. (Cengel et al., 2019)

2.1.2.7. Fundamentos de transferencia de calor

Es un mecanismo de transferencia de calor que consiste en la transferencia de energía de las partículas más energéticas de una sustancia hacia las menos energéticas. Este tipo de transferencia de calor puede ocurrir en los sólidos, líquidos y gases. La razón de conducción de calor a través de una capa plana es proporcional a la diferencia de temperatura a través de ésta y al área de transferencia de calor, pero es inversamente proporcional al espesor de esa capa. (Cengel & Ghajar, 2011)

Figura 5

Conducción de calor a través de una pared plana grande de espesor Δx y área A .



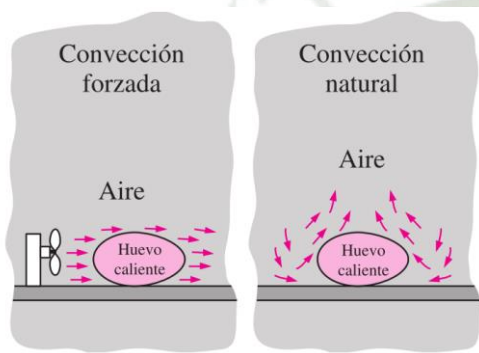
Nota: Cengel et al. (2019)

2.1.2.7.1. Conducción

La convección es un mecanismo de transferencia de calor en el que la energía se transfiere entre una superficie sólida y el líquido o gas adyacente en movimiento. Este proceso incluye los efectos combinados de la conducción y el movimiento de fluidos. A medida que aumenta la velocidad del fluido, también aumenta la transferencia de calor por convección. (Cengel et al., 2019)

Figura 6

Enfriamiento de un huevo cocido por convección forzada y convección natural.



Nota: Cengel et al. (2019)

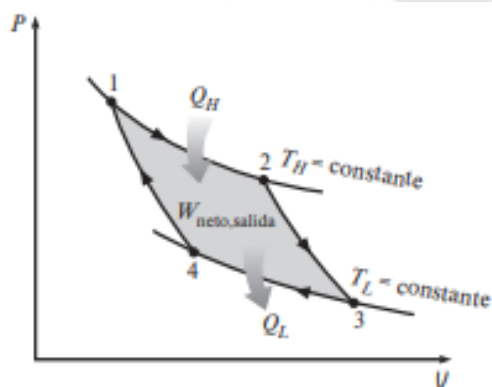
2.2. Refrigeración

2.2.1. Ciclo de refrigeración de Carnot

El libro de Cengel et al. menciona que las máquinas térmicas son dispositivos cíclicos, en los que el fluido de trabajo regresa a su estado inicial al finalizar el ciclo. La eficiencia de una máquina térmica depende principalmente de cómo se ejecutan los procesos. Para incrementar la eficiencia del ciclo, se deben utilizar procesos que requieran la mínima cantidad de trabajo y entreguen la máxima cantidad de trabajo. En otras palabras, se necesitan procesos reversibles. De esto se deduce que los ciclos más eficientes son los reversibles. Sin embargo, en la realidad, estos no pueden alcanzarse debido a que las irreversibilidades asociadas a cada proceso no pueden ser eliminadas. Estos ciclos reversibles sirven como modelos para comparar las máquinas térmicas actuales. Uno de los ciclos más conocidos es el ciclo de Carnot, propuesto en 1824. Este ciclo consta de cuatro procesos: dos isotérmicos y dos adiabáticos, lo cual se representa en el diagrama P-V de la figura 8. Estos procesos deben ejecutarse en un sistema cerrado y de flujo constante, tomando como referencia un sistema cilindro-pistón. (Cengel et al., 2019)

Figura 7

Diagrama P-V de un ciclo de Carnot



Nota: Cengel et al. (2019)

A continuación, se mencionarán los 4 procesos

- Proceso 1-2: Expansión isotérmica reversible
- Proceso 2-3: Expansión adiabática reversible

- Proceso 3-4: Compresión isotérmica reversible
- Proceso 4-1: Compresión adiabática reversible. (Cengel et al., 2019)

2.2.2. Sistema de refrigeración

El diseño de los sistemas de refrigeración por compresión de vapor se basa en la teoría de la termodinámica, que describe el comportamiento dinámico de este proceso desde el punto de vista de esta ciencia. Este diseño permite el intercambio de calor entre el aire circulante en las cámaras de conservación de productos agroindustriales, como se muestra en la figura 9, y el líquido refrigerante en el evaporador, cuyas propiedades termodinámicas permiten la absorción de calor del aire y la liberación de calor irrecuperable al medio ambiente.

En la bibliografía se pueden encontrar diferentes clasificaciones de sistemas de refrigeración, principalmente enfocadas en los sectores residencial e industrial. Sin embargo, en esta tesis se presenta una clasificación general y descriptiva de las diferentes aplicaciones de los procesos de refrigeración:

Acondicionamiento: Estos sistemas operan basados en las normas de confort humano, manteniendo temperaturas entre 22°C y 23°C . Su aplicación es doméstica.

Enfriamiento: Estos sistemas generalmente operan con temperaturas entre $+15^{\circ}\text{C}$ y $+2^{\circ}\text{C}$. Aunque pueden llegar a 0°C , no presentan un cambio de estado. Su aplicación es mayoritariamente doméstica o industrial en el preenfriamiento.

Refrigeración: En estos procesos interviene un cambio físico, con un rango de temperaturas entre 0°C y -18°C . Sus aplicaciones varían entre el campo comercial (industrial), la investigación y el uso doméstico.

Congelamiento: Este proceso tiene un rango de temperaturas deseadas entre -18°C y -40°C . Se utiliza para obtener mayores tiempos de conservación, desde periodos de un mes hasta un año, y sus aplicaciones son industriales y de investigación.

Además, existen sistemas cuyos procesos ya no intervienen en la agroindustria, como el criogénico y la refrigeración magnética. (Cengel et al., 2019)

Figura 8

Cuartos fríos dentro del proceso de Proyectos Productivos



Nota: Gobierno de México, (2017)

En la actualidad, una de las aplicaciones de los sistemas de refrigeración por compresión de vapor se ha enfocado en la conservación de diferentes productos agroindustriales o hidrobiológicos. El objetivo es lograr temperaturas y niveles de humedad adecuados en las cámaras de conservación para preservar estos productos. Este estudio se centra en los sistemas de refrigeración por compresión de vapor, cuyos procesos acondicionan el aire para la conservación de productos agroindustriales. (Bernard, 2018)

2.2.3. Sistemas de refrigeración por compresión de vapor

El ciclo de refrigeración por compresión de vapor con expansión directa describe el funcionamiento de la mayoría de los sistemas de aire acondicionado. Este ciclo es considerado el ciclo ideal de refrigeración por compresión de vapor en diversos estudios. Aunque es un modelo teórico, representa de manera óptima el proceso utilizado en dispositivos de refrigeración como refrigeradores, bombas de calor y sistemas de aire acondicionado. (Cengel & Ghajar, 2011)

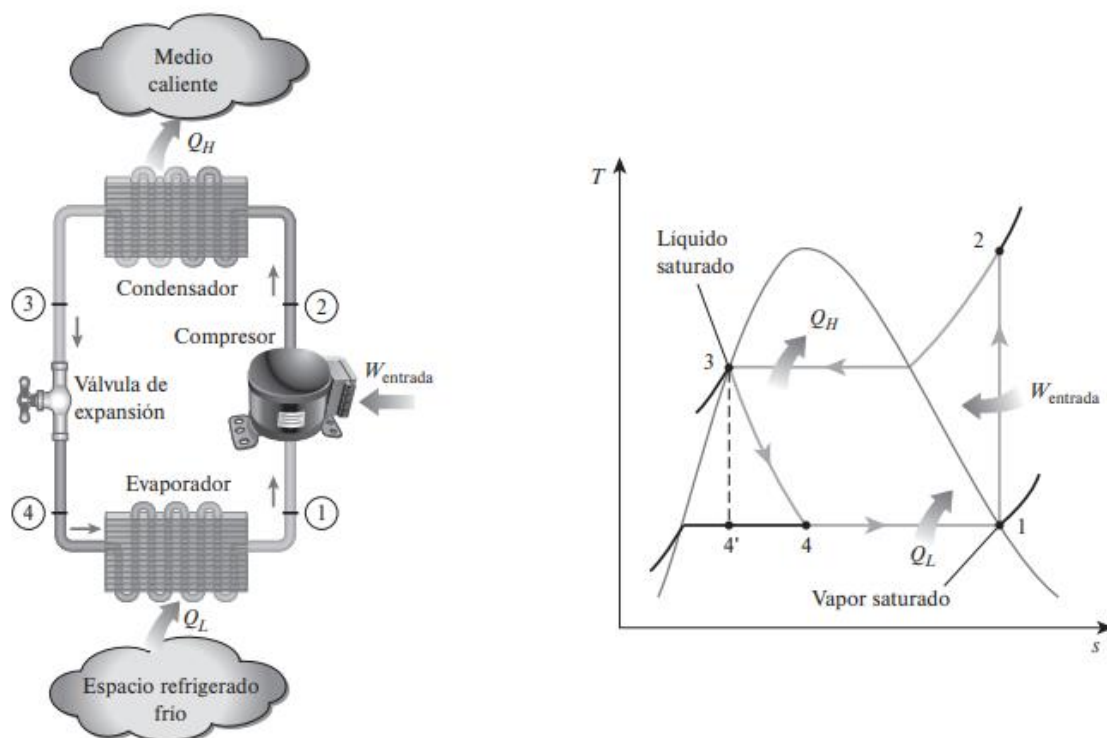
2.2.4. Ciclo ideal por compresión de vapor

“Un ciclo ideal por compresión de vapor hace referencia a un ciclo invertido de Carnot; y en éste se evapora por completo el refrigerante antes de ser comprimido y se sustituye la turbina por un dispositivo de estrangulamiento” (Cengel et al., 2019).

Como se puede observar en la figura 10 el ciclo ideal por compresión de vapor está compuesto por cuatro procesos.

Figura 9

Esquema y diagrama T-s para el ciclo ideal de refrigeración por compresión de vapor



Nota: Cengel et al. (2019)

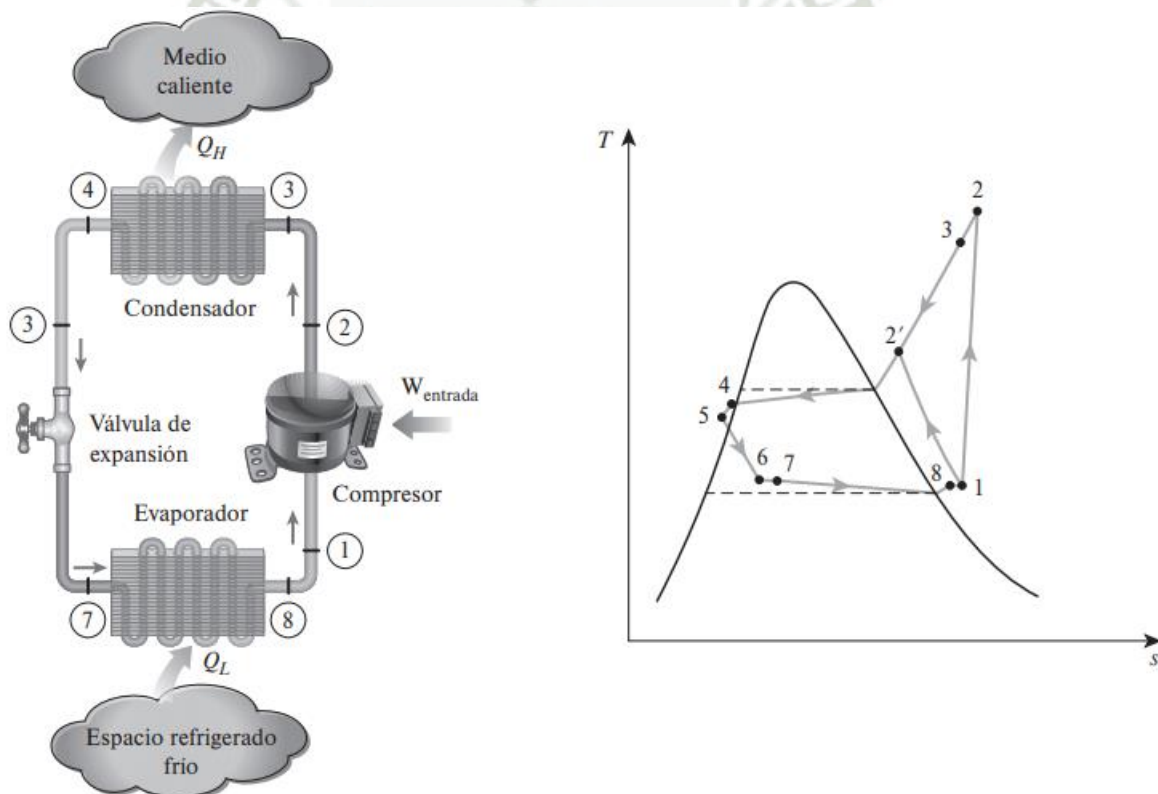
2.2.5. Ciclo real por compresión de vapor

Un ciclo real de compresión de vapor difiere de uno ideal en varios aspectos, principalmente debido a las irreversibilidades que ocurren en diversos componentes. Dos fuentes comunes de estas irreversibilidades son la fricción del fluido y la transferencia de calor hacia o desde los alrededores. En el ciclo ideal, el refrigerante sale del evaporador y entra al compresor como vapor saturado. Sin embargo, en la práctica, no es posible controlar con tanta precisión el estado del

refrigerante. Por esta razón, es común diseñar el sistema para que el refrigerante se sobrecaliente ligeramente al ingresar al compresor. Este leve sobrecalentamiento asegura que el refrigerante se evapore completamente al entrar en el compresor. Además, la línea que conecta el evaporador con el compresor suele ser larga, por lo que la caída de presión causada por la fricción del fluido y la transferencia de calor de los alrededores al refrigerante puede ser significativa. El resultado del sobrecalentamiento, la ganancia de calor en la línea de conexión y las caídas de presión en el evaporador conlleva un aumento en el volumen específico y, por ende, un incremento en los requerimientos de potencia de entrada al compresor, ya que el trabajo en condiciones de flujo estacionario es proporcional al volumen específico. Finalmente, el diagrama T-s se representa como se muestra en la figura 11. (Cengel & Ghajar, 2011)

Figura 10

Esquema y diagrama T-s para el ciclo real de refrigeración por compresión de vapor



Nota: Cengel et al. (2019)

2.2.6. Componentes principales de un sistema básico de refrigeración

Los componentes básicos de cualquier sistema de refrigeración por compresión de vapor son el evaporador, el compresor, la válvula de expansión y el condensador. Sin embargo, en la refrigeración industrial (equipos grandes, no domésticos) se incluyen más componentes como sistemas de control, instrumentos de medición (manómetros), tanques recibidores, tanques separadores de líquido, entre otros. A pesar de esto, el esquema general de todos los sistemas de refrigeración por compresión de vapor está compuesto por estos cuatro componentes principales, los cuales también conforman el sistema analizado en esta tesis. Este proyecto se centra en la modelación matemática de un sistema de refrigeración por compresión de vapor utilizado en una planta de exportación de palta y uva, donde se presentan los cuatro componentes principales, además de otros componentes encontrados en la industria. (American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2018)

2.2.6.1. Condensador

El condensador en un sistema de refrigeración es un intercambiador de calor que rechaza todo el calor del sistema. Este calor se compone del calor absorbido por el evaporador, además del calor generado por la degradación de parte de la energía mecánica suministrada al compresor. El compresor descarga el refrigerante caliente a alta presión en el condensador, que transfiere calor desde el gas hacia un medio más frío. Como resultado, el refrigerante se condensa nuevamente en estado líquido y se drena desde el condensador para continuar el ciclo de refrigeración. (American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2018)

2.2.6.2. Evaporador

El evaporador es un dispositivo, también conocido como intercambiador de calor, compuesto por una serie de tubos dispuestos en un recipiente metálico (carcasa). A este dispositivo llega el refrigerante líquido, que está parcialmente vaporizado, y luego se produce la ebullición a baja presión del fluido que aún permanece líquido, resultando en vapor seco saturado. Este fluido líquido proviene de la unidad expansora. Durante la ebullición, el evaporador extrae

calor del aire presente en la cámara de conservación. (American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2018)

2.2.6.3. Compresor

Un compresor es uno de los cuatro componentes esenciales del sistema básico de compresión de vapor de refrigeración, junto con el condensador, el evaporador y el dispositivo de expansión. El compresor hace circular el refrigerante a través del sistema y aumenta la presión del vapor del refrigerante, creando el diferencial de presión necesario entre el condensador y el evaporador. (American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2018)

2.2.6.4. Válvula de expansión Termostática

Las válvulas son elementos de control manual o automático de líquidos en un sistema de tuberías. Están diseñadas para soportar un rango específico de temperatura, presión, corrosión y tensión mecánica. El diseñador selecciona y especifica la válvula adecuada para la aplicación con el fin de proporcionar el mejor servicio posible, teniendo en cuenta las necesidades económicas.

Las válvulas tienen algunas de las siguientes funciones primarias:

- Iniciar, detener y dirigir el flujo.
- Regular, controlar o reducir el caudal.
- Prevenir el reflujo.
- Regular de la presión.

Las válvulas son unidades expansivas que generan un cambio en la presión del fluido, reduciéndola desde las altas temperaturas y presiones del condensador hasta las bajas en la entrada del evaporador. (American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2018)

2.2.7. Cálculo de las propiedades termodinámicas

2.2.7.1. Método gráfico cálculo de propiedades termodinámicas

Es un método de cálculo basado en el empleo de diversos diagramas, los cuales nos ayudan a encontrar las principales propiedades de las sustancias que emplearemos para el cálculo. Este método es práctico, sin embargo, al momento

de trazar las líneas en los diagramas pueden aparecer inexactitudes en el valor del resultado final. (Cengel et al., 2019)

2.2.7.2. Método alternativo cálculo de propiedades termodinámicas (EES, etc.)

En el mundo de la refrigeración industrial se utilizan muchos softwares para el cálculo de propiedades térmicas y de cargas térmicas debido a la facilidad, rapidez y exactitud con la que se pueden obtener los resultados. Dentro de los diversos softwares existentes se encuentran Termo Graf, Engineering Equation Solver (EES), CRS, NVL, Colbac, entre otros.

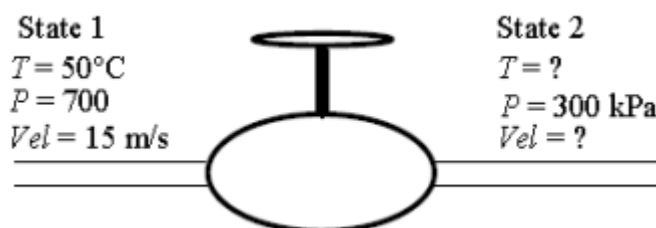
El procedimiento por seguir para cualquier cálculo en EES está dado en los pasos siguientes:

- Los comandos están clasificados en 9 “pull-down menús”
- Se puede visualizar las ecuaciones en notación matemática, comando Formatted Equations – menú Windows.
- Seleccionar el menú Calculate. Emergerá una ventana indicando el desarrollo de la solución, posterior cambiar cálculos en Abort a Continue.
- Pulsar Continue y luego de solución de la ecuación será mostrada.

Ejemplo EES: Refrigerante R-134a entra a una válvula a 700 kPa, 50°C y a una velocidad de 15 m/s. A la salida de la válvula, la presión es de 300 kPa. Tanto el área de entrada como el área de salida es de 0.0110 m². Determina la presión, el flujo másico y la velocidad a la salida de la válvula. (Saldivar, 2019)

Figura 11

Ejemplo de EES



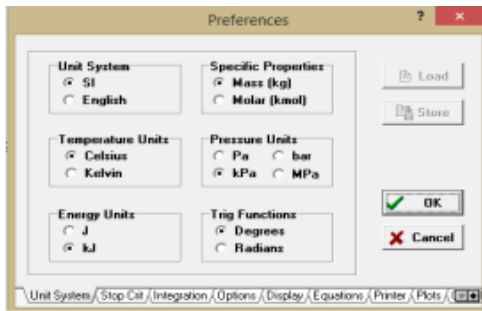
Nota: Cjacya, (2015)

Resolución

- Como primer paso se especifica el sistema de unidades en el botón Option menú, Unit System. (figura x).

Figura 12

Selección de unidades

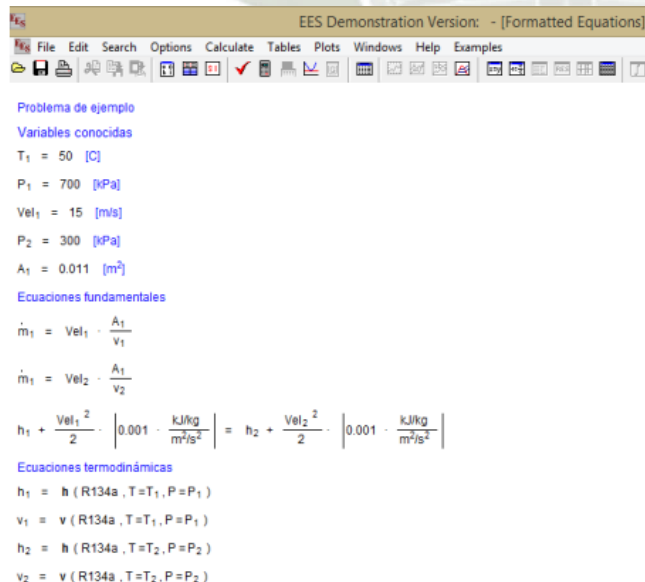


Nota: Cjacya, (2015)

- Al colocar las unidades correspondientes se escribe la ecuación con el comando Windows menú, Equations, de igual manera se puede observar la información en la ventana Windows menú, Formatted Equations. (figura x).

Figura 13

Formulación de la ecuación

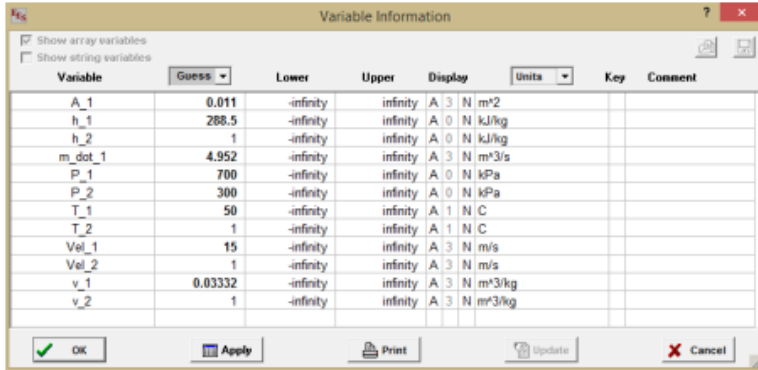


Nota: Cjacya, (2015)

Se debe asignar las unidades a las variables no conocidas, por los comandos
Option menu – Variables Info (figura 15).

Figura 14

Asignación de variables no conocidas



Variable	Guess	Lower	Upper	Display	Units	Key	Comment
A_1	0.011	-infinity	infinity	A_3	N m^2		
h_1	268.5	-infinity	infinity	A_0	N kJ/kg		
h_2	1	-infinity	infinity	A_0	N kJ/kg		
m_dot_1	4.952	-infinity	infinity	A_3	N m^3/s		
P_1	700	-infinity	infinity	A_0	N kPa		
P_2	300	-infinity	infinity	A_0	N kPa		
T_1	50	-infinity	infinity	A_1	N C		
T_2	1	-infinity	infinity	A_1	N C		
Vel_1	15	-infinity	infinity	A_3	N m/s		
Vel_2	1	-infinity	infinity	A_3	N m/s		
v_1	0.03332	-infinity	infinity	A_3	N m^3/kg		
v_2	1	-infinity	infinity	A_3	N m^3/kg		

Nota: Cjacya, (2015)

- c. Posterior, ir al menú de cálculos y seleccionar Resolver (Calculate menú, Solve).
- d. Ya que se haya resuelto el sistema de ecuaciones emergerá una ventana de finalizado los cálculos, clic en continuar.
- e. Se debe comprobar en la ventana de residuos mediante Windows menú, Residual, que el máximo residuo (Relative residual y el Absolute residual) sea menor que el criterio para las iteraciones realizadas por EES (figura 16). (Cjacya, 2015)

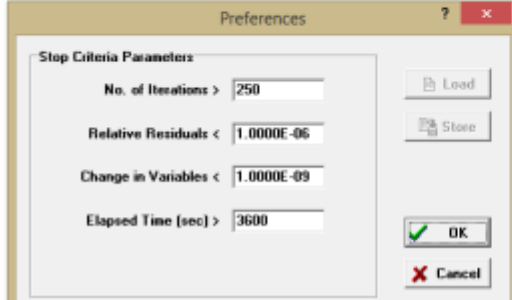
Figura 15

Identificación de residuos absolutos y relativos

There are a total of 12 equations in the Main program.

Block	Rel. Res.	Abs. Res.	Units	Colls	Time(ms)	Equations
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	1	0	T_1=50[C]
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	1	0	P_1=700[kPa]
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	1	0	Vel_1=15[m/s]
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	1	0	P_2=300[kPa]
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	1	0	A_1=0.0110[m^2]
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	0	h_1=Enthalpy(R134a,T=T_1,P=P_1)
0	0.000E+00	0.000E+00	OK	4	16	v_1=Volume(R134a,T=T_1,P=P_1)
0	0.000E+00	0.000E+00	?	4	0	m_dot_1=Vel_1*A_1/v_1
1	3.379E-12	-1.673E-11	?	19	0	m_dot_1=Vel_2*A_1/v_2
1	4.893E-14	1.412E-11	OK	19	0	h_1+(Vel_1)^2/2*convert(m^2/s^2,kJ/kg)=h_2+(Vel_2)^2/2*convert(m^2/s^2,kJ/kg)
1	5.438E-14	-1.566E-11	OK	19	16	h_2=Enthalpy(R134a,T=T_2,P=P_2)
1	1.008E-13	8.197E-15	OK	19	0	v_2=Volume(R134a,T=T_2,P=P_2)

Variables shown in bold font are determined by the equation(s) in each block.



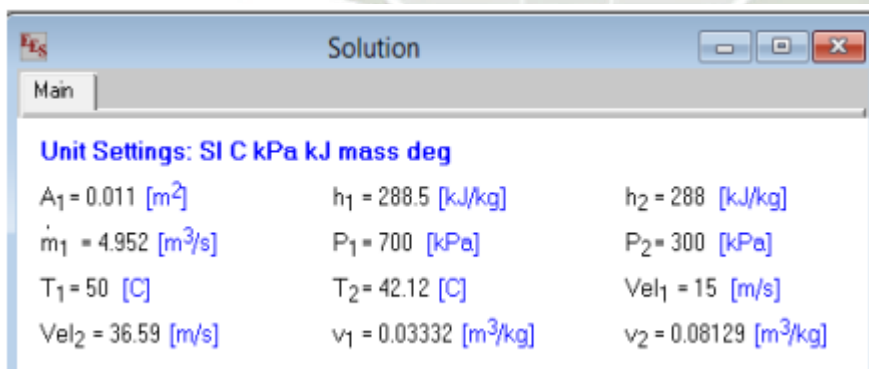
1.

Nota: Cjacya, (2015)

f. Por último, se observa las soluciones en Windows menú, Solution (figura 17).

Figura 16

Resolución de la ecuación



Nota: Cjacya, (2015)

Ejemplo CoolTools: Se elabora un diagrama log(p)-h para R717 (amónico), sobre este se dibuja un ciclo de etapas utilizando que la temperatura de evaporación es -35°C , recalentamiento de 8K, rendimiento isoentrópico de 0.7, temperatura de condensación 30°C y subenfriamiento 2K. Determinar si el ciclo es ACEPTABLE.

Solución

- a. Elegir el menú File y seleccionar New, luego Log(p), b-diagram y seleccionar R717.
- b. Dibujar el ciclo, Options y Input cycle, luego pulsar el botón Draw cycle.
- c. Se observa que el ciclo no es real y la temperatura del gas se encuentra por encima de los 230°C. El R717 no se encuentra en una refrigeración adecuada para un ciclo que se encuentra a temperaturas de -35°C y 30°C. (Cjacya, 2015)

2.3. Conservación de productos a través de la refrigeración

Los productos alimenticios son perecederos, motivo por el cual requieren un procesamiento, acopio, almacenamiento y conservación adecuada. Una de las técnicas efectivas para la conservación de los productos alimenticios se consigue mediante la refrigeración, la cual debe ser a una temperatura determinada según sea el producto por conservar, la cual evita el deterioro y descomposición que puede ser causado por bacterias, espumas o levaduras, moho, entre otros; consiguiendo que las características principales como son el aspecto, color, sabor y olor apenas sean diferenciables de los naturales. Los productos que serán conservados en la planta de refrigeración serán la palta y la uva, dejando como proyección poder refrigerar productos de la zona. (Nieto, 2008)

Tabla 1

Características de Conservación y Almacenamiento de Palta

PERSEA AMERICANA (PALTA)	
Peso estimado por unidad	180-280 gramos
Temperatura de Almacenamiento	7,2 °C a 12,7 °C
Tiempo de almacenaje	14 a 28 días
Humedad relativa	85-90%
Temperatura de congelado	-0,27 °C

Nota: Vásquez, (2020)

Tabla 2*Características de Conservación y Almacenamiento de Uva*

VITIS VINIFERA (UVA)	
Peso estimado por unidad	200 - 300 gramos
Temperatura de Almacenamiento	-0.55 °C a 0 °C
Tiempo de almacenaje	14 a 56 días
Humedad relativa	85-90%
Temperatura de congelado	-1,27 °C

Nota: Vásquez, (2020)

2.4. Procesos involucrados en la planta.

2.4.1. Recepción

“Los camiones provenientes de la cosecha llegan al área de recepción de la planta. Cabe señalar que el área de recepción debe estar cerrada para evitar cualquier tipo de contaminación con insectos u otras plagas” (Saldivar Galarza, 2019).

2.4.2. Primera Inspección

Después de recibir los productos, se realiza la primera inspección antes de ingresar a la línea de procesamiento. Esto incluye la inspección visual de los productos recién descargados en el área de recepción. Durante este proceso, se depura los productos con defectos de condición, como fecas, heridas abiertas, golpes, putrefacción, quemaduras de sol, entre otros; y/o defectos de calidad. (Saldivar Galarza, 2019)

2.4.3. Preselección

“En este proceso, la fruta es preseleccionada, eliminando los productos con daños mecánicos, sobre maduración o que se encuentren fuera de los parámetros. La preselección evita la entrada de productos defectuosos” (Saldivar Galarza, 2019).

2.4.4. Acopio

“Los productos son colocados en el área de acopio de materia prima, de acuerdo con el lote entrante, hasta que se autorice su ingreso a la sala de procesamiento” (Ojeda Quispe, 2016).

2.4.5. Lavado y secado

“Empleando aspersores se lava la fruta con agua clorada y un fungicida, luego es transportada por correa a través de un túnel de secado, el cual mediante varios ventiladores genera una ventilación forzada” (Saldivar Galarza, 2019).

2.4.6. Selección y clasificado

Los productos son seleccionados, eliminando aquellos que no cumplan con los requisitos de calidad. Seguidamente las uvas que serán destinadas al mercado de exportación se clasifican en función al color, diámetro y problemas estéticos que puedan presentar, una vez agrupados los racimos, se pasa a la segunda etapa la cual consiste en embalar la fruta, según las exigencias propuestas del mercado objetivo. Cuando la palta se ha secado, se realiza la selección en función de dos tipos de factores, el tamaño y la categoría, la cual se da según la cantidad de defectos. (Saldivar Galarza, 2019)

2.4.7. Pesado

“El pesador controla el peso en cada caja de producto escogido, confirmando la idoneidad especificada según el cliente” (Ojeda Quispe, 2016).

2.4.8. Empacado

“Realizada la clasificación se procede a empaquetar las frutas, las presentaciones del empaque cambian según sean las especificaciones del usuario final” (Ojeda Quispe, 2016).

2.4.9. Paletizado y codificado

“Las cajas de productos se codifican en lotes y se transportan al área de manejo del producto final. Las cajas se colocan sobre parihuelas y son enzunchadas, creando lugar a los pallets los cuales son enumerados secuencialmente” (Ojeda Quispe, 2016).

2.4.10. Enfriamiento

Todos los pallets serán colocados en el túnel de enfriamiento, el cual tiene por objetivo disminuir la temperatura de la fruta para así poder retardar la maduración natural de la misma, y pasar por las siguientes etapas:

Primera etapa: La frigo-conservación comienza una vez recepcionados los pallets en la planta frigorífica, donde como primer registro se realiza una medición de la temperatura de los diferentes pallets.

Segunda etapa: Luego del registro de la temperatura de los pallets, éstos son llevados hasta los túneles de enfriamiento, en donde se someten a una rápida disminución de su temperatura a través de los evaporadores. Este proceso inicial de enfriamiento demora entre 8 a 10 horas dependiendo de la temperatura inicial y la condición de funcionamiento del túnel de preenfriamiento. (Ojeda Quispe, 2016)

2.4.11. Almacenamiento de Producto Terminado

Se controla la temperatura de la cámara de refrigeración hasta que la temperatura interna de la uva se encuentre y nivele entre 0 a 1° C según sea el destino final. Aquí se lleva un control de la temperatura de la cámara y del producto. En este proceso las temperaturas de las cámaras deben conservar la fruta en rangos de -1 a 0,5 °C siendo el óptimo 0 °C. En el caso de la palta la cámara de refrigeración debe mantener una temperatura promedio de +5°C. Una vez seleccionado el destino por parte de la exportadora, se procede al despacho de los pallets por medio del frigorífico, registrando como último punto de salida la temperatura de pallets. (Saldivar Galarza, 2019)

2.5. Determinación de cargas térmicas

Las cargas térmicas son la cantidad de calor que debe ser removida, de un espacio o ambiente, por el equipo de refrigeración para mantenerlo a una temperatura determinada para cada producto que se almacene en dicho ambiente.

Tiempo de funcionamiento del equipo

La capacidad de un equipo de refrigeración se expresa normalmente en Btu/hr, en aplicaciones de refrigeración la carga de enfriamiento total por lo general se calcula para períodos de 24 horas, es decir, se expresa en Btu/24hr. (Vásquez Benavides & Jara Polanco, 2013)

$$\text{Capacidad de Enfriamiento} \left(\frac{\text{Btu}}{24 \text{ hr}} \right) = \frac{\text{Carga de enfriamiento total} \left(\frac{\text{Btu}}{24 \text{ hr}} \right)}{\text{Tiempo deseado de funcionamiento (hr)}} \quad (2)$$

2.5.1. Cargas por paredes, techo y piso

La carga por paredes, techo y piso se utiliza para calcular la cantidad de calor que está pasando del exterior al interior, debido a la diferencia de temperaturas y para minimizar esta transferencia de calor se utiliza materiales aislantes que cubren la superficie interior de las paredes, techo y piso de la habitación destinada a ser cámara frigorífica. (Vásquez y Jara, 2013)

El espesor del corcho se calculó con la siguiente fórmula:

$$e = ec \times \frac{k}{kc} \quad (3)$$

Donde:

e = Espesor del material aislante (ft)

k = Conductividad térmica del mismo material (BTU/hr · ft · °F)

kc = Conductividad térmica del corcho (BTU/hr · ft · °F)

ec = Espesor de corcho (ft) con ($K = 0,035 \text{ kcal/hr} \cdot \text{m}^\circ\text{C}$
 $= 0,024 \text{ BTU/hr} \cdot \text{ft} \cdot \text{°F}$)

Valor del espesor del corcho ($k=0,035 \text{ kcal/hr} \cdot \text{m}^\circ\text{C}$) = $0,024 \text{ BTU/hr} \cdot \text{ft} \cdot \text{°F}$, tomado solo de referencia.

La carga por paredes se calculó con la siguiente formula:

$$q_1 = F_1 \times A_e \quad (4)$$

Donde:

F_1 = Factor de Ganancia por pared $\frac{\text{BTU}}{\text{día}} \times \text{ft}^2$ (Anexo Tabla N° 3)

A_e = Area de la superficie exterior de la camara (ft²)

2.5.2. Cargas por radiación solar

La carga por radiación solar se calculó con la siguiente formula:

$$q_2 = F_1' \times A_e \quad (5)$$

Donde:

F_1' = Factor con espesor de aislante y con variación de temperatura

A_e = Area de la pared o techo soleado (ft²)

Nota: En el cálculo no se considerará dicha carga debido a que existirá un sobretecho

2.5.3. Cargas por cambios de aire

La carga por cambio de aire se calculó con la siguiente formula:4

$$q_3 = F_2 \times F_3 \times V \quad (6)$$

Donde:

F_2 = Factor de Cambios de aire $\left(\frac{\text{cambios}}{\text{día}}\right)$ (Anexo tabla N° 4)

F_3 = Factor de Calorganado $\left(\frac{\text{BTU}}{\text{ft}^3}\right)$ (Anexo tabla N° 5)

V = Volumen de la cámara (ft³)

2.5.4. Cargas por producto

La carga por producto se calculó con la siguiente formula:5

$$q_4 = m \times C_a \times (T_1 - T_i) \times \frac{24}{f \times t} \quad (7)$$

Donde:

m = Masa o peso del producto (lbf)

C_a = Calor específico del producto $\left(\frac{\text{BTU}}{\text{Lbf} \cdot ^\circ\text{F}}\right)$ (Anexo Tabla N° 6)

T_1 = Temperatura de ingreso a la cámara (°F)

T_i = Temperatura interior de la cámara (°F)

f = Factor de enfriamiento (horas)(Anexo Tabla N° 7)

t = Tiempo de enfriamiento (horas)(Anexo Tabla N° 7)

2.5.5. Cargas diversas

2.5.5.1. Cargas por personas

La carga por personas se calculó con la siguiente formula: 6

$$q_{5a} = N_p \times F_p \times t \quad (8)$$

Donde:

q_{5a} = Número de personas

F_p = Factor de calor liberado $\left(\frac{\text{BTU}}{\text{hr} \cdot \text{persona}}\right)$ (Anexo Tabla N° 8)

t = Tiempo de exposición de las personas. (Ojeda Quispe, 2016)

2.5.5.2.

2.5.5.3. Cargas de iluminación

La carga por la iluminación se calculó con la siguiente formula 7

$$q_{5b} = N_F \times P_F \times F \times t \quad (9)$$

Donde:

N_F = Número de focos

P_F = Potencia de cada foco ($W = 0,00134102$ HP)

F = Factor de conservación $3,413 \left(\frac{BTU}{W - hr} \right)$

t = Tiempo de encendido $\left(\frac{hr}{día} \right)$. (Ojeda Quispe, 2016)

2.5.5.4. Cargas de envases

La carga por envases de los productos se calculó con la siguiente formula:8

$$q_{5c} = N_e \times m_e \times C_{AE} \times \Delta T \times \frac{24}{f \times t} \quad (10)$$

Donde:

N_e = Número de envases

m_e = Masa de envases (Lb)

C_{AE} = Calor específico de envases $\left(\frac{BTU}{Lb \text{ } ^\circ F} \right)$

t = tiempo de funcionamiento $\left(\frac{hr}{día} \right)$. (Ojeda Quispe, 2016)

2.5.5.5. Cargas de respiración

La carga por respiración de los productos se calculó con la siguiente formula: 9

$$q_{5d} = m \times F_R \quad (11)$$

Donde:

m = Masa o peso del producto

F_R = Factor de respiración $\left(\frac{BTU}{lb \cdot día} \right)$ (Anexo Tabla N° 9). (Ojeda Quispe, 2016)

2.5.5.6. Cargas de motores

La carga por motores de los productos se calculó con la siguiente formula: 10

$$q_{5e} = N_m \times P_m \times F_m \times t \quad (12)$$

Donde:

N_m = Número de motores

P_m = Potencia del motor (HP)

$F_m = \text{Factor de Calor Liberado} \left(\frac{\text{BTU}}{\text{hr} \cdot \text{HP}} \right)$

$t = \text{tiempo de funcionamiento} \left(\frac{\text{hr}}{\text{día}} \right)$. (Ojeda Quispe, 2016)



CAPITULO III

3. Ingeniería del proyecto

3.1. Determinación de las cargas térmicas en el área de refrigeración por factores de la ASHRAE

3.1.1. Base de cálculo: acopio del producto

Se utilizó la uva como referencia, dado que el proceso de almacenamiento para otros productos como la palta y la granada es similar. La capacidad de acopio para ambos productos es de hasta 12 toneladas por día.

Tabla 3

Temperaturas de almacenamiento y congelamiento de productos

Producto	Temperatura de almacenamiento		Humedad relativa (%)	Vida aproximada de almacenamiento	Punto de congelación más alto	
	°C	°F			°C	°F
Palta	7,2 a 12,7	45 a 45	85-90	14-28 días	-0,27	31,5
Granada	0	32	90	14-28 días	-3	26,6
Uva	-0,55 a 0	31 a 32	85-90	14-56 días	-1,27	29,7

Nota: American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. (2018).

3.1.2. Cantidad de producto a conservar

- *El tiempo de conservación de nuestra planta se cuantifico en función de las dimensiones de las cámaras según el espacio que se dispone en el Fundo La Católica.*
- *La capacidad total de nuestra planta fue determinada mediante las dimensiones del espacio disponible para la planta de refrigeración industrial.*

3.1.3. Diseño del túnel de enfriamiento

Partimos de las dimensiones de la caja:

Tabla 4

Dimensiones de la caja

Dimensiones caja			N°	Números de pisos	Peso Neto (kg)	Peso Caja Vacía (kg)
Largo(mm)	Ancho(mm)	Alto(mm)	Caja base			
600	400	130	6	20	8.6	0.32

Tabla 5

Capacidad por túnel

ACOPIO	
Capacidad del túnel	6 toneladas
Número de turnos	1 turno
Máxima cantidad de pallets a ingresar al túnel	6 pallets
Número de Cajas por pallet	120 cajas
Peso de caja vacía	0.32 kg
Peso total de cajas vacías	38.4 kg
Peso total de producto por caja	8.6 kg
Peso total de producto por pallet	1032 kg
Peso total por pallet	1070 kg
Total por lote a ingresar	6 toneladas

Para determinar el aislamiento adecuado y realizar otros cálculos relacionados con las cargas térmicas, se tomó en cuenta la producción diaria de enfriamiento mencionada anteriormente. Se consideró la temperatura de almacenamiento más crítica de los productos a conservar, estableciendo $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ como el valor más crítico.

Selección de espesor de corcho (Anexo Tabla 67)

Tabla 6

Selección Asilamiento para paredes

Temperatura de la Cámara °F	Espesor de Corcho Requerido
25 a 35	5"

Se utilizará poliestireno expandido con $k=0,026$

$$e = ec \times k \frac{k}{kc} = 5" \times \frac{0,026}{0,035} = 3,71"$$

$$e = 4" = 100 \text{ mm}$$

Se trabajará con un espesor de 4" para uniformizar el aislamiento en los túneles, cámaras, pasillo y despacho.

3.1.3.1. Dimensionamiento de cargas térmicas del túnel de enfriamiento

Tabla 7

Resumen de Cargas Térmicas para túnel de enfriamiento

CONDICIONES DE INGRESO		
Temperatura exterior	28°C	82,4°F
Temperatura interior	-1°C	30,2°F
CARACTERÍSTICAS DEL TÚNEL		
Largo	12 m	39,4 ft
Ancho	4 m	13,1 ft
Alto	4 m	13,1 ft
CONDICIONES DEL PRODUCTO A INGRESAR		
Producto	Temperatura de almacenamiento	Humedad Relativa %
Uva	-1°C	85-90
Palta	10°C	85-90
Granada	0°C	90-95
CARGAS TÉRMICAS		
Variación de temperatura		-8,2°C
Espesor del corcho		100 mm
Factor de ganancia por paredes		0,00987
		kW/m^2
Área exterior		281,96 m^2
Carga Por Pared Techo y Piso		2,78 kW
Volumen de uva		6192 kg
Calor específico arriba del punto de congelación de la uva		0,88

factor de ritmo de enfriamiento de uva	0,8 kcal/(kg°C)
Tiempo de enfriamiento uva	18 horas
Carga térmica por producto	12,72 kW
Número de envases	720
Peso de envases	0,32 kg
Calor específico cartón parafinado	0.693 kcal/(kg°C)
Tiempo de funcionamiento	18 horas
Carga térmica por envases	0,30 kW
Volumen de uva	6192 kg
Factor de respiración	11,31 w/tonelada
Carga térmica por respiración	0,07 kW
TOTAL	
Número de túneles	2
Carga túnel	15,88 kW
Factor 10% dimensionamiento motores y equipos	17,46 kW
CARGA TOTAL DE TUNEL	34,92 kW

3.1.4. Diseño de cámara de refrigeración

Las cámaras están proyectadas para funcionar para los productos como uva, palta y granada. En este caso las dimensiones de las cámaras están definidas por el espacio que se dispone en el terreno del Fundo La Católica. Cabe señalar que en el caso de la palta la temperatura sube en un rango de 7 a 12 °C; sin embargo, esto puede ser controlado con el sistema de refrigeración adecuándolo a la temperatura adecuada. En el caso de las grandas el extremo es de 0 °C; pero este valor también puede ser cumplido con las condiciones de diseño adecuadas. Además, se debe tener en que cuenta que el objetivo es seleccionar equipos con una determinada potencia para lograr un consumo de energía eficiente y, por lo tanto, minimizar costos en el proceso de refrigeración, teniendo en cuenta las condiciones de diseño más críticas.

3.1.4.1. Dimensionamiento de cargas térmicas de la cámara de refrigeración

Tabla 8

Resumen de cargas térmicas para cámaras de refrigeración

CONDICIONES DE INGRESO		
Temperatura exterior	28°C	82,4°F
Temperatura interior	0°C	32°F
CARACTERÍSTICAS DE LA CÁMARA		
Largo	12 m	39,4 ft
Ancho	5 m	16,4 ft
Alto	4 m	13,1 ft
CONDICIONES DEL PRODUCTO A INGRESAR		
Producto	Temperatura de almacenamiento	Humedad Relativa %
General	0°C	85-90
CARGAS TÉRMICAS		
Variación de temperatura		-7,2°C
Espesor del corcho		100 mm
Factor de ganancia por paredes		0,009537 kW/m ²
Área exterior		316,80 m ²
Carga Por Pared Techo y Piso		3,02 kW
Volumen interno de la cámara		240,01 m ³
Factor de cambios de aire		5,36 cambios/día
Humedad relativa promedio aire exterior		42%
Factor de calor ganado		14,86 kcal/m ³
Carga por cambios de aire		0,93 kW
Número de personas		2 personas
Factor de calor liberado por personas		928
Tiempo de exposición de las personas		2 horas
Temperatura interior de la cámara		0°C
Carga por personas		0,045 kW
Área de la cámara		60 m ²

Factor de iluminación	21,53 W/m ²
Tiempo de encendido	2 hr/día
Carga por iluminación	0,11 kW
Volumen de la uva	24767,96 kg
Factor de respiración	11,31 w/tonelada
Carga térmica por respiración	0,28 kW
TOTAL	
Número de cámaras	2
Carga cámara	4,38 kW
Factor 10% dimensionamiento motores y equipos	0,44 kW
CARGA TOTAL DE CAMARA	9,64 kW

3.1.5. Diseño de la antecámara

Tabla 9

Dimensionamiento de a antecámara

Unidad	Dimensionamiento Interno		Dimensionamiento Externo	
	Antecámara		Antecámara	
	Metros	Pies	Metros	Pies
Largo	9.00	29.53	9.59	31.47
Ancho	6.00	19.69	6.59	21.62
Alto	4.00	13.12	4.84	15.88

Comenzando con las medidas de los montacargas y el área gravitacional necesaria para transportar los productos desde la sala de procesamiento hacia los túneles, y luego hacia las cámaras de conservación y, finalmente, a la zona de despacho para su carga en los camiones refrigerados, se considerará 8 °C como el valor más crítico para la antecámara.

3.1.5.1. Dimensionamiento de cargas térmicas de la cámara de refrigeración

Tabla 10

Resumen de cargas térmicas para antecámara

CONDICIONES DE INGRESO		
Temperatura exterior	28°C	82,4°F
Temperatura interior	°0 C	32°F
CARACTERÍSTICAS DE LA ANTECAMARA		
Largo	9 m	29,5 ft
Ancho	6 m	19,7 ft
Alto	4 m	13,1 ft
CONDICIONES DEL PRODUCTO A INGRESAR		
Producto	Temperatura de almacenamiento	Humedad Relativa %
General	8°C	85-90
CARGAS TÉRMICAS		
Variación de temperatura	0,8°C	
Espesor del corcho	100 mm	
Factor de ganancia por paredes	0,006937 kW/m ²	
Área exterior	283,08 m ²	
Carga Por Pared Techo y Piso	1,96 kW	
Volumen interno de la cámara	216 m ³	
Factor de cambios de aire	5,69 cambios/día	
Humedad relativa promedio aire exterior	42%	
Factor de calor ganado	10,41 kcal/m ³	
Carga por cambios de aire	0,62 kW	
Número de personas	2 personas	
Factor de calor liberado por personas	768	
Tiempo de exposición de las personas	8 horas	
Temperatura interior de la cámara	8°C	
Carga por personas	0,15 kW	
Área de la antecámara	54 m ²	

Factor de iluminación	21,53 W/m ²
Tiempo de encendido	2 hr/día
Carga por iluminación	0,10 kW
TOTAL	
Carga antecámara	2,83 kW
Factor 10% dimensionamiento motores y equipos	0,28 kW
CARGA TOTAL DE ANTECAMARA	3,11 kW

3.1.6. Diseño del despacho

Se considerará 8 °C como valor más crítico para el despacho.

3.1.6.1. Dimensionamiento de cargas térmicas para despacho

Tabla 11

Resumen de cargas térmicas para despacho

CONDICIONES DE INGRESO		
Temperatura exterior	28°C	82,4°F
Temperatura interior	°0 C	32°F
CARACTERÍSTICAS DEL DESPACHO		
Largo	5 m	16,4 ft
Ancho	30 m	98,4 ft
Alto	4 m	13,1 ft
CONDICIONES DEL PRODUCTO A INGRESAR		
Producto	Temperatura de almacenamiento	Humedad Relativa %
General	8°C	85-90
CARGAS TÉRMICAS		
Variación de temperatura	0,8°C	
Espesor del corcho	100 mm	
Factor de ganancia por paredes	0,006937 kW/m ²	
Área exterior	692,4 m ²	

Carga Por Pared Techo y Piso	4,8 kW
Volumen interno de la cámara	600 m ³
Factor de cambios de aire	3,38 cambios/día
Humedad relativa promedio aire exterior	42%
Factor de calor ganado	10,41 kcal/m ³
Carga por cambios de aire	1,02 kW
Número de personas	2 personas
Factor de calor liberado por personas	768
Tiempo de exposición de las personas	2 horas
Temperatura interior de la cámara	8°C
Carga por personas	0,038 kW
Área del despacho	150 m ²
Factor de iluminación	21,53 W/m ²
Tiempo de encendido	2 hr/día
Carga por iluminación	0,27 kW
TOTAL	
Carga antecámara	6,13 kW
Factor 10% dimensionamiento motores y equipos	0,61 kW
CARGA TOTAL DEL DESPACHO	6,75 kW

3.1.7. Resumen cargas de cargas térmicas

Tabla 12

Resumen de cargas térmicas en áreas de climatización

Denominación	kW
Carga Total Túnel N° 1	17,46
Carga Total Túnel N° 2	17,46
Carga Total Cámara N° 1	4,82
Carga Total Cámara N° 2	4,82
Carga Total Antecámara	3,11
Carga Total Despacho	6,7

Carga Total Planta de enfriamiento	54,42
---	-------

Tabla 13

Resumen de temperaturas en las áreas climatizadas

Ambiente	Temperatura interior	Temperatura evaporación
	°C	°C
Túneles	-1	-8
Cámaras	0	-7
Antecámara	8	1
Despacho	8	1

3.2. Determinación de las cargas térmicas en el área de refrigeración empleando el software FRIO

Podemos comparar los resultados del cálculo de los ambientes climatizados utilizando las mismas condiciones de diseño que se empleó en el cálculo por factores de ASHRAE, empleando el software FRIO. De esta manera, podremos identificar el valor más crítico entre ambos y seleccionar los equipos adecuados teniendo en cuenta el escenario más exigente.

3.2.1. Resumen cargas de cargas térmicas

Tabla 14

Resumen de cargas térmicas en áreas de climatización

Denominación	kW
Carga Total Túnel N° 1	18,8
Carga Total Túnel N° 2	18,8
Carga Total Cámara N° 1	4,91
Carga Total Cámara N° 2	4,91
Carga Total Antecámara	4,95
Carga Total Despacho	8,8
Carga Total Planta de enfriamiento	61,17

Tabla 15

Comparación de resultados de cálculo por factores de la ASHRAE y software FRIO

AMBIENTE	EES (kW)	FRIO (kW)
Carga Total Túnel N° 1	17,46	18,8
Carga Total Túnel N° 2	17,46	18,8
Carga Total Cámara N° 1	4,82	4,91
Carga Total Cámara N° 2	4,82	4,91
Carga Total Antecámara	3,11	4,95
Carga Total Despacho	6,7	8,8
Carga Total Planta de enfriamiento	54,42	61,17

Como se puede observar en la tabla 15, los valores resultantes de las cargas térmicas con el software FRIO son mayores que los resultados obtenidos por factores de la ASHRAE, por lo que se trabajará con los valores del software FRIO para la selección de los equipos de la planta de refrigeración.

3.3. Determinación del Cálculo Eléctrico.

3.3.1. Alcances

El presente Proyecto comprende el diseño, descripción, cálculos y selección electromecánico de:

- Adecuación e implementación de armado en la estructura del punto de entrega; a fin de poder realizar la conexión en MT.
- Montaje e instalación del seccionamiento, en estructura CAC 13/400/180/375.
- Tramo proyectado de 18 m de red en MT, aéreo con conductor de aluminio tipo AAAC de 50mm².
- Montaje e instalación del sistema de medición y seccionamiento, en estructura CAC 13/400/180/375.
- Montaje e instalación de la subestación N° 01 en caseta, donde se localizará la celda de remonte de barras (ICET NR/B) 24kV, 3F, 60Hz. y una celda de salida

Y protección (ICET NFA) 24kV, 3F, 60Hz (con seccionador bajo carga en gas SF6, y base portafusibles.)

- Distribución en media tensión (Tableros de Distribución, Diagramas de Fuerza, Diagrama de Iluminación, Protecciones y PaT)

3.3.2. Descripción

a) Punto de Diseño

- Estructura : Existente
- Accesorios : 06 conector doble vía Al/Al

b) Estructura del Seccionamiento

Tabla 16

Descripción de la estructura del Seccionamiento.

DETALLE	DESCRIPCION
Estructuras	De CAC 13/400/180/375.
Accesorios	De F°G° y concreto armado vibrado, que son: · Bastidor tipo “L” de F°G° DE 270 x 60 x 60 x 6mm de Espesor Derecho e Izquierdo. · Brazo Tipo Riostra de F°G° DE 2458 x 50 x 50 x 6mm de Espesor-Derecho e Izquierdo. · 01 PERFIL ANGULAR TIPO U DE 50X50X60X6mmX1500mm PARA SOPORTE CUT OUT
Protección	Seccionador fusible unipolar 27 kV, 100 A, 150 kV BIL, tipo cut-out, línea de fuga de 625 mm y fusible tipo “K” de 3 A; 01 puestas a tierra con varilla Copperweld de 19mm diámetro por 2,40m e incluye sus respectivas cajas de registro.
Cimentación de poste	Con bloque de concreto ciclópeo 1:8 de cemento: hormigón + 25 % de piedras medianas (Ø máx. = 127 mm); de dimensiones 1,80 x 0,90 x 0,90 m.; incluye solado de

	e = 0,10m.
Vestimenta de la estructura	Para el conexionado de los equipamientos en la estructura del Sistema de Seccionamiento, protección y Medición, a partir de las redes aéreas en 22,9 kV, se utilizará cable de cobre seco tipo, N2XSY de 18/30 Kv de 50 mm ² de sección configuración 3Ø), asegurándose sus extremos con terminaciones tipo auto contraíble de 25 kV, para uso exterior de sección al cable de seco.

c) Sistema de Seccionamiento o Medición

Tabla 17

Sistema de seccionamiento

DETALLE	DESCRIPCION
Sistema de medición	Instalación aérea, monoposte, toma de datos en M.T. con transformador mixto de medida.
Protección	Seccionador fusible unipolar 27 kV, 100 A, 150 kV BIL, tipo cut-out, línea de fuga de 625 mm y fusible tipo “K” de 2 A; pararrayos de óxido metálico (OZn), MCOV de 17 kV, 10 kA. Con línea de fuga de 660mm y 4 puestas a tierra con varilla Copperweld de 19mm diámetro por 2,40m e incluye sus respectivas cajas de registro.
Trafomix	Relación de tensión: 22,9/0,22kV, 03 bobinas de tensión (3x50 VA). · Relación de Corriente: 1-2/5A, 03 bobinas de corriente (3x30 VA).
Precisión	0,2 (bobina de tensión) y 0,2s (bobina de corriente)
Hilos	3 hilos

Medidor	<p>Electrónico multifunción de energía activa, reactiva e indicador de máxima demanda, 220 V, 5 A, C.P. 0,2S, 4 hilos, 60 Hz, tipo A-1800, serial RS485, etc.</p>
Estructuras.	<p>De CAC de 13/400/180/375. De F°G° y concreto armado vibrado, que son:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Bastidor tipo “L” de F°G° DE 270 x 60 x 60 x 6mm de Espesor Derecho e Izquierdo. · Brazo Tipo Riostra de F°G° DE 2456 x 50 x 50 x 6mm de Espesor-Derecho e Izquierdo.
Accesorios	<ul style="list-style-type: none"> · 01 PERFIL ANGULAR TIPO U DE 50X50X60X6mmX1500mm PARA SOPORTE CUT OUT · 01 media losa C.A.V. del tipo ML/1,30m/750Kg. Embone=300 mmØ
Caja Porta medidor	<p>Metálica de compartición doble tipo C2B de alto: 700mm, ancho: 340mm y fondo: 240mm cobre, con forro tipo NLT, de 4x2,5 y</p>
Cable de control	<p>mm² + NMT de 4x4 mm², que se instalaran embutidos en tubo de A°G° de 38 mmØ y 4,50m de longitud.</p>
Murete	<p>Construido de concreto y ladrillos tipo K-K, empastado instalado en la parte inferior junto al poste, donde se instalará el sistema de medición.</p>
Cimentación de poste	<p>Con bloque de concreto ciclópeo 1:8 de cemento: hormigón + 25 % de piedras medianas (Ø máx. = 127 mm); de dimensiones 1,80 x 0,90 x 0,90 m.; incluye solado de e = 0,10m.</p>
Vestimenta de la estructura	<p>Para el conexionado de los equipamientos en la estructura del Sistema de Seccionamiento, protección y Medición, a partir de las redes aéreas en 22,9 kV, se utilizará cable de cobre seco tipo, N2XSY de 18/30 kV de 50 mm² de sección (configuración 3Ø),</p>

asegurándose sus extremos con terminaciones tipo auto contraíble de 25 kV, para uso exterior de sección al cable de seco.

d) Red aérea de Media tensión

Tabla 18

Redes aéreas de media tensión

DETALLE	DESCRIPCION
Tensión nominal y frecuencia	22,9 kV – 60 Hz.
Sistema Adoptado	Aéreo, radial
Tipo de Distribución	3Ø (3 fases R, S y T), con 3 conductores vertical. Será de las siguientes características:
Tipo de Conductor	· Aleación de Aluminio tipo 6201, desnudo de 50 mm ² de sección (fases). · Cable seco tipo N2XSY de 50 mm ²
Protección	La Red de Media Tensión se protegerá mediante: · Puestas a tierra del tipo PAT-1, con varilla tipo Copperweld instalada verticalmente + aditamentos de bentonita (dosis 30 Kg), incluye caja de registro.
Galvanizado	En los materiales metálicos que lo requieran; será por inmersión en caliente y no deberá tener menos de 100 micras de e.p.; conforme a la norma ASTM A 123: Standard Specification for Zinc (Hot-Dip Galvanized) Coatings on Iron and Steel Products; y la norma ASTM A 90: Standard Test Method for Weight [Mass].

e) Subestación de Distribución

Tabla 19

Detalle de subestación de distribución.

DETALLE	DESCRIPCION
Tipo	Trifásico encapsulado tipo seco para interior en caseta.
Transformador de Distribución	De las siguientes características: <ul style="list-style-type: none"> · Potencia nominal: 50 kVA · Refrigeración : Ventilación Natural · Frecuencia : 60 Hz. · Relación : 22,9/0,40-0,23 kV – YNyn6 · Tensión de cortocircuito a 75°C: 4,0 % · Altitud de diseño: 1500 m.s.n.m. · Numero de bornes M.T./B.T.: ¾
	Protección
Instalación	En caseta consistentes, conteniendo: <ul style="list-style-type: none"> · 01 Celda de remonte de barras (ICET NR/B) 24kV, 3F, 60Hz. 01 celda de llegada y protección donde alberga a los seccionadores tripolares. · 01 una celda de salida y protección (ICET NFA) 24kV, 3F, 60Hz (con seccionador bajo carga en gas SF6, y base portafusibles.) con 03 fusibles de alto poder de ruptura, tipo HH 8 A. · 01 Celda de transformación 50 KVA, 22,9/0.40 - 0.23kV.
Potencia requerida	79.3 kW (Máxima Demanda proyectada)

f) Tableros de Distribución de Baja tensión

Tabla 20

Descripción de la distribución de baja tensión

DETALLE	DESCRIPCION
Tablero General	Se consideran 01 tableros de poliéster reforzado con fibra de vidrio.
Componentes	En el interior del tablero se ubicará: · Interruptor Termomagnético tipo regulable, principal, 3x(160) A, 690 V-36 kA
Cables	Tipo N2XOH de 3-1x25 mm ² + 1x16 mm ²
Tensión	380/220 V, sistema 3Ø – 4 hilos.
Protección Eléctrica	Interruptor termomagnético indicados; y su PAT.

g) Condiciones Ambientales

Tabla 21

Descripción de las condiciones ambientales

DETALLE	DESCRIPCION
Clima	Seco y estacionario.
Velocidad del viento normal	7 Km/h – 20 °C
Temperatura promedio	15 °C
Temperatura mínima	10 °C
Temperatura máxima	20 °C
Zonificación	Conforme al Plano ubicación, se ubica en zona urbana.
Altitud	1250 m.s.n.m.; para efectos de cálculos se considera 1500 m.s.n.m.
Grado de corrosión	Moderado (conforme a la Resolución OSINERGMIN N° 167-2012/OS-CD).

Nivel de contaminación	Conforme a la norma IEC 60815; se considera tipo II (Medio), con 20 mm/kV
Precipitaciones pluviales	Moderado y estacionario.
Polución del medio ambiente	Medio; pero se considera tipo 2 (IEC 60815).

3.3.3. Marco Normativo

3.3.3.1. Normatividad Eléctrica

El contenido del Proyecto se sustenta en base a las Normas Técnicas emitidas por el Ministerio de Energía y Minas y su Reglamento, el Código Nacional de Electricidad-Suministro 2011; y las normas y reglamentos internas de SEAL.

Los parámetros técnicos particularizados y correspondientes al presente Proyecto son:

- Máxima caída de tensión : 5,0%
- Factor de Potencia de la carga : 0,85 (inductivo).
- Pérdidas en distribución : 5,0 % de la carga total considerada; lo que permite la correcta evaluación de la potencia aparente del Transformador de Distribución.
- Evaluación de Potencias : En el transformador de distribución, con el objeto de determinar la potencia aparente en función de la potencia activa requerida por las cargas, se utilizará el factor de potencia inductivo igual a 0,85. (Ministerio de Energía y Minas, 2011)

3.3.3.2. Normatividad Ambiental

Los suministros a utilizar en el Proyecto deberán cumplir con las exigencias vigentes de las normas técnicas de Medio Ambiente y Calidad, de lo cual son responsables solidarios los fabricantes y proveedores; se les solicitará que presenten documentos certificados donde acreditan que los equipos cumplen con las referidas normas y que la naturaleza de los materiales o insumo(s) utilizado(s) en la fabricación de sus equipos suministrados se encontrarán dentro de los estándares internacionales permisibles con operación continua, en condiciones normales y durante su vida útil; y en caso de incumplimiento, se

efectuarán a los cambios o adecuaciones necesarias; lo cual no lo exime de responsabilidad de otros daños colaterales que pudieran haber producido los mencionados cambios.

Para efectuar las verificaciones pertinentes, se seleccionará al azar o a criterio del propietario el suministro a evaluar el cumplimiento de las Normas de Medio Ambiente; donde se debe demostrar que cumple con los valores mínimos permisibles conforme se indican en las Normas de Aplicación. Serán efectuadas con la presencia obligatoria del proveedor del equipo o dispositivo en particular. Una (01) copia certificada de dichos documentos se entregará a la Empresa Concesionaria para que pudiera proceder en los casos que considere necesarios y amerite la acción pertinente; con conocimiento y participación de los propietarios.

De acuerdo con la evaluación de la Máxima Demanda de Potencia, no se requiere o se planea la extracción de aguas subterráneas y/o el uso de recursos hídricos de ríos o de puquiales.

Sin embargo, de ser requerido más adelante la extracción de aguas subterráneas y/o el uso de recursos hídricos de ríos o de puquiales, previamente se obtendrá la correspondiente Resolución Administrativa de Otorgamiento de Licencia de Uso de Aguas, en cumplimiento a las normas D.L. N° 17752 y D.S. N° 025-2007-AG. Será responsabilidad de los interesados obtener el permiso y licencia de uso de referidos recursos hídricos, ante el Ministerio de Agricultura (ANA – ALA), antes de iniciar las obras, en caso de que en el futuro se habilite algún pozo de agua subterránea. (Ministerio de Agricultura, 2007)

3.3.3.3. Normatividad Cultural

Dado que la infraestructura civil del edificio será construida y el Proyecto eléctrico se desarrolla en vía pública, no es necesario realizar las gestiones para obtener su correspondiente Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos (CIRA). Tal como estipula el Art. 7.4, numeral 7.4.1 de la resolución viceministerial N° 037-2013-VMPCIC-MC que aprueba la Directiva 001-2013 VMPCIC “Normas y procedimientos para la emisión del Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos en el marco de los Decretos Supremos N° 054 y N° 060-2013-PCM. (Ministerio de Cultura, 2013)

Por lo indicado y considerando también el Decreto Supremo N° 003-2014-MC que aprueba el Reglamento de Intervenciones Arqueológicas Art. 57.4” Excepciones a la tramitación de CIRA sobre áreas urbanas consolidadas. (Ministerio de Cultura, 2014)

3.3.4. Demanda Máxima de Potencia

Tabla 22

Descripción de la demanda máxima de potencia

TABLERO GENERAL TG- 1				
440 V/3 FASES/60Hz				
Equipo		CANT.	Pot. Unit. (kW)	Total (kW)
1	C. Túnel de Refrigeración	1	47.46	47.46
2	C. Sala de Refrigeración	1	12.6	12.6
	C. Luces Emergencia y Bomba			
3	Conta Incendios	1	2.2	2.2
4	C. Reserva	1	2.5	2.5
SUB TOTAL:				64.76
TABLERO DEL TUNEL DE REFRIGERACION TG- 2				
440 V/3 FASES/60Hz				
Equipo		CANT.	Pot. Unit. (kW)	Total (kW)
1	C. Motores túnel 1-2	2	17.46	34.92
2	C. de cámaras 1-2	2	4.82	9.64
3	C. de Iluminación	4	0.1	0.4
4	C. Reserva	1	2.5	2.5
5	C. Fuerza	20	0.035	7.0
SUB TOTAL:				54.46
TABLERO DE LA SALA DE REFRIGERACION TG- 3				
440 V/3 FASES/60Hz				

Equipo		CANT.	Pot. Unit. (kW)	Total (kW)
1	C. Antecámara	1	3.11	3.1
2	C. Despacho	1	6.75	6.8
3	C. Iluminación	1	0.27	0.3
4	C. Reserva	1	2.5	2.5
5	C. Fuerza	20	0.035	7.0
SUB TOTAL:				19.6
TABLERO DE LA ZONA ADMINISTRATIVA TG-4				
440 V/3 FASES/60Hz				
Equipo		CANT.	Potencia (kW)	Total (kW)
	Zona Administrativa (m2)	210	0.025	5.25
SUB TOTAL:				5.25
TOTAL:				79.3

3.3.5. Distancias de Seguridad

Tabla 23

Descripción de las distancias de seguridad

DESCRIPCION	Conductor o cable aislado de BT (m)	Conductor Desnudo de MT (m)
Cuando los alambres, conductores o cables cruzan o sobresalen		
Carreteras y avenidas sujetas al tráfico de camiones.	6,5	7,0
Caminos, calles y otras áreas sujetas al tráfico de camiones.	5,5	6,5
Calzadas, zonas de parqueo y callejones.	5,5	6,5
Otros terrenos recorridos por vehículos, tales como cultivos, pastos, bosques, huertos, etc.	5,5	6,5

Espacios y vías peatonales o áreas no transitables por vehículos	4,0	5,0
Calles y caminos en zonas rurales	5,5	6,5

Cuando los alambres o cables recorren a lo largo y dentro de los límites de las carreteras u otras

fajas de servidumbre de caminos pero que no sobresalen del camino.

Carreteras y avenidas	5,5	6,5
Caminos, calles o callejones	5,0	6,0
Espacios y vías peatonales o áreas no transitables por vehículos.	4,0	5,0
Calles y caminos en zonas rurales	5,0	6,0
Caminos no carrozables en zonas rurales	4,5	5,0

Nota: Código Nacional Eléctrico, (2011)

3.3.6. Derechos de servidumbre y utilización de áreas permisibles

Las redes aéreas proyectadas de media tensión se han trazado en zona de accesos públicos y la Subestación se ha proyectado dentro de propiedad del propietario, en caso de afectar la propiedad de Terceros se coordinará con cada propietario afectado para el saneamiento respectivo.

Todas las instalaciones cumplen con las distancias mínimas de seguridad señaladas en el Código Nacional de Electricidad - Suministro 2011 actualmente vigente. Si fuera necesario será por cuenta del interesado, eximiendo de toda responsabilidad de SEAL S.A. (Código Nacional Eléctrico, 2011)

3.3.7. Postes

Los postes que se utilizarán en la Red de Distribución Primaria serán troncocónicos con secciones anulares, fabricados en concreto armado centrifugado y deben

cumplir con las Normas INDECOPI NTP 339.027 y la Norma DGE-015 PD "Postes, Crucetas y Ménsulas de Concreto Armado para Redes de Distribución" en cuanto al proceso de elaboración, requisitos de acabado, coeficiente de seguridad, tolerancias, extracción de muestras y métodos de ensayo. El acabado exterior de los postes debe ser homogéneo, sin fisuras, cangrejas ni escoriaciones, con una conicidad de 15 mm/m. El recubrimiento de las varillas de acero debe ser de al menos 25 mm. Los postes deben tener impreso en bajo relieve la marca del fabricante, el año de fabricación, la carga de trabajo y su longitud total a 3 metros por encima de la base. Se instalarán con una base de cimentación con dimensiones de 1,00 m de lado y 2,00 m de profundidad. (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual INDECOPI, 2020)

a) Características Generales

Los postes deberán tener las siguientes características técnicas:

Tabla 24

Características generales

CARACTERISTICA	VALORES
Longitud (m)	13
Diámetro del vértice (mm)	180
Diámetro de la base (mm)	375
Carga trabajo en la punta (Kg)	400
Peso (Kg)	1900
Coeficiente de seguridad	2
Garantía Fabricación (años)	10
Conforme al diseño del Proyecto, estos postes se utilizarán así:	
13m/400Kg/180/375mm	En la estructura tipo PMI-3, TSVE-3
13m/400Kg/180/375mm	En la estructura tipo PSVE-3

b) Protección y acabado de postes de Concreto

Para garantizar la protección de las varillas de acero y elementos metálicos (armadura) en su interior y evitar su deterioro por humedad, hongos, ácidos,

ambientes salitrosos, agentes externos del intemperismo y/o corrosión, la superficie exterior de los postes debe cubrirse completamente con inhibidores de corrosión y selladores de calidad reconocida. Estos inhibidores y selladores, que deben ser impermeabilizantes de alta calidad, se aplicarán de acuerdo con los procedimientos, aditamentos y cantidades especificados por los fabricantes en sus catálogos técnicos, utilizando al menos dos capas. Preferiblemente, los selladores e inhibidores de la corrosión deben ser aplicados por los mismos fabricantes de los postes de concreto. (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual INDECOPI, 2020)

c) **Protección Complementaria**

Además, para proteger la base de los postes contra la humedad, los hongos, los ácidos, ambientes salitrosos y agentes externos del intemperismo hasta una altura de 3,00 m, especialmente en la circunferencia donde se encuentran con el bloque de cimentación y la vereda, se deberá aplicar a su superficie pintura epoxy - alquitrán de hulla o un material similar (dos capas, con 4 mils e.p.s./capa). Esta pintura debe secarse adecuadamente para cumplir con los objetivos esperados. Esta protección también sirve como sellador en la zona de encuentro entre el poste y su bloque de cimentación o vereda. (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual INDECOPI, 2020)

3.3.8. Accesorios de Concreto

Se emplearán accesorios de concreto armado y vibrado para unir con los postes de concreto de 15 m. La superficie externa de estos accesorios será homogénea y sin fisuras, con un recubrimiento de concreto de al menos 30 mm. Además, se recubrirán completamente con selladores de alta calidad para evitar la entrada de humedad a las armaduras metálicas. (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual INDECOPI, 2020)

a) Media Losa de Concreto Armado Vibrado**Tabla 25***Medias losa de concreto armado vibrado*

CARACTERÍSTICA	DETALLE
Designación	MI/1,30m/750kg.
Longitud total	1,50 m.
Longitud eje poste – borde (Ln)	1,30m
Altura total	0,30m
Ancho de losa (máximo)	0,60m
Ancho perfil - soporte (mínimo)	0,10m
Diámetro interior de embone	0,35m
Espesor mínimo del embone	0,05 m
Espesor mínimo de losa	0,05 m
Carga de trabajo vertical	750 kg
Material	Concreto Armado

3.3.9. Perfil y Brazo Riostra de Fierro Galvanizado

La presente especificación cubre las condiciones técnicas requeridas para la fabricación, pruebas

y entrega de los perfiles angulares de acero galvanizado que se utilizarán en la red primaria. Serán metálicas, para el poste de 15 m. Toda la superficie externa será homogénea, la soldadura deberá uniforme, no tener rebaba y el galvanizado en caliente con una capa mayor o igual a 100 micrones de recubrimiento. (Ojeda Quispe, 2016)

Tabla 26

Datos técnicos garantizados, perfiles angulares de F°G°

ÍTEM	CARACTERÍSTICAS	UNID.	VALOR REQUERIDO
1	Perfiles Angulares		
1.1	Fabricante		
1.2	Norma de fabricación		ASTM A36
1.3	Material		Acero Estructural A36
1.4	Ubicación de poste		Derecho Izquierdo
1.5	Dimensiones		
1.5.1	Longitud total	mm	2700
1.5.2	Ancho de perfil “L”	mm	60
1.5.3	Espesor	mm	6
1.6	Numero de datos		1
1.7	Resistencia de tracción	Mpa	362
1.8	Galvanización de perfiles		ASTM A.153-82

3.3.9.1. Conductores y Cables

Deberán cumplir con la Normas RD-026-2003-EM/DGE, INDECOPI NTP 370.050 e IEC 502. Y se utilizarán los siguientes conductores: De Aleación de Aluminio, temple duro - 19 hilos; de cobre, temple duro – 07 hilos; de cobre, temple blando – 07 hilos y cables de energía N2XOH 18/30 kV. (Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual INDECOPI, 2020)

a) Conductores de cobre

conductors, hard, medium hard or soft.

Tabla 27

Descripción de los conductores de cobre

CARACTERISTICA	DESCRIPCION			
Sección (mm ²)	35	50	35	35
Tipo	Recoc.	Duro	Duro	Recoc.
Hilos del conductor	7 19	7	7	
Ø nominal hilos (mm)	2,52	1,77	2,52	2,52
Ø nominal externo	7,56	8,90	10,0	10,0
Carga rotura mín. (kN)	13,6	18,8	13,6	13,6
Peso total (kg/Km)	310	424	354	375
Resist. a 20 °C (Ω/Km)	0,51	0,395	0,534	0,51
Chaqueta exterior	Desn.	Desn.	CPI	THW

b) Conductores de puesta a tierra

El conexionado de las puestas a tierra se efectuará con conductor de cobre electrolítico de 99.9% de pureza, de conductibilidad 96.16% IACS (mínimo), de 35 mm² de sección, cableado concéntricamente. (Ojeda Quispe, 2016)

c) Conductores de MT

Tabla 28

Características Eléctricas - Conductores principales Redes M.T.

CARACTERISTICA	DESCRIPCION	
Tipo de conductor	Cu	CPI
Sección del conductor (mm ²)	50	35
Resistencia 20°C (Ω/Km)	0,395	0,534
Capacidad de Corriente (A)	277	240

d) Cables de Energía de BT

En base a lo indicado en el documento de factibilidad, la concesionaria indica realizar las bajadas desde la red a los bushing del transformador mixto de medida con cable seco tipo N2XSY; en base a lo anterior, las bajadas a este equipo y a los demás considerados en el presente proyectado, se realizarán con el referido cable de 50 mm² de sección.

Para asegurar las uniones a la red aérea, se emplearán conectores tipo doble vía de 02 pernos, bimetálicos, de acuerdo con las secciones de los conductores de Al y Cu; estas uniones se cubrirán y aislarán debidamente con cintas autovulcanizantes (autosoldables) y aisladoras de PVC de alta performance que deberá alcanzar hasta la parte del cable N2XSY que se ha de cortar y poder realizar el empalme.

Tabla 29

Característica del Conductor

CARACTERÍSTICAS	DETALLE
Tipo	N2XSY
Sección	50 mm ²
Numero de Hilos	19
Diámetro del conductor	8,15 mm
Espesor del aislamiento	8,0mm
Espesor de la cubierta	2,0mm
Diámetro exterior	33,5mm
Tensión nominal de trabajo	18/30 kV
Peso	1367 kg/km
Temperatura de operación	90°C
Corriente Nominal F.C.<=0.75	186 A
Resistencia a 20°C (ohm/km)	0,387
Profundidad de Instalación	1,000mm

Para el cálculo de baja tensión se requiere la utilización de los tableros de distribución bajo el cálculo para lo cual tendremos las particularidades de Al tratarse de un de una instalación alimentada desde un centro de transformación propio, se puede considerar el origen de la instalación la salida de baja tensión del transformador, y así poder admitirse caídas de tensión hasta 4.5%. (Ojeda Quispe, 2016)

Siendo la máxima caída de tensión admisible:

$$Vn * \frac{4.5}{100} = \text{Tension admisible} \quad (13)$$

Donde:

V_n = Tensión Nominal (Trifásica y/o Monofásica)

Tabla 30

Características de la caída de tensión

TENSION NOMINAL	CAIDA DE TENSION ADMISIBLE
220 – Monofásica	9,9 [V]
380 - Trifásica	17.1 [V]

Fórmulas que se para el cálculo de la corriente :

Monofásica:

$$I = \frac{P}{V * \text{Cos}\varphi} \quad (14)$$

Donde:

I: Corriente

P: Potencia Máxima de la Línea

V: Tensión de la Línea (220)

Cos φ : Factor de potencia

Trifásica

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \text{Cos}\varphi} \quad (15)$$

Donde:

I: Corriente

P: Potencia Máxima de la Línea

V: Tensión de Línea (380)

Cos φ : Factor de potencia

Fórmulas que se utilizaron para el cálculo de caída de tensión:

Monofásico:

$$\varepsilon = \frac{2 * P * L}{K * V * S} \quad (16)$$

$$\varepsilon[\%] = \frac{S * 100}{V_n} \quad (17)$$

Donde:

S = Caída de tensión en V.

ε (%) = Caída de tensión en valor porcentual.

P= Potencia máxima de la línea.

L= Longitud de la línea

V= Tensión nominal de la línea S= Sección del conductor

K= Conductividad eléctrica del conductor, Cu

Trifásico:

$$\varepsilon = \frac{P * L}{K * V * S} \quad (18)$$

$$\varepsilon[\%] = \frac{S * 100}{V_n} \quad (19)$$

Donde:

S = Caída de tensión en V.

ε (%) = Caída de tensión en valor porcentual.

P= Potencia máxima de la línea.

L= Longitud de la línea

V= Tensión nominal de la línea S= Sección del conductor

K= Conductividad eléctrica del conductor, Cu. (Ojeda Quispe, 2016)

Fórmulas que se utilizaron para el cálculo de resistividad eléctrica del conductor:

$$K = \frac{1}{r} \quad (20)$$

La resistividad eléctrica depende de la temperatura de trabajo para ello utilizaremos la siguiente formula:

$$r = r_{20} * [1 + \alpha * (T - 20)] \quad (21)$$

$$T = T_0 + [(T_{\max} - T_0) * \left(\frac{1}{I_{\max}}\right)^2] \quad (22)$$

K= Conductividad del conductor a la temperatura T

r=Resistividad del conductor a la temperatura T

r₂₀=Resistividad del conductor a 20°C (Cu=0.01724)

T=Temperatura del conductor

T₀=Temperatura ambiente

T_{max}=Temperatura máxima admisible del conductor(XLPE=90°C o PVC=70°C)

I=Intensidad prevista por el conductor

I_{max}= Intensidad máxima admisible del Conductor. (Ojeda Quispe, 2016)

Calculo Eléctricos de Conductores:

a. Tablero de distribución TG1

Tabla 31

Descripción de la distribución TGI

Circuito	Longitud (m)	Potencia (KW)	I (A)	Sección (mm ²)	Caída de Tensión (%)
C. Túnel de Generación	38	47.46	98,71	50	0.46%
C. Sala de Refrigeración	20	12.6	21.56	4	0.63%
C. Luces de Emergencias y Bombas Contra Incendios	30	2.2	5.84	2.5	1.61%

b. Tablero de distribución TG2

Tabla 32

Distribución TG2

Circuito	Longitud (m)	Potencia (kW)	I (A)	Sección (mm2)	Caída de Tensión (%)
C. Motores túnel 1-2	40	34,92	67,05	25	0,87%
C. de Cámara 1-2	40	4,82	12,33	2.5	1.63%
C. de Iluminación	34	4,32	10,27	2.5	1,88%
C. Reserva	14	2.5	5,19	2.5	0.88%

c. Tablero de distribución TG3

Tabla 33

Descripción TG3

Circuito	Longitud (m)	Potencia (W)	I (A)	Sección (mm2)	Caída de Tensión (%)
C. Antecámara	14	3.1	7,81	2.5	0.745
C. Despacho	12	6.75	17,76	4	1,61%
C. de Iluminación	24	2,7	10,01	2.5	1.66%
C. Fuerza	15	7.0	18,64	4	0,67%

d. Tablero de distribución TG4

Tabla 34

Descripción TG4

Circuito	Longitud (m)	Potencia (W)	I (A)	Sección (mm2)	Caída de Tensión (%)
C. de Iluminación	20	2.0	5,53	2,5	1,73%
C. de Fuerza	17	3.25	7,87	2,5	1,98%

e) Pruebas

El suministro de los conductores y cables de energía incluirá el compromiso del proveedor de presentar al propietario tres (03) copias certificadas de los documentos que acrediten que se han realizado todas las pruebas especificadas en las Normas Técnicas vigentes y pertinentes, y que los resultados obtenidos cumplen con la presente especificación y la oferta del postor. El costo de realizar estas pruebas estará incluido en el precio cotizado por el proveedor y/o postor. (Aramburu-Pardo Figueroa, 2017)

f) Garantía de Calidad Técnica

La garantía de calidad técnica, que obliga a reemplazar el material en caso de fallas relacionadas con el diseño o el proceso de fabricación, tendrá una duración de 2 años desde la fecha de recepción en los almacenes. (Aramburu-Pardo Figueroa, 2017)

3.3.9.2. Retenidas de Media Tensión

Se utilizarán retenidas de anclaje del tipo contrapunta que están conformados por los siguientes componentes:

a) Abrazaderas de 4 sectores

Tabla 35

Características de abrazaderas de 4 sectores.

Característica	Detalle
Material	A°G° en caliente.
Dimensiones	Ø 200mm x75 mm de ancho; 6.35 mm espesor.
Carga Mínima de Rotura	70kN
Cantidad	01 Unid.
Pernos de Ajuste	04 (cito) de 12,7mm x 63.5mm con arandelas

b) Enlace Metálico

Tabla 36

Características del enlace metálico

Característica	Detalle
Material	A°G° en caliente.
Dimensiones	254mm x75 mm de ancho; soldada en un extremo y con una separación de 38 mm en el otro.
Carga Mínima de Rotura	70kN
Cantidad	01 Unid.

c) Cable

Tabla 37

Características del cable

Característica	Detalle
Material	A°G° Siemens Martin.
Cantidad de Hilos	1 x 7 hilos.
Diámetro	10mm
Cantidad	15 m.

d) Aislador tipo Suspensión Polimérico

- Deberán satisfacer los requerimientos de las normas IEC 60857, 61109, ASTM A153/A153M con las siguientes características básicas:
- Tensión nominal de operación de 36 kV, en cumplimiento a la RD-198-2012-EM/DGE. (Bernard, 2018)

e) Mordaza Preformada

Tabla 38

Características de la mordaza perforada

Característica	Detalle
Norma de fabricación	ASTM A 475-89 Clase B
Material	De A°G°, grado Extra High Strenght
Dimensiones	De 2 x 787 mm de longitud y de 7 hilos, para preformar cable de 10mmØ
Carga mínima rotura	5 080 kg.
Tipo y ajuste	De 7 hilos, con dobles intermedio, cubierto interiormente con elemento de adhesión que permite el adecuado encaje del preformado; para ajuste automático al instalarse, de acuerdo al avance del preformado.
Acabado	"Peinado" de las puntas del preformado al cable de retenida, con el uso de alicate
Cantidad	02 Unid.

Nota: Ulises, (2019).

f) Canaleta Protectora

Tabla 39

Características de la canaleta protectora.

Característica	Detalle
Material	Platina de A°G° y moldeado en caliente.
Dimensiones	2,40 m. de altura x 1,60 mm de espesor
Ajuste	Con platina de A°G° de dimensiones de 1x25,4x3,2mm y 01 perno, con tuerca y arandela de A°G°.
Cantidad	01 Unid.

g) Varilla de Anclaje

Tabla 40

Características de la varilla de anclaje

Característica	Detalle
Material	A°G°. en caliente
Dimensiones	2,40 m. de longitud x Ø 16 mm

Forma	Con ojo (acanalado de forma de guardacabo) en un extremo, de \varnothing 25,4 mm interior; y rosca en otro extremo, tipo universal de 10 mm de longitud.
Cantidad	01 Unid.

h) Zapata de Anclaje

Tabla 41

Características de la zapata de anclaje

Característica	Detalle
Material	Concreto armado vibrado
Dimensiones	0,50 x 0,50 x 0,20 m.; forma cuadrada; con agujero pasante central de 25mm \varnothing
Cantidad	01 Unid.

i) Alambre de Amarre

Tabla 42

Características del alambre de amarre

Característica	Detalle
Material	A°G°. en caliente
Sección	N°16
Cantidad	01 Unid.

3.3.9.3. Zanjas y Cruzadas para la Instalación de Cables de MT

Tabla 43

Descripción de las zanjas y cruzadas de instalación

Material	Zanja	Instalación
Ductos de concreto vibrado de 1,00m de longitud, de cuatro vías de 90 mm de diámetro.	De 0,60m de ancho y 1,20m de profundidad para cruzadas de cuatro Vías perfectamente alineadas y considerando un desnivel para Esguerramiento de aguas pluviales.	Los ductos irán sobre un solado de concreto, mezcla de 1:8 de 0,05 mm de espesor, y luego de su tendido, se cubrirán desde el solado, con arena fina de 0,30 cm de espesor en donde colocará una hilera continua de ladrillos y a 0,20cm, se colocará la cinta señalizadora de color rojo, el resto de la zanja se rellenará con material propio sin pedrones, compactándose convenientemente por capas de 0,25m.

3.3.9.4. Puesta a Tierra

Se ha considerado la instalación de puestas a tierra en todas las estructuras de Red Primaria en Media Tensión; atendiendo las recomendaciones de OSINERGMIN que son concordantes con el CNE – S (Reglas 123.A, 215 Nota1 y 215.C1).

Se instalarán 04 sistemas de puesta a tierra en la estructura de armado tipo PMI-3, una para la ferretería de M.T.; la segunda será para los pararrayos en enlace equipotencial; la tercera será para Trafomix (masas metálicas y ferretería) y la cuarta será para el lado de baja tensión (tablero de control del relé, para el medidor y caja portamedidor.

En la subestación en caseta, se instalarán 03 sistemas de puesta a tierra: una para la celda remonte de barras y la celda de llegada y protección en M.T.; la segunda para celda de transformación y la parte metálica asociados al transformador S.E., y la tercera para para el tablero general de B.T.; los conductores de enlace equipotencial del equipamiento interior serán con conductor aislado del tipo N2XOH.

a) Componentes de Puesta a Tierra

Cada puesta a tierra tendrá los siguientes elementos:

Tabla 44

Componentes de puesta de tierra

COMPONENTE	CARACTERISTICA
Conductor	Será de Cu. de 35 mm ² desnudo y forrado temple blando, cableado; y forrado tipo CPI (WP) temple duro. Para la puesta a tierra de los tableros generales de distribución se ha considerado conductor de Cu desnudo temple blando de 50 mm ² .
Discriminación	Se distinguirá el uso de los conductores cuando dos puestas a tierra recorren o van juntos por el interior del poste de c.a.c.; y entre ellos se deberá observar un adecuado aislamiento. Por tanto, se aplicará el conductor desnudo de P.T. en el conector de masas metálicas en M.T.; y el conductor

	<p>forrado tipo CPI (WP) de P.T. exclusivamente en el conexionado de los pararrayos.</p>
Conector AB	<p>Será del tipo Anderson Electric – AB; sus dimensiones totales serán 72x24x30 mm; de bronce encobrizado de alta conductividad eléctrica y alta resistencia a la corrosión; con prisionero de bronce al silicio (DURIUM) con tuerca de presión; cantidad: 01 und.</p>
Conec. de Derivación	<p>Serán de Cu. o cadmiados, para empalmar derivaciones del cable de puesta a tierra; del tipo perno partido, fabricados de material adecuado, para conductor de Cu. de secciones de hasta 35 mm².</p>
Electrodo	<p>Se deberá cumplir con las prescripciones del CNE-S, Reglas 034.B.4.a y 034.B.4.b; por lo que deberá tener 16 mm. de Ø x 2,4 m de longitud, fabricado de varilla de sección circular con núcleo de acero SAE 1045 y revestida con una gruesa capa exterior de cobre electrolítico.</p> <p>La capa exterior de cobre electrolítico deberá tener un espesor mínimo de 2,5 mm., aplicado mediante proceso de soldadura atómica (COPPERWELD); cantidad requerida por cada puesta a tierra: 01 und.</p> <p>El diámetro del electrodo de puesta a tierra se medirá sobre la superficie de cobre y se admitirá las tolerancias + 0,2 mm y – 0,1 mm. La longitud se medirá de acuerdo con lo indicado en los planos del proyecto y se admitirá las tolerancias + 5 mm y –0,05 mm.</p> <p>Si se instala más de una puesta a tierra en una misma estructura, se deberá cumplir con las prescripciones de la Regla 034.B.2b del CNE-S; es decir, c/u deberá tener su electrodo independiente y la separación entre varillas no será menor a 2.0 m.</p>
Platinas “J”	<p>De cobre electrolítico de 130 x 40 x 3mm, con doblez a 100 mm y agujero de 10mm Ø; y se aplicarán en la conexión de conductor de cobre de 35 mm² de puesta a tierra a las partes</p>

	metálicas no sometidas a tensión voltaica (derivación a tierra), que se ajustará a la base metálica asociada a estos.
Tratamiento	Previo al aterrado de la varilla Copperweld se deberá tratar la tierra, utilizando tierra vegetal + 30 kg. de bentonita; cantidad: 01 dosis (50 kg.)
Bentonita	Es un compuesto químico que contiene sales diluidas (soda cáustica), bentonita sódica y silicato de sodio (gel) o cualquier otro, con un PH Neutro, y la propiedad de tener una buena absorción y retención de la humedad
Tubo de PVC-SAP	Se evitará el contacto directo del conductor de Cu. de 35 mm ² . con el concreto de cimentación cuando sale por la parte inferior del poste; se usará tubo de PVC SAP de 19mm x 3 m. acoplado a curvas de PVC- SAP; cantidad: 01 und.
Tubo de A°G	Para proteger físicamente al conductor de Cu. de 35 mm ² de sección, cuando se instale la puesta a tierra por el exterior del poste, se protegerá con tubo de A°G°. de 25mm Ø x 4,5 m. (se ajusta con flejes de cinta tipo Band It de 19mm de ancho + hebillas de sujeción); cantidad: 01 cjt.
Caja de Concreto	Se colocará una caja de concreto armado de forma cilíndrica, de Ø exterior mayor 396mm x 300mm de alto, y se adosará una tapa con parapeto de Ø exterior 346mm x 25mm de alto, la cual protegerá el pozo a tierra; se tendrá cuidado de colocarle un asa de AoCo. para manipulación de la tapa; ésta caja permitirá el registro de mediciones y mantenimiento adecuado de la puesta a tierra; cantidad: 01 cjt.

Nota: Ulises, (2019).

3.3.10. Subestación y Equipo Electrógeno

a) Características de obras civiles

Dado que el edificio es una estructura nueva se construye la caseta para la subestación, cuenta con un área de 7,50 m², cuyas dimensiones exteriores son 3,0 m x 2.5 m y 3,00 m de altura. Provista de una puerta de metal con ventanas tipo persianas para ventilación natural. Asimismo, en la caseta se ha provisto la construcción de una canaleta para ingreso de los cables de energía entre celdas. En la parte frontal de la caseta se dispone de una ventana para ventilación natural de 3m x 0.5m de tal manera que se cuente con un sistema óptimo de refrigeración.

b) Celda de Remonte y de llegada de protección

Consiste básicamente en 01 celda de remonte de barras modelo ICET NR/B, 03 indicadores luminosos de presencia de voltaje con aisladores capacitivos modelo S/M.

La celda de salida está compuesta de los siguientes materiales:

- 03 terminales interiores de cable unipolar de 30 KV de 1 x 50 mm², 3M
- Sistema de barras
- Porta-fusibles
- Indicador de presencia tensión
- Seccionador de tierra aguas abajo de los fusibles
- Bloqueo de llave ST abierto
- Bloqueo de llave ST cerrado
- Interruptor de maniobra-seccionador (IMS)
- Seccionador bajo carga y seccionador de tierra (ST) aislados en SF₆
- Mecanismo de operación manual tipo S
- Bobina de apertura para IMS
- Señalización mecánica del pestado de los fusibles Ventana de inspección.
(Bernard, 2018)

c) Celda Modular de Transformador

Las celdas están formadas por estructuras metálicas prefabricadas con aislamiento en aire. Son de configuración "metal enclosed" y contienen unidades de maniobra y/o seccionamiento de energía eléctrica de los circuitos, utilizadas en subestaciones eléctricas de hasta 36kV. Estas celdas son modulares y extensibles hacia la derecha o izquierda, autosportadas, y están fabricadas con estructuras de planchas de hierro LAF dobladas, con soportes laterales y estructuras de 2.5 mm, y puertas y tapas de hasta 2 mm de espesor.

El grado de protección estándar es IP2X, y el color es RAL 7032 o el especificado por el usuario. Antes de ser pintadas, las superficies metálicas pasan por un proceso de arenado comercial. Las celdas que contienen equipos de protección, medición y control cuentan con un compartimento de baja tensión con su propia puerta, separada de la puerta que da acceso a la zona de media tensión. (Romero Dominguez, 2014)

d) Transformador (50 MVA)

La placa característica estará dada por:

- Potencia nominal
- Número de fases
- Frecuencia
- Tensiones
- Conexión en primario
- Conexión en secundario
- Grupo de conexión.
- Método de enfriamiento.
- Nivel de aislamiento.
- Tensión de cortocircuito en % a 75°C y a temperatura ambiente.
- Peso de aceite.
- Peso de la parte activa.

- Peso total.
- Altura de trabajo m.s.n.m.
- Año de fabricación y número de serie de la unidad.
- Diagrama de conexiones interiores.
- Identificación de las fases, visible a 1 metro.

Deberá tener los siguientes accesorios normales:

- Medidor de nivel de aceite.
- Grifo de vaciado.
- Perno de puesta a tierra.
- Caja de borne de baja tensión con fusibles tipo DZ para la protección de los circuitos de medición.
- Asa de suspensión.
- Placa de datos, ubicado en un lugar visible, conteniendo las características técnicas principales del Trafomix. (Campos Gómez & Martínez Roque, 2019)

Tabla 45

Datos técnicos garantizados, transformador

Nº	CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	VALOR REQUERIDO
1.0	DATOS GENERALES		
1.1	Fabricante		
1.2	Pais De Fabricación		
1.3	Numero De Fases		3
1.4	Altitud De Instalación	msnm	1000
1.5	Norma De Fabricación		IEC 60076-11

2.0 DATOS NOMINALES Y CARACTERISTICAS

2.1	Frecuencia Nominal	Hz	60
2.2	Potencia Nominal Onan	MVA	50
2.3	Alta Tension Nominal En Vacío	KV	23+- 2x 5%
2.4	Baja Tension Nominal En Vacío	KV	0,40-0,23
2.5	Clase De Aislamiento Prim/Sec.		F/F
2.6	Nivel De Aislamiento Primario	KV	24/50/125
2.7	Nivel De Aislamiento Secundario	KV	1.1/3. 0
2.8	Grupo De Conexión		YNyn6
2.9	Tension De Corto Circuito A 75 °c	%	6
2.10	Montaje		INTERIOR
2.11	Nivel De Descargas Parciales	pC	< 10
2.12	Material De Bobinado Prim./Sec.		AI/AI
2.13	Temperatura Ambiental	°C	40
2.14	Método De Aislamiento Mt/Bt		Encapsulado/ Impregnado

3.0 MASAS, DIMENSIONES Y ESQUEMAS

-	Masa De Una Unidad	Kg	550
-	Masa De La Caja Embalada Para Transporte	Kg	25
Dimensiones:			
-	A	mm	1080
-	B	mm	655
-	C	mm	1130

e) Grupo Electrógeno

Potencia requerida:

Con una demanda máxima de 80kW, necesitaremos un grupo eléctrico que pueda suministrar al menos 100kVA (considerando un factor de potencia de 0.8). Es recomendable añadir un margen de seguridad del 20% para futuros crecimientos, lo que nos llevaría a buscar un equipo de aproximadamente 120kVA.

Tipo de operación:

Al ser una fuente de respaldo con actuación manual, no necesitamos un equipo diseñado para funcionamiento continuo. Un modelo de standby será suficiente.

Condiciones ambientales:

La altitud de 2100 metros sobre el nivel del mar es un factor importante, ya que afectará el rendimiento del motor. Necesitaremos un equipo que pueda operar eficientemente a esta altitud.

Combustible:

La capacidad de almacenamiento de 500 litros (25 bidones de 20 litros) es adecuada para un funcionamiento de emergencia.

Normativas, espacio y ruido:

El espacio disponible es suficiente para la instalación. Al ser una zona rural, los requisitos de ruido son menos estrictos, pero aun así debemos cumplir con el Código Nacional de Electricidad

Mantenimiento y presupuesto:

Buscaremos un modelo que ofrezca un buen equilibrio entre costo inicial y mantenimiento a largo plazo.

Basado en estos requisitos, se considera el siguiente modelo de Caterpillar:

Caterpillar DE150E0 - Grupo Electrónico Diésel

- Potencia Standby: 150 kVA / 120 kW
- Motor: Caterpillar C7.1
- Frecuencia: 60 Hz (estándar en Perú)
- Voltaje: 220/380V (trifásico)
- Nivel de ruido: 76 dBA a 7 metros (aceptable para zona rural)
- Dimensiones aproximadas: 3.5m x 1.3m x 2m (cabe perfectamente en el espacio disponible)

Este modelo ofrece:

Potencia suficiente incluso considerando la altitud.

Diseño robusto para operación de respaldo.

Buen rendimiento en las condiciones ambientales especificadas.

Cumple con las normativas de emisiones.

Tamaño compacto que se ajusta al espacio disponible.

Mantenimiento relativamente sencillo, con intervalos de servicio extendidos.

El precio más concreto para el caso crítico incluiría:

El grupo electrógeno Caterpillar DE150E0 con todas las opciones premium.

- Un panel de control avanzado con capacidades de monitoreo remoto.
- Sistema de insonorización de alta calidad.
- Tanque de combustible de mayor capacidad.
- Costos de transporte e importación elevados.
- Margen para fluctuaciones desfavorables en el tipo de cambio.
- Posibles costos adicionales debido a la escasez de componentes o retrasos en la cadena de suministro.

3.3.11. Equipos de Protección

a) Cálculos de pozos a tierra

Se utiliza el CNE para la elección de las protecciones de puesta a tierra pero para realizar un cálculo más preciso del sistema de puesta a tierra, necesitaríamos la siguiente información del sistema eléctrico:

Voltaje del sistema:

Nivel de tensión en media tensión (MT) y baja tensión (BT). 22.9kV/0.4-0.38kV

Potencia del transformador:

Capacidad en kVA del transformador de la subestación. 50MVA

Tensión de cortocircuito:

Valor máximo 6%.

Tiempo de despeje de falla: 500ms

Factor X/R del sistema: Inductivo 0.8

a disponible para la malla de tierra:

Profundidad de enterramiento deseada para la malla: un metro

Material del conductor de la malla: Cobre

a útil esperada de la instalación:

Carga conectada: 80kW

Con esta información se calcula:

Calcular la corriente de falla máxima que fluiría por el sistema de puesta a tierra.

Determinar la sección transversal mínima del conductor de la malla para soportar esta corriente.

Diseñar la geometría de la malla (espaciamiento entre conductores, número de varillas, etc.).

Calcular la resistencia de puesta a tierra resultante.

Verificar los voltajes de paso y de contacto para garantizar la seguridad.

Optimizar el diseño para cumplir con los requisitos del Código Nacional de Electricidad de Perú.

Dado que la resistividad del suelo varía entre 20 a 150 ohm-metro, sería prudente realizar el cálculo para el peor caso (150 ohm-metro) para asegurar que el sistema sea efectivo en todas las condiciones.

1. Cálculo de la corriente de cortocircuito:

$$I_{cc} = (100 * 50MVA) / (\sqrt{3} * 22.9kV * 6\%) \approx 21.05 kA$$

2. Factor de decremento: Para $t = 500ms$ y factor X/R asumido de 20 (basado en

el factor de potencia 0.8): $Df = \sqrt{1 + \left(\frac{T}{2t}\right) * \left(1 - e^{-\frac{2t}{T}}\right)}$

Donde

$$T = X/(2\pi fR) \approx 20/(2\pi * 60) = 0.053$$

$$Df \approx 1.12$$

3. Corriente de falla efectiva: $I_f = 21.05 \text{ kA} * 1.12 \approx 23.58 \text{ kA}$
4. Sección del conductor de la malla: Usando la fórmula de Onderdonk para cobre:

$$A = (I / 197.4) * \sqrt{(t/\ln((T_m - T_a)/(234 + T_a) + 1))}$$

Donde: $T_m = 1084^\circ\text{C}$ (temperatura de fusión del cobre)

$T_a = 40^\circ\text{C}$ (temperatura ambiente asumida)

$$t = 0.5\text{s}$$

$A \approx 78.5 \text{ mm}^2$ Redondeamos a 95 mm^2 (3/0 AWG) para mayor seguridad.

5. Diseño preliminar de la malla: Asumiendo un área de $20\text{m} \times 20\text{m}$ para la subestación:
 - Espaciamiento entre conductores: 2m
 - Número de conductores en cada dirección: 11
 - Longitud total de conductor horizontal: 440m
 - Número de varillas: 25 (en las intersecciones del perímetro)
 - Longitud de cada varilla: 2.4m
 - Longitud total de varillas: 60m
6. Longitud total del conductor: $L = 440\text{m} + 60\text{m} = 500\text{m}$
7. Cálculo de la resistencia de puesta a tierra: Usando la fórmula de Sverak:

$$R = \rho [1/L + 1/\sqrt{(20A)}] [1 + 1/(1 + h\sqrt{(20/A)})]$$

Donde:

$$\rho = 150 \Omega \cdot \text{m} \text{ (peor caso)}$$

$$A = 400 \text{ m}^2$$

$$h = 1 \text{ m}$$

$$R \approx 1.67 \Omega$$

8. Voltajes de paso y contacto: (Cálculos simplificados) Voltaje de paso máximo: $E_s \approx (\rho * K_s * K_i * I_f) / L_s$ Voltaje de contacto máximo: $E_t \approx (\rho * K_m * K_i * I_f) / L$ Donde: K_s y K_m son factores geométricos que dependen del diseño de la malla K_i es el factor de irregularidad L_s es la longitud efectiva del conductor para voltaje de paso Estos valores deben compararse con los límites tolerables según el Código Nacional de Electricidad de Perú.

Conclusiones y recomendaciones:

1. La resistencia de puesta a tierra calculada (1.67Ω) es excelente y cumple con los requisitos más estrictos.
2. El conductor de 95 mm^2 (3/0 AWG) es adecuado para la corriente de falla calculada.
3. La malla de $20\text{m} \times 20\text{m}$ con espaciamiento de 2m entre conductores proporciona una buena cobertura.
4. Las 25 varillas de 2.4m en el perímetro ayudan a reducir la resistencia y mejorar el desempeño del sistema.

Por razones de costos, se usará principalmente las recomendaciones del CNE para no sobredimensionar las protecciones y mantener un margen de costo-seguridad

b) Protección de la subestación

El Seccionador fusible unipolar será de tipo CUT-OUT unipolar para montaje exterior como elemento de seccionamiento y protección.

Su cuerpo será de porcelana de apertura manual con pértiga y automática al fundirse el fusible; su cierre superior será a prueba de aberturas accidentales.

Tendrán los accesorios necesarios para su fijación, aptos para perfil de F°G° tipo “U” y se montará en la estructura de armado tipo PMI-3 del sistema de medición. (Romero Dominguez, 2014)

Tabla 46

Características de la protección de la S.E.

CARACTERISTICA	VALOR
Tensión Nominal	27kv
Corriente Nominal	100 ^a
BIL (Nivel de Aislamiento)	150kv
Terminales de Cobre	Para Conductor De 50 Mm2
Capacidad de Interrupción	10 Ka
Fusible tipo Chicote	Tipo K
Peso	11,34 kg

c) Pararrayos

Se utilizarán pararrayos del tipo Poliméricos. Los Pararrayos serán conectados en el sistema y operarán cuando se presente una sobre- tensión de determinada magnitud, descargando la corriente a tierra.

La función del pararrayo no es eliminar las ondas de sobretensión presentadas durante las descargas atmosféricas sino limitar su magnitud a valores que no sean perjudiciales para las máquinas del sistema. (Romero Dominguez, 2014)

Tabla 47

Características del pararrayos

Nº	CARACTERISTICAS	UNID AD	VALOR REQUERIDO
1.0	Fabricante		
2.0	Numero O Código Del Catalogo Adjunto		
3.0	Modelo O Código Del Aislador (Según Catalogo Adjunto)		
4.0	Pais De Fabricación		
5.0	Norma De Fabricación Y Pruebas		ANSI C-7.42
6.0	Instalación		EXTERIOR
7.0	Corriente Nominal	A	100
8.0	Tension Nominal Del Equipo	kV	27
9.0	Corriente De Cortocircuito Simétrica	KA	5,0
10.0	Corriente De Cortocircuito Asimétrica	kA	8,0
11.0	Nivel De Aislamiento		
11.1	Tension De Sostenimiento A La Onda De Impulso (Bil), Entre Fase Y Tierra Y Entre Fases	kVp	150
11.2	Tension De Sostenimiento A La Frecuencia Industrial	KV	70

	Entre Fases, En Seco, 1 Min		
11.	Tension De Sostenimiento A La Frecuencia	kV	60
3	IndustrialEntre Fase Y Tierra, Humedo, 10 S		
12.	Material Aislante Del Cuerpo Del Seccionador		PORCELANA
0			
13.	Longitud De Linea De Fuga Mínima (Fase-	mm	625
0	Tierra)		
14.	Dimensiones (Adjuntar Planos)	mm	
0			
15.	Material Del Tubo Portafusible		FIBRA DE
0			VIDRIO
16.	Masa Del Seccionador – Fusible	kg	
0			
17.	Color Del Aislador		
0			

3.3.12. Conectores para Derivación

3.3.12.1. Tipo Doble vía

Se utilizarán conector doble vía fabricados de material apropiado para uso en conductores de Aleación de Aluminio y cobre.

Su aplicación será para el conexionado de conductores en derivaciones, empalmes en cuellos muertos, vanos flojos, de bajada en media tensión (conductores no expuestos a tracción mecánica plena).

Para la adecuada y segura unión de los conductores de las redes en Media Tensión cuando se conectan a los conductores de bajada en media tensión en el armado tipo PMI, se utilizarán conectores tipo doble vía bimetálicos, 02 pernos.

Serán fabricados de material apropiado para su uso con conductores de aleación de aluminio y de cobre, permitiendo la correcta unión de conductores de secciones de hasta 70/50 mm². (Ulises, 2019)

3.3.12.2. Tipo Perno Partido

Para el conexionado de derivaciones del conductor de puesta a tierra, se utilizarán conectores tipo Perno Partido, que están fabricados de material apropiado para su uso con conductores de cobre, para secciones de conductores que permitan la adecuada unión que se desea efectuar de hasta 35 mm². (Ulises, 2019)

3.3.13. Terminales

Los terminales de presión de 225 A serán del tipo de presión con su correspondiente perno de ajuste de material de cobre cadmiado; serán diseñados para 225 A con un agujero de 16mmØ.

Se aplicarán para la conexión del conductor que llega a los bornes del transformador (bushing de Media Tensión).

Se presionará con perno de ajuste, y para evitar la suciedad y polución del medio ambiente, se cubrirán y aislarán debidamente con cintas aisladores de PVC y autovulcanizantes de alta performance.

Los terminales de compresión serán de cobre cadmiado tubulares que se aplicarán para la conexión del cable de energía tipo N2XOH que nacen de los bushings del

lado de baja del transformador, asimismo se usaran para la conexión del cable de bajada de la red MT a los bornes de los pararrayos.

Se presionará con equipo de compresión y para evitar la suciedad y polución del medio ambiente, se cubrirán y aislarán debidamente con cintas aisladores de PVC y autovulcanizantes de alta performance. (Ulises, 2019)

3.3.14. Conductos y accesorios de protección

Para la protección mecánica de los conductores y cables de energía se utilizarán tubos de A°G° y de PVC-SAP, de las siguientes características:

En tubos de A°G°. – Protección de Conductor tipo NLT y tipo N2XSY para la protección mecánica de los conductores para el control y operación del trafomix y medidor electrónico (conductores tipo NLT), se utilizará tubo de acero galvanizado de 38 mm Ø x 4.5 m. de longitud. y para cable seco N2XSY se utilizará tubo de acero galvanizado de 100mm Ø x 4.5 m. de longitud.

En Tubos de A°G°. – Protección de Conductor de Puesta a Tierra en los casos requeridos, para la protección mecánica de los conductores de las puestas a tierra cuando bajan por fuera del poste de concreto, se utilizará tubo de acero galvanizado de 25mm Ø x 4.5 m. de longitud; que se ajustarán debidamente con cinta tipo Band-It.

Tubos y Codos de PVC – SAP para el acople de los tubos de A°G°. de 38 mm Ø cuando ingresa al murete de concreto, se utilizará tubo PVC-SAP de 38mm de diámetro nominal, incluye curvas de PVC-SAP de 38mm Ø, que irá debidamente embonado para evitar el ingreso de la humedad, garúa, u otros agentes externos. Costos para media tensión. (Ulises, 2019)

Tabla 48

Características de un conductor

Item	Descripción del Suministro	Unidad	TOTAL
1.00	<u>PERFILES ANGULARES DE A°G°</u>		
1.01	Perfil Angular De F°G° De 2700 X 60 X 60 X 6mm De Espesor Derecho	u	26.00

1.02	Perfil Angular De F°G° De 2700 X 60 X 60 X 6mm De Espesor Izquierdo	u	26.00
	PERFIL ANGULAR TIPO U DE		
1.03	50x50x70x6mmx1500mm PARA SOPORTE CUT OUT	u	2.00
1.04	Brazo Tipo Riostra De F°G° De 2486 X 50 X 50 X 6mm De Espesor-Derecho	u	26.00
1.05	Brazo Tipo Riostra De F°G° De 2486 X 50 X 50 X 6mm De Espesor-Izquierdo	u	26.00
1.06	Perfil angular de f°g° tipo "I" de 75x75x1200mm. Long. 6mm e. Inc. Brazo soporte (riostra) de perfil	u	1.00
	Angular de a°g° de 38 x 38 x 6mm sección 710 mm long.		
1.07	Brazo Tipo Riostra De F°G° De 2060 X 50 X 50 X 6mm De Espesor Tipo I	u	12.00
1.08	Brazo Tipo Riostra De F°G° De 3660 X 50 X 50 X 6mm De Espesor Tipo Ii	u	4.00
2.00	<u> AISLADORES Y ACCESORIOS </u>		
2.01	Aislador De Porcelana Tipo Pin Ansi 56-3	u	22.00
2.02	Espiga De A°g° Para Cruceta Y Aislador Tipo Pin, De 381 MM Longitud - C/T Y Ct + Arand.	u	22.00
2.03	Grapa De Anclaje Tipo Pistola A°G° 50 MM2, 3 Pernos	u	15.00
2.04	Aislador Polimerico De Suspensión 36 Kv	u	15.00
3.00	<u> POSTES DE CONCRETO ARMADO CENTRIFUGADO </u>		
3.01	poste de c.a.c. de 13M/400kG/180/375MM (incluye inhibidor de corrosion y perilla)	u	5.00
3.02	poste de c.a.c. de 13M/300kG/180/375MM (incluye inhibidor de corrosion y perilla)	u	3.00

3.02	media loza de concreto armado vibrado cav 1,30/750	u	1.00
4.00	<u>CONDUCTOR DE COBRE Y ACCESORIOS</u>		
6.01	Conductor de cobre blando desnudo de 35MM2, 7 hilos	m	181.50
6.02	Cable de energía tipo n2xsy 18-30 kv; de 50MM2 seccion.	m	108.00
6.03	Conductor de cobre blando protegido tipo cpi de 35MM2, 7 hilos	m	55.00
6.04	Conductor de cobre 50MM2, desnudo temple duro	m	3.00
6.05	Terminación unipolar exterior autocontraible para cable n2xsy 18/30kv - de 50MM2	Kit	10.00
6.06	Conector doble vía bimetálico al-70 MM2/cu-50 MM2, 02 pernos de ajuste	u	24.00
6.07	Conector al/al tipo doble vía, dos pernos	u	6.00
6.08	Terminal de compresión metálico con oreja de 12,7mmø (cobre estañado) para conductor de 50MM2	u	27.00
6.09	Cinta aislante vinílicas PVC, alta performance de 19x0,15MM	roll	6.00
6.10	Cinta aislante de goma epr autofundente de 19MM; scotch23	roll	6.00
6.11	Conductor de aluminio aaac 50MM2	m	1,294.92
5.00	<u>MATERIAL DE FERRETERIA PARA POSTES Y PERFILES</u>		
5.01	Perno milimétrico de a°g°, 16MM ø x 64MM long. Incluye arandela plana circular, tuerca y Contratuerca	u	53.00
5.02	Arandela de presión de a°g° de 12,7MMø	u	27.00
5.03	Perno de a°g° 9.5MMøx38mm (3/8"øx 1 1/2")	u	27.00

	long. Para terminal de compresión		
5.04	Perno maquinado de a°g° 16 MM ø x 457 MM long. 152 MM maq. Con tuerca y contratuerca	u	8.00
5.05	Perno maquinado de a°g° 16 MM ø x 356 MM con tuerca y contratuerca	u	54.00
5.06	Perno maquinado de a°g° 16 MM ø x 203 MM con tuerca y contratuerca	u	4.00
5.07	Perno maquinado de a°g° 16 MM ø x 153 MM long. Maq. Con arandelas, tuerca y contratuerca	u	7.00
5.08	Perno doble armado a°g°, 16MMØ, 508MM long. Maquinado c/ 04 arandelas cuadradas planas, 04t. Y 04c.t.	u	1.00
5.09	Perno doble armado a°g°, 16MMØ, 457MM long. Maquinado c/ 04 arandelas cuadradas planas, 04t. Y 04c.t.	u	44.00
5.10	Adaptador tipo lira de a°g° de 16 MM ø x 78 MM de longitud (grillete)	u	18.00
5.11	Cinta de plana de armar	m	27.50
5.12	Alambre de amarre de aluminio de 6 MM ²	m	30.00
5.13	Tuerca ojo de a°g° forjado para perno de 16 MM ø	u	18.00
5.14	Platina de f°g° preformada, 3 x 40 x 300 MM long.	u	6.00
5.15	Arandela cuadrada curva de a°g° 57x57x5 MM, 18 MM ø de agujero	u	4.00
5.16	Arandela cuadrada plana de a°g° 57x57x5 MM, 18 MM ø de agujero	u	128.00
5.17	Cinta de acero band it 20MM	m	31.00
5.18	Hebilla para cinta band it 20MM	u	31.00
6.00	<u>MATERIAL PARA PUESTA A TIERRA</u>		

6.01	Varilla copper weld de 19MM ϕ X 2,40M de longitud	u	14.00
6.02	Conector ab, de bronce, para puesta a tierra.	u	14.00
6.03	Dosis de bentonita X 30 KG.	Bls	42.00
6.04	Sistema tipo disco antihurto	Pza	18.00
6.05	Tubo de pvc sap DE ϕ 19 MM X 1.5M	Pza	18.00
6.06	Plancha de cobre tipo "j"	u	50.00
6.07	Caja de registro de concreto para puesta a tierra de 300 MM X 396 mm ϕ	u	14.00
6.08	Conector (split bolt) tipo perno partido para conductor de cu-35MM ² /cu-35MM ² .	u	38.00
6.00	<u>EQUIPAMIENTO PARA PROTECCION Y MEDICIÓN</u>		
6.01	Seccionador unipolar tipo cut-out de porcelana; DE 27 Kv, 150 Kv bil, 200 a, 10 Ka.	u	6.00
6.02	Pararrayo polimérico de oxido metal, tipo distribución 21 Kv - 10 Ka	u	3.00
6.03	Fusible tipo expulsión de 3 a, tipo k	u	3.00
6.04	Fusible tipo expulsión de 2 a, tipo k	u	3.00
6.05	Fusible cartucho hh 8a-63ka 292MM	u	3.00
6.06	Trafomix tmea-33 22,9/0,22 Kv 1-2/5 a clase 0,2 s, refrigeración. Onan, con aisladores sobre la tapa - 1000 M.S.N.M.	u	1.00
6.07	Medidor electrónico (MARCA elster) TIPO a-1800, clase 02s, 5(20) a, 100-480v 4 HILOS	u	1.00
6.08	Cable control tipo nmt extraflexible 4 X 4 MM ²	m	10.00
6.09	Cable control tipo nlt extraflexible 4 X 2.5 MM ²	m	10.00
6.10	Caja portamedidor tipo c2b de 0,34 x 0,70 x 24 CM	u	1.00
7.00	<u>CELDA Y EQUIPAMIENTO PARA</u>		

<u>PROTECCIÓN Y TRANSFORMACIÓN</u>			
7.01	Celda de remonte de barras (icet nr/b) 24Kv, 3f, 60hz.	u	1.00
7.02	Celda de salida y protección (icet nfa) 24Kv, 3f, 60hz (CON SECCIONADOR BAJO CARGA EN GAS sf6, Y BASE PORTAFUSIBLE.)	u	1.00
7.03	Celda de transformación para transformador de 50 Kva, INCLUYE EXTRACTOR DE AIRE	u	1.00
7.04	Transformador trifásico seco encapsulado en resina, yny6 (22,9 Kv), de 50 Kva; 22,9/0,38-0,22; 1000 MSNM	u	1.00
7.05	Epp's y equipos de seguridad para una persona en la se: pértiga, guantes, casco, zapatos	Gbl	1.00
8.00	<u>APARAMENTA EN BAJA TENSIÓN</u>		
8.01	Tablero General De Hierro Laminado En Frio Para Interiores De 0.8m(Ancho) X 1.5m (Alto) X 0.3m (Prof),Incluye: 01 Interruptor Termomagnético En Caja Moldeada De 3x (160) A, 690 V - 36 Ka	u	1.00
9.00	<u>CABLES DE ENERGÍA DE BAJA TENSIÓN</u>		
9.01	3-1x25 mm ² N2XOH + 1x16 mm ² (N) N2XOH)	m	10.00
10.00	<u>MATERIAL ACCESORIO</u>		
10.01	Murete para medición en media tensión, SEGÚN LAMINAS DE DETALLE	jgo	1.00
10.02	Candado de seguridad de 50 X 50 MM	Pza	1.00
10.03	Ladrillos tipo k-k, DE 0,24 X 0,12 X 0,06 M	u	442.00
10.04	Tubo bastón de f°g° de 38 mmø x 4,5 M.	u	2.00
10.05	Tubo de f°g° de 100MMø, incluye codo de pvc-	u	3.00

	sap de 90°		
10.06	Buzón de inspección de 1.35MX 0.9M x 1.30M	u	2.00
10.07	Material MENUDO, ACCESORIOS	gbl	2.00
10.08	Cinta SEÑALIZADORA DE "PELIGRO DE MUERTE 22,900 VOLTIOS", COLOR ROJO	m	43.00
10.09	Cemento PORTLAND TIPO 1	Bls.	12.00
	TOTAL		3218.92



CAPITULO IV

4. Selección de equipos

4.1. Selección del refrigerante

Se elige el R-404a (Refrigerante ecológico) y siendo la temperatura de funcionamiento que tenemos en la planta de refrigeración para los tres productos entre -8°C y 8°C ; es el más conveniente. Cabe señalar que pudo ser el R-134a; pero nos aseguramos con un refrigerante más potente en capacidad de refrigeración.

4.1.1. Propiedades físicas y químicas

Datos Físicos:

Punto de Ebullición: -46.7°C (-52.1°F) Promedio

Presión de Vapor: 182.1 PSIA @ 25°C (77°F)

% de Volátiles: 100% en Peso

Razón de Evaporación: ($\text{CCl}_4 = 1.00$), Mayor a 1

Solubilidad en Agua: No determinada

Olor: Ligeramente a éter

Forma: Gas Licuado

Color: Claro, incoloro

Densidad del Líquido: 1.05 g/cc @ 25°C (77°F). (Campos Gómez & Martínez Roque, 2019)

4.1.2. Carga horaria

El día de diseño se considerará de 20 horas dado que el tipo de descongelamiento es por deshielo eléctrico, en caso hubiera sido por gas caliente el tiempo sería de 24 horas.

4.2. Selección del equipamiento

4.2.1. Selección de compresores

Considerando utilizar 4 compresores para facilitar la regulación; cada uno tendrá:

$$\frac{61,17}{4} = 15,29 \text{ kW}$$

$$\text{CAP} = 15,29 \text{ kW}$$

Para la selección del compresor se tiene:

- Temperatura de diseño para la cámara más crítica: 30 °F
- Temperatura ambiente: 82 °F
- Temperatura de condensación: 109 °F
- Temperatura de evaporación para la cámara más crítica: 17,2 °F

Se utilizó una diferencia terminal de temperatura elegida de la Tabla N° 7 entre 12 y 14 °F.

Seleccionamos el modelo de compresor que cumple con nuestras características, obtenemos 4 compresores de marca BITZER, modelo. (Campos Gómez & Martínez Roque, 2019)

Modelo: 4EES-4Y20D

CAP: 22 kW

Potencia: 15,46 kW

Cantidad: 4

La potencia mínima requerida para el accionamiento sólo de los compresores será:

$$15,46 * 4 = 61,84 \text{ kW}$$

Considerando la potencia en HP; eficiencia de transmisión, trabajo a 1200 msnm aproximadamente y factor de amplitud de carga:

Eficiencia de transmisión = 90%

Perdida de potencia por altura = 0,88%

Factor de amplitud de carga = 1,25

$$\frac{15,46}{0,746 * 0,85 * 0,88 * 0,90} * 1,25 = 38,48 \text{ HP}$$

4.2.2. Selección de evaporadores

4.2.2.1. Túneles de enfriamiento

La carga obtenida en los cálculos para el túnel fue de 18,8 kW

Para la selección del evaporador se tiene:

- Humedad relativa = 85%
- Convección forzada = 13 °F
- Temperatura del túnel = 30 °F <> -1°C
- Temperatura de evaporación = 17 °F <> -8 °C

Seleccionando el modelo de evaporador que cumple con nuestras características, se obtuvo 1 evaporador por túnel, de marca GUNTNER modelo. (Campos Gómez & Martínez Roque, 2019)

Modelo: GHN 071.2E/17-AND50

CAP: 18,8 kW

Ventilador: 1 x 0,76 kW = 0,76 kW
3 φ 460V 60 Hz Y

Cantidad: 02 evaporadores para los 2 túneles

4.2.2.2. Cámaras de conservación

La carga obtenida en los cálculos para la cámara de conservación fue de 4,91 kW

Para la selección del evaporador se tiene:

- Humedad relativa = 85%
- Convección forzada = 13 °F
- Temperatura de cámara = 32 °F <> 0°C
- Temperatura de evaporación = 19 °F <> -7 °C

Seleccionando el modelo de evaporador que cumple con nuestras características, se obtuvo 1 evaporador por cámara, de marca GUNTNER modelo. (Campos Gómez & Martínez Roque, 2019)

Modelo: *GHN 045.2E/110-ANW50*

CAP: *4,9 kW*

Ventilador: *1 x 0,60 kW = 0,60 kW*

1 ϕ 230V 60 Hz

Cantidad: 02 evaporadores para las 2 cámaras

4.2.2.3. Antecámara

La carga obtenida en los cálculos para la antecámara fue de 4,95 kW

Para la selección del evaporador se tiene:

- Humedad relativa = 85%
- Convección forzada = 13 °F
- Temperatura de cámara = 46 °F \diamond 8 °C
- Temperatura de evaporación = 33 °F \diamond 0 °C

Seleccionando el modelo de evaporador que cumple con nuestras características, obtenemos 1 evaporador para la antecámara, de marca GUNTNER modelo. (Campos Gómez & Martínez Roque, 2019)

Modelo: *GHN 045.2E/110-ANW50*

CAP: *5 kW*

Ventilador: *1 x 0,60 kW = 0,60 kW*

1 ϕ 230V 60 Hz

Cantidad: 01 evaporador para la antecámara

4.2.2.4. Despacho

La carga obtenida en los cálculos para el despacho fue de 8,8 kW

Para la selección del evaporador se tiene:

- Humedad relativa = 85%
- Convección forzada = 13 °F
- Temperatura de cámara = 46 °F \diamond 8°C
- Temperatura de evaporación = 33 °F \diamond 0 °C

Seleccionando el modelo de evaporador que cumple con nuestras características, se obtuvo 2 evaporadores para el despacho, de marca GUNTNER modelo:

Modelo: GHN 045.2E/112-ANW50

CAP: 4,5 kW

Ventilador: 1 x 0,60 kW = 0,60 kW

1 ϕ 230V 60 Hz

Cantidad: 02 evaporadores para el despacho

4.2.3. Selección del condensador

Seleccionamos un condensador del tipo evaporativo, ya que actualmente son los más eficientes. Es importante tener en cuenta que estos funcionan con un sistema de circulación de agua, la cual debe ser tratada adecuadamente para no superar los 40 PPM de dureza. La capacidad necesaria para cubrir toda la planta es de 61,17 kW. Seleccionamos un condensador evaporativo de la marca FRIO-RAF, modelo FSI N 170, con una capacidad de hasta 170 kW. Las características técnicas de este modelo se encuentran en el anexo con los catálogos del fabricante, ofreciendo una capacidad de reserva de alrededor del 50 %. (Campos Gómez & Martínez Roque, 2019)

4.3. Resumen de capacidades y datos de la zona refrigerada

4.3.1. Túnel de preenfriamiento

Tabla 49

Resumen de capacidad y datos de túnel de preenfriamiento

Túnel de preenfriamiento	
Dimensiones (LxWxH)	12 x 4 x 4 m
Cantidad	2
Capacidad	6 pallets
Peso producto/pallet	1 ton

Temperatura ingreso de producto	28 °C
Temperatura en el túnel	-1 °C
Tiempo de enfriamiento	18 horas
Temperatura de evaporación	-8 °C
Carga térmica calculada	18,8 kW

4.3.2. Cámara de conservación

Tabla 50

Resumen de capacidad y datos de cámara de conservación

Cámara de conservación	
Dimensiones (LxWxH)	12 x 5 x 4 m
Cantidad	2
Capacidad	24 pallets
Temperatura de cámara	0 °C
Temperatura de evaporación	-7.2 °C
Temperatura ingreso de producto	-1 °C
Carga térmica calculada	4,91 kW

4.3.3. Antecámara – Pasillo

Tabla 51

Resumen de capacidad y datos de túnel de antecámara

Antecámara - Pasillo	
Dimensiones (LxWxH)	9 x 6 x 4 m
Temperatura de cámara	8 °C
Temperatura de evaporación	1 °C
Temperatura ingreso de producto	0 °C
Carga térmica calculada	4,95 kW

4.3.4. Despacho

Tabla 52

Resumen de capacidad y datos de despacho

Despacho	
	30 x 5 x 4
Dimensiones (LxWxH)	m
Temperatura de cámara	8 °C
Temperatura de evaporación	1 °C
Temperatura ingreso de producto	0 °C
Carga térmica calculada	8,8 kW

El sistema de refrigeración adoptado es un sistema centralizado que considera cuatro (04) compresores y un solo condensador de tipo evaporativo, la sala de procesos no será climatizada inicialmente.

4.4. Potencia total y consumo de energía de toda la planta de refrigeración.

De la Tabla 15, se aprecia que la máxima potencia de toda la planta es de **61,17 kW**, aplicando un factor de simultaneidad de 0,9; tenemos: **66,68 kW**.

4.5. Selección de cortinas de aire

Para nuestro diseño considerando las dimensiones de las puertas con una altura de 4 m se seleccionó una cortina de aire de la mara SODECA.

Tabla 53

Resumen de capacidad de la cortina de aire

Cortina de aire	
Longitud en cm	100
Altura de cortina	4 m.
Caudal máximo	1500 m ² /h
Consumo de equipo	0.2 Kw
Incremento de temperatura	Despreciable
Peso	25 kg

4.6. Diseño del sistema de tuberías

Determinada la capacidad horaria del sistema se planteó los circuitos de tuberías tratando de optimizar al máximo las rutas posibles, para ello se optó por dos (02) líneas de succión y (02) líneas de líquidos.

Se tuvo los siguientes criterios de diseño:

- Para tuberías troncales se consideró el criterio de la caída de presión la cual considera una caída de presión equivalente a 2°F.
- Para ramales y tramos cortos se consideró el criterio de las velocidades recomendadas:

Para la línea de succión: 0,91 m/s

Para la línea de descarga: 17,78 m/s

Para la línea de líquido: 0,71 m/s

Tabla 54

Resumen de tuberías

LÍNEA	TRAMO	DIAMETRO (PULGADAS)	LONGITUD (M)	CAPACIDAD (KW)
LIQUIDO	T-A	7/8	11	28.11
LIQUIDO	A-B	1/2	7	9.31
LIQUIDO	B-C	3/8	8	4.40
LIQUIDO	T-D	7/8	15	33.06
LIQUIDO	D-E	7/8	23	28.11
LIQUIDO	E-F	1/2	7	9.31
LIQUIDO	F-G	3/8	8	4.40
SUCCIÓN	T-A	1 5/8	6	28.11
SUCCIÓN	A-B	7/8	7	9.31
SUCCIÓN	B-C	5/8	8	4.40
SUCCIÓN	T-D	1 5/8	20	33.06
SUCCIÓN	D-E	1 5/8	26	28.11
SUCCIÓN	E-F	7/8	7	9.31
SUCCIÓN	F-G	5/8	8	4.40
SUCCIÓN	Troncal-Manifold	2 1/8	1.00	61,17
SUCCIÓN	Manifold- Compresores	1 1/8	1.50	61,17
DESCARGA	Compresores- Manifold	5/8	1.00	61,17
DESCARGA	Manifold- Condensador	1	1.00	61.17

CAPÍTULO V

5. Costos y presupuestos

Algunos de los equipos y accesorios descritos en este capítulo fueron adquiridos fuera del país, por lo que los precios indicados son precios base y en soles en base a la conversión de dólares a soles tasa de cambio nov 2022 el cual fue de S/.3.84.

Luego de una evaluación de los costos que ofrecen tanto el mercado nacional como el internacional, se determinó la siguiente cotización:

5.1. COSTOS MECANICOS

5.1.1. COTIZACIÓN DEL REFRIGERANTE

La elección de la marca Chemours fue porque es ampliamente reconocida en la industria de los refrigerantes debido a su enfoque en la innovación y la sostenibilidad.

Tabla 55

Cotización del refrigerante

REFRIGERANTE	MARCA	PESO	CODIGO	CANTIDAD	PRECIO
R-404A	Chemours	10.900kg	GCB-4040	8	S./5 560
COSTO TOTAL					S./5 560

Nota: incluye IGV

5.1.2. COTIZACIÓN DE LOS EQUIPOS FRIGORIFICOS

Se trabajaron con las siguientes marcas por acoplarse a nuestros requerimientos y siendo las marcas de muy buen prestigio en el mercado

Tabla 56

Cotización de los equipos frigoríficos

EQUIPOS	MARCA	MODELO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO
Compresores	BITZER	4EES-4Y20D	4	S/.13 391	S/. 53 564
Evaporadores para el túnel de enfriamiento	GUNTNER	S-GGHN 071.2F/17- AND50/12P.E	2	16 480	S/. 32 960

Evaporadores para las cámaras de conservación	GHN GUNTNER	045.2E/110- ANW50	2	12 026	S/. 24 052
Tanque recibidor de liquido	EMERSON	FREEO	4	350	S/. 1 400
Regulador de nivel de aceite	SPORLAN	OL- 60XH/960074	4	400	S/. 1 600
Adaptador de regulador	SPORLAN	OLX-6482SD	4	60	S/. 240
Tanque acumulador de succión	APPLI PARTS	G2503.51711	4	260	S/. 1 040
Evaporadores para la antecámara	GHN GUNTNER	045.2E/110- ANW50	2	12 026	S/. 24 052
Evaporadores para el despacho	GHN GUNTNER	045.2E/110- ANW50	1	12 026	S/. 24 052
condensador	FRIO-RAF	FSI N 170	1	23 250	S/. 23 250
Cortina de aire	SODECA	COM-B-100-S	20	665.90	S/. 13 318
Sub total					S/. 199 528

Nota: Todos los precios incluyen IGV .

5.1.3. COTIZACIÓN DE ESTRUCTURA INTERNA

Se cotizaron los elementos estructurales así como los consumibles para la fabricación del armazón.

TIPO	MATERIAL	DIMENSIONES	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	S/. PRECIO
Perfil W	ACERO A36	18''x35	175.40	12	S/. 2104.8

Tubo cuadrado	ACERO A36	4''x4''x3mm	120.60	24	S/. 2894.4
Canal C	ACERO A36	400x50x25x3m m	87.90	42	S/. 3691.8
Sub total					S/. 8 691

5.1.4. COTIZACIÓN DE ESTRUCTURA METÁLICA DE TECHO

Se utilizará un techo conformado de cerchas metálicas a 2 aguas.

TIPO	MATERIAL	DIMENSIONES	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	S/. PRECIO
CERCHA	ACERO A36	5mx1.5m	1125.50	10	S/. 11255
CALAMINA	ACERO LAMINADO EN FRIO	0.8mx3.6m	25.90	16	S/. 414.4
Subtotal					S/. 11669.4

La siguiente cotización de la estructura metálica del sobretecho se realiza habiendo considerado costo de construcción por la empresa Lagos Estructuras & Construcciones SAC con un costo de construcción cercano a los 22 dolares/m2, a fin de dar mayor información a este trabajo, las dimensiones de esta estructura se muestran en el anexo 20.

TIPO	MATERIAL	AREA	PRECIO/M2	CANTIDAD	PRECIO
Construcción de estructura de sobre techo	Acero A36	1584.7 m2	22 dólares	1	\$ 34,863.40

5.1.5. COTIZACIÓN DE LAS TUBERIAS FRIGORIFICAS

Se utilizarán tuberías de cobre por su excelente conductividad térmica, resistencia a la corrosión y durabilidad. Además, son flexibles y compatibles con una amplia gama de refrigerantes, lo que las hace ideales para el transporte eficiente y confiable de calor en sistemas de refrigeración.

Tabla 57

Precios de las tuberías frigoríficas

LÍNEA	TRAMO	DIAMETR O	LONGITU D	CAPACIDAD (KW)	PRECIO UNITARI O	PRECI O
LIQUIDO	T-A	7/8	11	28.11	25.4	S/. 279.4
LIQUIDO	A-B	1/2	7	9.31	11.5	S/. 80.5
LIQUIDO	B-C	3/8	8	4.4	8	S/. 64
LIQUIDO	T-D	7/8	15	33.06	25.4	S/. 381
LIQUIDO	D-E	7/8	23	28.11	25.4	S/. 584.2
LIQUIDO	E-F	1/2	7	9.31	11.5	S/. 80.5
LIQUIDO	F-G	3/8	8	4.4	8	S/. 64
SUCCIÓN	T-A	1 5/8	6	28.11	63.5	S/. 381
SUCCIÓN	A-B	7/8	7	9.31	25.4	S/. 177.8
SUCCIÓN	B-C	5/8	8	4.4	15	S/. 120
SUCCIÓN	T-D	1 5/8	20	33.06	63.5	S/. 1270
SUCCIÓN	D-E	1 5/8	26	28.11	63.5	S/. 1651
SUCCIÓN	E-F	7/8	7	9.31	25.4	S/. 177.8
SUCCIÓN	F-G	5/8	8	4.4	15	S/. 120
SUCCIÓN	Troncal-Manifold	2 1/8	1	61,17	172.3	S/. 172.3
SUCCIÓN	Manifold- Compresores	1 1/8	1.5	61,17	33.4	S/. 50.1
DESCARG A	Compresores- Manifold	5/8	1	61,17	15	S/. 15
DESCARG A	Manifold- Condensador	1	1	61,17	24.2	S/. 24.2
SUB TOTAL						S/.5692. 8

Nota: Incluye IGV

5.1.6. COTIZACIÓN DE LAS PUERTAS FRIGORIFICAS

Tabla 58

Costos de la puerta frigorífica

TIPO	MARCA	MATERIAL	DIMENSION ES	PRECIO UNITARIO	CANTIDA D	S/. PRECIO
CORREDIZ A	CHAMPIONDO OR	ALUMINIO ANONADIZO	2mx3m	16 000	2	S/. 32000
CORREDIZ A	CHAMPIONDO OR	ALUMINIO ANONADIZO	2.40mx3m	19 250	12	S/. 231000
HAWAHIAN A	BRUNSSSEN	PVC	2.40mx3m	500	16	S/. 8 000

RODANTE	SUPERFRIGO	PVC	2.40mx3m	24 300	2	S/. 48600
TOTAL						S/. 319600

Nota: Incluye IGV

5.1.7. RESUMEN DE COSTOS MECANICOS

Tabla 59

Resumen de los costos mecánicos

PRECIO DEL REFRIGERANTE	S/. 5 560
PRECIO DE EQUIPOS FRIGORIFICOS	S/. 186 210
PRECIO DE CORTINA DE AIRE	S/. 13 318
PRECIO TECHO METÁLICO	S/. 1 245.4
PRECIO ESTRUCTURA ARMAZON	S/. 8 691
PRECIO DE LOS EQUIPOS	S/. 186 210
PRECIO DE LAS TUBERIAS	S/. 5 692.8
PRECIO DE LAS PUERTAS FRIGORIFICAS	S/. 319 600
COSTO TOTAL	S/. 726 527.2

Nota: Incluye IGV

5.2. COSTOS ESTRUCTURALES

5.2.1. COTIZACIÓN DE LOS PANELES FRIGORIFICOS

Para empezar a seleccionar los paneles tendremos en cuenta su ficha técnica. Además, aumentaremos su longitud en 30cm porque el techo tiene un espesor de 30 cm

Tabla 60

Costos de los paneles frigoríficos

Longitud:	4.30
Ancho:	1.067 metros.
Espesor	100mm.y 300mm
Tipo de Unión	Unión interconectarte tipo macho-hembra. Junta de doble sello
Entrecalle:	3 mm
Cara Exterior:	Perfil Shadowline, Micro-Rib, Mini Micro-Rib, liso o embozado de aceropre-pintado G-60, G-90 o Galvalume® de calibre 26, 24 o 22.
Cara Interior:	Perfil Shadowline o Flat liso o embozado de acero pre-pintado G-60, G-90 o Galvalume® de calibre 26, 24 ó 22.
Acabao Exterior:	Recubrimiento de alto desempeño de poliéster estándar. Opcional Superpoliéster, Duraplus y PVDF.
Acabado Interior:	Recubrimiento de alto desempeño de poliéster estándar. Opcional Superpoliéster, Duraplus, Plastisol y PVDF concertificación USDA para cuartos fríos.
Núcleo:	Espuma aislante de Poliisocianurato (PIR) con densidad de 31-40 kg/m3
Colores de Línea:	Blanco Puro (RAL 9010), Blanco Gris (RAL 9002), Aluminio (RAL 9006), Arena Estándar

Nota: Bernard, (2018)

Teniendo en cuenta ella, solo queda realizar el presupuesto

Tabla 61

Presupuesto

UBICACIÓN	LONGITU D	ESPESO R	LONGITU D	PRECIO UNITARIO	N° PANELES	PRECIO
EXTERIOR	4m	100mm	75.41m	S/.2625	71	S/.18 6375
DIVISIONES	4m	100mm	96.52m	S/.2625	91	S/.238 875

CAMARAS	10m	300mm	52m	S/.3900	49	S/.191 100
TUNEL	13.5m	300mm	5.4m	S/.4600	61	S/.280 600
PASADIZO	8.89m	300mm	30.3m	S/.2600	29	S/.185 000
COSTO TOTAL						S/. 972 350

Nota: Incluye IGV

Cámaras, túnel y pasadizo son costos de su techado, se utiliza la cantidad de paneles ya que solo es ensamblar y no se puede estimar por m^2

5.2.2. COTIZACIÓN DE LOS PANELES TERMOTECO PARA EL TECHO Y PAREDES

A continuación, tendremos un resumen del material elegido, si bien se puede realizar solo con metal, esto a la larga puede ser un inconveniente para el personal que labore ahí ya que puede aumentar la sensación térmica.

Tabla 62

Costos de los paneles termotecho

SOPORTES:	<ul style="list-style-type: none"> – Acero Galvanizado y Prelacado. – Acero Galvanizado y recubierto con PVC – Por encargo: PVDF, Acabado Plastisol. – Cofrado: Tipo STUCO.
AISLAMIENTO	<ul style="list-style-type: none"> – Con espuma a base de resina de POLIURETANO que retarda la propagación del fuego, densidad 36 -40 Kg/m³ +- 10%. – Panel con clasificación al fuego C -s3, D0 a B-s2, D0. – Nueva certificación Europea SBI según normativa DIN-EN-13501 – 1:2002.
ESPEORES DE CHAPA:	<ul style="list-style-type: none"> – De 0,35 a 0,6 mm.
TOLERANCIA	<ul style="list-style-type: none"> – Espesor del panel : +- 2 mm. – Longitud: +- 5 mm.

- Módulo: +- 2 mm.
- Rectangularidad / Escuadra: +- 6% (del ancho nominal).

Nota: Bernard, (2018)

Una vez entendido esto, sacamos el presupuesto

Tabla 63

Presupuesto de paneles termotecho

DESCRIPCION	M ²	LUGAR	PRECIO POR METRO	PRECIO
Sala de maquinas	101	TECHO	300	S/. 30 300
Entrada	27	TECHO	300	S/. 8100
Sala de procesos	736	TECHO	300	S/.220 800
Sala de despacho	153	TECHO	300	S/.45 900
Área De Javas Limpias	92	TECHO	300	S/.27 600
Despacho	153	TECHO	300	S/.45 900
Áreas Laterales	493	LATERALES	230	S/.113 390
COSTO TOTAL				S/.491 990

Nota: Incluye IGV

5.2.3. RESUMEN DE LOS GASTOS ESTRUCTURALES

Tabla 64

Gastos estructurales

precio de los paneles frigoríficos	S/. 972 350
precio de los paneles termotecho para el techo y paredes	S/.491 990

Precio de la estructura metálica del techo	S/. 11669.4
Precio de armazón de cámaras	S/. 8 691
COSTO TOTAL	S/. 1 484 700.4

5.3. COSTOS ELÉCTRICOS

A continuación, veremos los costos eléctricos de nuestro proyecto:

Tabla 65

Costos eléctricos

NOMBRE	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO
Tablero general	1	700	S/. 700
Tablero de distribución	4	300	S/. 1200
Medidor de energía	1	190	S/. 190
Salida con fluorescente con medidor 2x36w	15	25	S/. 375
Salida de fluorescente compacta	13	60	S/. 780
Salida de fluorocente con el difusor	12	70	S/. 840
Fluorescente compacto al exterior de 150w	12	110	S/. 1320
Caja de emergencia	3	500	S/. 1500
Tomacorriente monofasico con puesta a tierra	2	200	S/. 400
Tomacorriente monofasico con doble a puesta a tierra	3	280	S/. 840
Caja de paso	4	400	S/. 1600
Caja de paso para teléfono externo	1	120	S/. 120
Salida del cable	12	20	S/. 240
Caja de plazo fija	2	250	S/. 500
Red de protección a tierra	400	8	S/. 3200
Sistema puesto a tierra	3	1200	S/. 3600
Interruptor diferencial de30ma 220v	5	120	S/. 600

Interruptor automático termomagnético	10	340	S/. 3400
Interruptores de tres vías	10	350	S/. 3500
Interruptor uni polar triple	10	320	S/. 3200
Interruptor triple doble	10	320	S/. 3200
Interruptor uni polar simple	10	25	S/. 250
Tubo induic 3/4	30	5	S/. 150
Cable 100 ma	400	14	S/. 5600
Grupo Electrónico	1	167053	S/.167053
COSTO TOTAL			S/. 204358

Nota: Incluye IGV

5.4. RESUMEN DE LOS COSTOS GENERALES

En la siguiente tabla podemos observar el siguiente resumen de lo ya visto:

Tabla 66

Costos generales

Costos mecánicos	S/. 726 527.2
Costos eléctricos	S/. 204 358
Costos estructurales	S/. 1 484 700.4
Costo total	S/. 2.415.585,6

Finalmente podemos observar que el costo total es de S/. 2.415.585,6 nuevos soles

RESULTADOS

El diseño de la planta de refrigeración industrial para el Fundo la Católica se desarrolla con un costo final de S/. 2 248 532.6 cumpliendo la normativa nacional y estándares de calidad brindados por la norma técnica peruana, código eléctrico nacional y recomendaciones brindadas por INDECI., desarrollando un diseño mecánico y eléctrico, bajo la determinación de tableros de distribución, circuitos de iluminación y fuerza, así como la determinación de cargas mecánicas en los distintos equipos utilizados. El tiempo de ejecución planteado en 160 días donde se desarrolla la obra civil, proyecto mecánico y eléctrico cómo la puesta en funcionamiento de ello.

Se llevaron a cabo diversas etapas en el proceso de diseño, que incluyeron la recolección de datos sobre la demanda de refrigeración la cual determinaron las características de conductores tableros de distribución interruptores dispositivos de protección entre otros equipos eléctricos, el análisis de los requisitos técnicos, la selección adecuada de los equipos de refrigeración, y la distribución óptima de los espacios dentro de la planta. Se tuvo en cuenta la eficiencia energética, la capacidad de almacenamiento, así como la facilidad de mantenimiento y operación.

El diseño de la planta de refrigeración industrial también contempla aspectos importantes como la seguridad alimentaria y la reducción de impactos ambientales. Se implementaron medidas de control de calidad y se utilizaron tecnologías respetuosas con el medio ambiente, asegurando así la integridad de los productos almacenados y contribuyendo a la sostenibilidad.

El dimensionamiento de la planta de refrigeración y la adecuada distribución de áreas como la iluminación del mismo en los ambientes de trabajo se realizó mediante la utilización de software especializados. La distribución de ambientes y diseño de cargas mecánicas en el Fundo la Católica. Se desarrollo mediante un análisis detallado de las necesidades de almacenamiento y los procesos involucrados, logrando establecer una distribución eficiente que optimiza el flujo de trabajo y maximiza el uso del espacio disponible.

El dimensionamiento de la planta de refrigeración se basó en la evaluación de la demanda de refrigeración necesaria para los productos almacenados. Considere factores como el tipo de producto, los volúmenes de almacenamiento y los requisitos de temperatura. A partir de estos datos, se disminuirá la capacidad de refrigeración requerida, asegurando que la planta cumpla con las necesidades actuales y futuras del Fundo.

En cuanto a la distribución de áreas y procesos, se realizó un análisis minucioso de los flujos de trabajo y las interacciones entre las diferentes áreas de la planta, contando con 8 áreas involucradas en almacenaje, sala de operaciones y pasillos siendo que dicha distribución reducirá una distribución que minimizará los tiempos de desplazamiento y optimizará la secuencia de operaciones, mejorará así la eficiencia y reducirá los posibles cuellos de botella.

El uso de software especializado permitió tomar en consideración una serie de variables relevantes en el cálculo de las cargas térmicas, como las condiciones ambientales, la capacidad de aislamiento de los materiales, las fuentes de calor internas y externas, así como las características de los productos almacenadores. Estos datos fueron ingresados al software, que realizaron los cálculos correspondientes y obtuvieron resultados precisos para el diseño de las cámaras.

La verificación de las cargas térmicas mediante el uso de software especializado ha garantizado que las cámaras de refrigeración cuentan con una capacidad de refrigeración adecuada para mantener las condiciones de temperatura requeridas. Esto asegura la conservación óptima de los productos almacenados, evitando pérdidas por deterioro y asegurando la calidad de los mismos.

Durante el proceso de selección, se consideraron diversos aspectos como la capacidad de refrigeración requerida, la eficiencia energética, la confiabilidad de los equipos, la compatibilidad con los sistemas existentes, así como las normativas y estándares aplicables. Se evaluaron múltiples opciones en el mercado, comparando prestaciones, características técnicas y costos, con el fin de aquellos equipos que ofrecieran la mejor relación calidad-precio y se ajustaran a las necesidades específicas del Fondo.

Se tuvo en cuenta la reputación y la trayectoria de los fabricantes de equipos, así como las opiniones y recomendaciones de expertos en la industria. Se buscó seleccionar proveedores confiables que ofrecieran garantía y soporte técnico adecuado, asegurando la disponibilidad de repuestos y el mantenimiento a largo plazo de los equipos.

CONCLUSIONES

1. Se logró dimensionar de forma óptima, considerando las normas nacionales, la planta de refrigeración en la correspondiente distribución de áreas y procesos involucrados.
2. Se realizó el cálculo de las cargas térmicas así como de los equipos de refrigeración en base a las normas ASHRAE por medio del programa EES y realizar una comparación con el programa FRIO Atecyr para de esta manera seleccionar las cargas térmicas más adecuadas para el diseño y selección de equipos como compresores y ductos.
3. En base a los cálculos de cargas térmicas totales en las cámaras, antecámaras y despacho se pudo determinar los equipos de refrigeración así como los equipos eléctricos en función de la potencia requerida.
4. Se logró evaluar y realizar la lista de costos de los materiales en función de ello dar un presupuesto estimado. Con ello fue posible analizar los beneficios de la realización del proyecto.
5. Se desarrollaron los planos de montaje e instalación de los equipos y estructuras los cuales han sido adjuntados en la parte de anexos.

RECOMENDACIONES

1. Realizar un monitoreo continuo de la eficiencia energética recomendando implementar un sistema de monitoreo y registro de los consumos energéticos de la planta de refrigeración. Esto permitirá evaluar y optimizar el rendimiento energético a lo largo del tiempo, identificando posibles áreas de mejora y ajustando los procesos y equipos según sea necesario. Además, el monitoreo continuo ayudará a detectar posibles problemas o desviaciones en el consumo energético y tomar acciones correctivas de manera oportuna.
2. Implementar prácticas de mantenimiento preventivo y predictivo, es recomendable establecer un programa de mantenimiento preventivo y predictivo para la planta de refrigeración. Esto implicará realizar observación regular, limpieza y calibración de equipos, así como la aplicación de técnicas de monitoreo y análisis de datos para identificar posibles fallas o deterioro en los componentes clave del sistema. El mantenimiento preventivo y predictivo ayudará a minimizar el riesgo de interrupciones no planificadas, prolongar la vida útil de los equipos y optimizar el rendimiento general de la planta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguayo Giménez, E., Arauz, L. F., Artés Calero, F., Artés Hernández, F., Barreiro Elorza, P., Correa Hernando, E. C., Diezma Iglesias, B., Escalona Contreras, V. H., García, J., García Hierro, J., Gómez di Marco, P., Gomila, T., Heredia, S. A., Hinojosa, A., Jiménez Ariza, H. T., López Camelo, A. F., Maiorana, P., Robla Villalba, J. I., Rodríguez Bermejo, J., ... Umaña Roja, G. (2011). Modelización de las condiciones de transporte y conservación prolongada en frutas y hortalizas. En A. F. López Camelo, A. Yomi, E. C. Correa Hernando, y M. Ruiz Altisent (Eds.), FRUTURA: Reunión Científico-Técnica Buenos Aires (Argentina) - Septiembre de 2011 (p. 117). FRUTURA.
- Aguilar Suarez, R. E., y Zamora Zambrano, K. J. (2017). Análisis de la logística de exportación en la cadena de frío de frutas y hortalizas de la empresa Proyimar SA y el diseño de un plan estratégico. Universidad De Guayaquil.
- American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. (2018). ASHRAE handbook : Refrigeration (SI Edition). American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
- Aramburu-Pardo Figueroa, A. (2017). Estudio de un sistema de refrigeración por compresión de vapor aplicado a la industria agroalimentaria [Universidad de Piura]. <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/2991>
- Bernard, J. (2018). Historia de la Refrigeración ✱. Bernard Refrigeración. <https://www.josebernad.com/historia-de-la-refrigeracion-de-la-prehistoria-a-la-actualidad/>
- Cabrera G. y Muñoz D. (2008). Aspectos Básicos De Refrigeración Para La Agroindustria. ... y Agroindustrial, 6(2), 86–93. <http://agris.fao.org/agris-search/search/display.do?f=2011/CO/CO1004.xml;CO2010E00011>
- Campos Gómez, A. E., y Martínez Roque, S. A. (2019). Estudio De Pre-Factibilidad Para La Instalación De Una Planta Empacadora De Mango Fresco Refrigerado Variedad Kent (Mangifera Indica L.) Con Fines De Exportación”. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Cengel, Y. A., Boles, M. A., y Kanoglu, M. (2019). Termodinámica (G. Domínguez Chávez (ed.); Novena Edi). McGraw-Hill Global Education Holdings, LLC. All rights reserved.

- Cengel, Y. A., y Ghajar, A. J. (2011). Transferencia de calor y masa (A. L. Delgado Rodríguez y P. E. Roig (eds.); Cuarta Edi). The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.
- Cjacya Solis, R. (2015). Caracterización de la producción frutícola minifundista en la irrigación Majes - Región Arequipa [Universidad Nacional De San Agustín]. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/387>
- Código Nacional Eléctrico CNE-S. (2011). Descripción de las distancias de seguridad – Suministro 2011.
- COFRICO. (2021). Conservacion industrial de frutas y hortalizas y su correcta refrigeracion. COFRICO. <https://www.cofrico.com/procesos-industriales/refrigeracion-industrial-frutas-y-hortalizas-en-camaras-frigorificas-2/>
- Del Carpio Motta, L. A. (2019). Diseño De Cámaras De Congelamiento Para El Liofilizado De Banano, Mango Y Piña En La Procesadora Agroindustrial La Joya. Universidad Nacional De San Agustín De Arequipa.
- Fuentes Durán, G. P. (2020). Buenas Prácticas En Sistemas De Refrigeración Y Climatización (L. Alarcón Reyes y D. Puchi González (eds.); 1|). Ministerio del Medio Ambiente de Chile, la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial ONUDI y el Fondo Multilateral del Protocolo de Montreal.
- Gobierno de México. (2017). Fideicomiso de Riesgo Compartido. Recuperado de www.gob.mx
- Gordillo Alarcón, C. F. (2016). Sistema De Costeo De Un Packing De Refrigeración Para Conservación De Uva, Palta Y Granada En La Joya-Arequipa. Universidad Católica De Santa María De Arequipa.
- Guzmán, y Ortiz, W. (2018). Diseño De Planta Piloto De Refrigeración Industrial Y De Estrategia De Control. Universidad de Piura.
- Hoof, B. van, Monroy, N., y Saer, A. (2012). Buenas prácticas en Sistemas de Refrigeracion y Climatizacion. En INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION - INN.
- Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual. INDECOPI. (2020). NTP 339.027: Postes, Crucetas y Ménsulas de Concreto Armado para Redes de Distribución.

- Ministerio de Agricultura. (2007). Resolución Administrativa de Otorgamiento de Licencia de Uso de Aguas. Normas D.L. N° 17752 y D.S. N° 025-2007-AG. ANA – ALA.
- Ministerio de Cultura. (2013). Directiva 001-2013 VMPCIC: Normas y procedimientos para la emisión del Certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos en el marco de los Decretos Supremos N° 054 y N° 060-2013-PCM. Resolución viceministerial N° 037-2013-VMPCIC-MC.
- Ministerio de Cultura. (2014). Reglamento de Intervenciones Arqueológicas. Decreto Supremo N° 003-2014-MC.
- Ministerio de Energía y Minas. (2011). Código Nacional de Electricidad-Suministro. Normas Técnicas y Reglamento. SEAL.
- Moreyra Muñoz, J. C. (2019, marzo). La Uva Peruana: Una Oportunidad En El Mercado Mundial. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO, 1, 51.
- Nieto, A. (2008). El Frío en la Conservación de Alimentos. 05/2008. <https://www.mundohvacr.com.mx/2008/05/el-frio-en-la-conservacion-de-alimentos/>
- Ojeda Quispe, N. M. (2016). Establecimiento De Una Planta De Empaque En El Servicio De Maquila De Uva De Mesa Para Exportación. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Pilatasig Yanchaguano, Á. I., y Manrique Caicedo, D. J. (2013). Cálculo de la Instalación Frigorífica para una Cámara de Refrigeración para Brócoli. Escuela Superior Politécnica Del Litoral.
- Pita, E. (1991). Principios y sistemas de refrigeración (Editorial Limusa (ed.); Primera Ed). Editorial Limusa. http://cataleg.upc.edu/record=b1075607~S1*cat
- Rios Paez, B. A. (2019). Diseño De Un Sistema De Refrigeración Para Una Planta De Sacrificio De Ganado Bovino De Acuerdo Con La Normativa Técnica, Para Acaire. BENJAMIN ALEXANDER RIOS PAEZ FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA.
- Romero Dominguez, M. (2014). Diseño De Una Instalación De Refrigeración Industrial. Universitat Politècnica de Catalunya.
- Saldivar Galarza, R. J. (2019). Implementación De Una Cámara De Refrigeración Para Almacenamiento De Palta Hass Con Una Capacidad De 1680 Toneladas. Pontificia Universidad Católica Del Perú.

- Ulises. (2019). Especificaciones Técnicas de Suministro de Materiales. Recuperado de <https://example.com/especificaciones-tecnicas-de-suministro-de-materiales>
- Vásquez Benavides, J. L., y Jara Polanco, J. N. (2013). Cálculo de una cámara de frío para conservación de hielo, hortalizas y frutas congeladas. Universidad del Bío-Bío.
- Vásquez Quiroz, G. A. (2020). Proyecto De Pre-Factibilidad De Una Planta De Refrigeración Industrial Por Absorción En El Distrito De Majes Para Una Capacidad De 256 kW. Universidad Católica de Santa María.
- Virgil, M. (2017). Sistema De Refrigeracion por Compresion. *Termodinámica*, 1(2), 53. <https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/17271/1/refrigeracion.pdf>





ANEXOS

Anexo 1: Cronograma del proyecto

↳	▣ INGENIERIA Y CONSTRUCCION DEL PACKINK "FUNDO CATOLICA"	160 días	
↳	▣ CIVILES	35 días?	
↳	OBRAS DE CONCRETO	25 días?	
↳	CONSTRUCCION DE PLANTA	10 días?	
↳	▣ PROYECTO MECANICO	33 días	
↳	CALCULOS E INGENIERIA A DETALLE MECANICA	6 días	
↳	INSTALACIONES DE APARAMENTA	4 días	
↳	INSTALACION DE MOTORES	14 días	
↳	INTALACION DE MAQUINARIA	7 días	
↳	INSTALACION DE BANDEJAS	5 días	
↳	INSTALACION DE CLIMATIZACION	5 días	
↳	INSTALACION DE CANALIZACIONES	4 días	
↳	SISTEMAS DE FRIO	4 días	

↳	▣ PROYECTO ELECTRICO	92 días	
↳	▣ SUMINISTRO Y MONTAJE ELECTROMECHANICO LINEA PRIMARIA	37 días	
↳	TRAZO E INGENIERIA A DETALLE	20 días	
↳	APERTURA Y RELLENO DE ZANJAS PARA POSTES, RETENIDAS Y PUESTA A TIERRA	6 días	
↳	TRANSPORTE E INSTALACION DE POSTES	5 días	
↳	TRANSPORTE E INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA	6 días	
↳	TRANSPORTE E INSTALACION DE RETENIDAS	5 días	
↳	TENDIDO Y MONTAJE DE CONDUCTORES	4 días	
↳	▣ SUMINISTRO Y MONTAJE ELECTROMECHANICO SUBESTACION DE DISTRIBUCION	47 días	
↳	MONTAJE DE CASETA DE SUBESTACION	15 días	
↳	INSTALCION DE CABLE DE ACOMETIDA Y SUBESTACION	6 días	
↳	MONTAJE DE PROTECCIONES, MEDICION Y DISTRIBUCION	8 días	
↳	INSTALACION DE PUESTA A TIERRA	6 días	
↳	MONTAJE DE TRANSFORMADORES	14 días	
↳	MONTAJE DE PARARAYOS	5 días	
↳	PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE SUBESTACION	4 días	

↳	▣ SUMINISTRO Y MONTAJE ELECTROMECHANICO DE DISTRIBUCION INDUSTRIAL	10 días	
↳	MONTAJE DE TABLEROS DE DISTRIBUCION	6 días	
↳	INTALACION DE CONDUCTORES	4 días	
↳	MONTAJE DE DERIVACIONES	3 días	

Anexo 2: Tablas para elaboración de cálculos

Tabla 67

Selección de espesor de corcho

Temperatura de la Cámara °F	Espesor de Corcho Requerido
-45 a -15	10"
-15 a 0	8"
0 a 15	7"
15 a 25	6"
25 a 35	5"
35 a 50	4"
50 a 60	3"

Nota: American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, (2018)

Tabla 68

Factores de Ganancia por Paredes.

ESPESOR DE CORCHO [pulg]	(Te - Ti)°F																	
	1	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
3	2,40	96	108	120	132	144	156	168	180	192	204	216	228	240	252	264	276	288
4	1,80	72	81	90	99	108	117	126	135	144	153	162	171	180	189	198	207	216
5	1,44	58	65	72	79	87	94	101	108	115	122	130	137	144	151	153	166	179
6	1,20	48	54	60	66	72	78	84	90	96	102	108	114	120	126	132	133	134
7	1,03	41	46	52	57	62	67	72	77	82	88	93	98	103	108	113	118	123
8	0,90	36	41	45	50	54	58	63	68	72	77	81	86	90	95	99	104	109
9	0,80	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88	92	96
10	0,72	29	32	36	40	43	47	50	54	58	61	65	68	72	76	79	82	85
11	0,66	26	30	33	36	40	43	46	50	53	56	60	63	66	68	73	78	83
12	0,60	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69	72
13	0,55	22	25	28	30	33	36	39	41	44	47	50	52	55	58	61	64	67
14	0,51	20	23	26	28	31	33	36	38	41	43	46	49	51	54	56	58	60
15	0,48	19	22	24	26	29	31	34	36	38	41	43	46	48	51	51	56	58

Nota: American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, (2018)

Tabla 69*Cambio de Aire para Temperaturas**Mayores de 32°F*

Volumen (pies³)	Cambios (dia)
200	44,0
250	38,0
300	29,5
400	26,0
500	23,0
600	20,0
800	17,5
1000	14,0
1500	12,0
2000	9,5
3000	8,2
4000	7,2
6000	6,5
8000	5,5
10000	4,9
15000	3,9
20000	3,5
25000	3,0
30000	2,7
40000	2,3
50000	2,0
75000	1,6

100000

1,4

**Nota: American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers,
(2018)**



Tabla 70*Calor Introducido a la Cámara*

		Te (°F)								
Temperatura de la Cámara (°F)	(Temperatura exterior)									
	85	90		95		100				
		Humedad relativa								
		50	60	50	60	50	60	50	60	
65		0,35	0,85	0,90	1,17	1,24	1,54	1,58	1,95	
60		0,85	1,03	1,13	1,37	1,44	1,74	1,78	2,15	
55		1,12	1,34	1,41	1,66	1,72	2,01	2,06	2,44	
50		1,32	1,54	1,62	1,87	1,93	2,22	2,28	2,64	
45		1,50	1,73	1,80	2,06	2,12	2,42	2,47	2,83	
40		1,69	1,92	2,00	2,26	2,31	2,62	2,67	3,05	
35		1,86	2,09	2,17	2,43	2,49	2,70	2,85	3,24	
30		2,00	2,24	2,25	2,51	2,64	2,94	2,95	3,55	
Temperatura de la Cámara (°F)		Te (°F)								
(°F)		(Temperatura exterior)								
		40	50		90		100			
		Humedad relativa								

	70	80	70	80	50	60	50	60
30	0,24	0,29	0,58	0,66	2,26	2,53	2,95	3,35
25	0,41	0,45	0,75	0,83	2,44	2,71	3,14	3,54
20	0,56	0,61	0,91	0,99	2,62	2,90	3,33	3,73
15	0,71	0,75	1,06	1,14	2,80	3,07	3,51	3,92
10	0,75	0,89	1,19	1,27	2,93	3,20	3,64	4,04
5	0,98	1,03	1,34	1,42	3,12	3,40	3,84	4,17
0	1,12	1,17	1,48	1,56	3,28	3,56	4,01	4,40
-5	1,23	1,28	1,59	1,67	2,41	3,69	4,15	4,57
-10	1,35	1,41	1,73	1,81	3,56	3,85	4,31	4,74
-15	1,50	1,53	1,85	1,92	3,67	3,96	4,42	4,86
-20	1,63	1,68	2,01	2,09	3,88	4,18	4,66	5,10
-25	1,77	1,80	2,12	2,21	4,00	4,30	4,78	5,21
-30	1,90	1,95	2,29	2,38	4,27	4,51	4,90	5,14

Nota: American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, (2018)

Tabla 71

Calor Específico de Algunos Producto

Mercancia	Condiciones de Almacenamiento			Punto de Congelación más alto °F	Calor Específico Arriba del punto de congelación BTU/Lb/°F	Calor Específico Abajo del punto de congelación BTU/Lb/°F	Calor Latente de Fusión BTU/Lb	Densidad Aprox. de la Carga del Producto Lb/pie ³
	Temp. Almacenamiento °F	Humedad Relativa %	Vida* Aprox. de Almacenamiento					
Manzanas	30-40	90	3-8 meses	29.3	0.87	0.45	121	28
Espárragos	32-38	95	2-3 semanas	30.9	0.94	0.48	134	25
Aguacates	45-55	85-	2-4 semanas	31.5	0.72	0.40	94	19
Plátanos	55-65	85-95	-	30.6	0.80	0.42	108	-
Habas	-	-	-	30.1	0.73	0.40	40	-
Secas	-	-	-	-	0.30	0.24	-	-
Frijol verde(ejote)	40-45	90-95	7-10 días	30.7	0.91	0.47	128	14
Lima	32-40	90	1 semana	31.0	0.73	0.40	94	-
Cerveza barril	35-40	-	3-8 semanas	28.0	0.92	-	129	-
Botellas, latas	35-40	-	3-6 meses	28.0	0.92	-	129	-
Remolacha, residuos	32	65 o abajo	4-6 meses	30.1	0.80	0.46	125	23
Zarzamora	31-32	95	3 días	30.5	0.88	0.46	122	19
Pan	-	-	1-3 meses	16 a 20	0.70	0.34	46-53	-
Masa	35-40	85-90	3-72 horas	-	0.75	-	-	-
Brocoli brotado	32	95	10-14 días	29.0	0.92	0.47	130	13
Coles brotando	32	95	3-5 semanas	30.5	0.88	0.46	122	-
Co(Col mariposa)	32	85-100	3-4 meses	30.4	0.94	0.47	132	17
Zanahoria madura	35	95-100	5-9 meses	29.5	0.90	0.46	128	22
Coliflor	35	95	2-4 semanas	30.0	0.93	0.47	132	16
Apio	32	95	1-2 meses	31.1	0.95	0.48	135	30
Cereza agria	31-32	90-95	3-7 días	29.0	0.87	-	120	18
Dulce	30-31	90-95	2-3 semanas	28.8	0.84	-	-	-
Chocolate	50-65	40-50	2-3 meses	95-85	0.30	0.55	40	-
Cocoa	32-40	50-70	1 año, más	-	-	-	-	-
Coco	32-35	80-85	1-2 meses	30.4	0.58	0.34	67	-
Café verde	35-37	80-85	2-4 meses	-	0.30	0.24	14-21	-
Maíz dulce(fresco)	32	95	4-8 días	30.9	0.79	0.42	106	16
Elotes	-	-	-	28.9	0.79	0.42	106	-
Papino	50-55	90-95	10-14 días	31.1	0.97	0.49	137	20
Pasas, grosella	31-32	91-95	10-14 días	30.2	0.88	0.45	120	-
Productos lácteos								
Queso chedar	40	65-70	6 meses	8.0	0.50	0.31	53	40
Queso procesado	40	62-70	12 meses	19.0	0.50	0.31	56	40
Mantequilla	40	75-85	1 mes	-4 a 31	0.50	0.25	23	-
Crema	35-40	-	2-3 semanas	31.0	0.66-0.80	0.36-0.42	79-107	-
Helado	-20 a -15	-	3-12 meses	21.0	0.66-0.70	0.37-0.39	86	25
Leche entera líquida	32-34	-	2-4 meses	31.0	0.3	0.46	125	-
Pasteurizada grado A	40	-	1-5 meses	5.0	0.42	0.28	40	-
Condensada, endulzada	40	-	2-4 meses	29.5	0.79	0.42	106	-
Evaporada	0 ó 32	75 o menos	6-12 meses	3.7	0.36	0.26	29	24
Dátil secado	31-32	90-95	3 días	27.0	0.88	-	-	-
Zarzamora	32	50-60	9-12 meses	-	0.31-0.41	0.26	20-37	45
Fruitas secas								
Berenjena	45-50	90-95	7-10 días	30.6	0.94	0.48	132	-
Huevo	29-31	80-85	3-6 meses	28.0	0.73	0.40	96	19
Refrigerado en cultivo	50-55	70-75	2-3 semanas	28.0	0.73	0.40	96	19
Congelado entero	0 ó abajo	-	un año, más	28.0	0.73	0.42	106	41
Higo seco	32-40	50-60	9-12 meses	-	0.39	0.27	34	45
Fríeso	31-32	85-90	7-10 días	27.6	0.82	0.43	112	21
Pescado fresco	30-35	90-95	5-15 días	28.0	0.70-0.86	0.38-0.45	89-122	-
Pescado congelado	-20 a -4	90-95	6-12 meses	28	0.76	0.41	101	-
En hielo	-	-	-	-	0.76	0.41	101	-
Abadejo, bacalao	30-35	90-95	15 días	28	0.82	0.43	112	35
Salmón	30-35	90-95	15 días	28	0.71	0.39	92	33
Ahumado	40-50	50-60	6-8 meses	-	0.70	0.39	92	-
Camaron	31-34	95-100	12-14 días	28	0.86	0.45	119	-
Cangrejos, langostas, mariscos lesos	30-33	86-95	3-7 días	28.0	0.83-0.90	0.44-0.46	113-125	-
Aluñ	30-35	90-95	15 días	28	0.76	0.41	100	35
Forro de piel y tejidos	34-40	45-55	varios años	-	-	-	-	-
Ajo seco	32	65-70	6-7 meses	30.5	0.69	0.40	89	-
Grosella espinosa	31-32	90-95	2-4 semanas	30.0	0.90	0.46	126	19
Torronja	50-60	85-90	4-6 semanas	30.0	0.91	0.46	126	30
Uva tipo americana	31-32	65-80	2-8 semanas	29.7	0.86	0.44	116	29
Uva europea	30-31	90-95	3-6 meses	28.1	0.86	0.44	116	29
Verdes frondosas	32	95	10-14 días	30.0	0.91	0.48	136	32
Guayaba	45-50	90	2-3 semanas	-	0.86	-	-	-
Miel	38-50	50-60	un año, más	-	0.35	0.26	26	-
Rábano	30-32	95-100	10-12 meses	28.7	0.78	0.42	104	-
Col rizada	32	95	3-4 meses	31.1	0.89	0.46	124	-
Colnabo	32	95	2-4 semanas	30.2	0.92	0.47	126	-
Puerro verde	32	95	1-3 meses	30.7	0.88	0.46	126	-
Liriones	32 ó 50-58	85-90	1-6 meses	29.4	0.91	0.46	127	33
Lechuga	32-34	95-100	2-3 semanas	31.7	0.90	0.48	136	32
Limas	48-50	85-90	6-8 semanas	29.1	0.89	0.46	122	-

Nota: American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, (2018)

Tabla 72*Tiempos de Enfriamiento y Factores de Ritmo de Enfriamiento*

Producto	t_e (hrs)	f
Manzanas	24	0,667
Plátanos	12	0,10
Fresas	24	0,67
Dátiles	24	1,00
Uvas	20	0,80
Toronjas	22	0,70
Limonos	22	1,00
Limas	20	0,90
Naranjas	22	0,70
Duraznos	24	0,62
Peras	24	0,80
Piñas	3	0,67
Ciruelas	20	0,67
Membrillos	24	0,67

Nota: American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, (2018)

Tabla 73

Calor Liberado por Personas

Temperatura de la Cámara (°F)	Calor Liberado
50	720
40	840
30	950
20	1050
10	1200
0	1300
-10	1400
-20	1530
-30	1640

**Nota: American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers,
(2018)**

Tabla 74

Datos Termo físicos de Alimento

DATOS TERMOFISICOS DE ALIMENTOS
T2: PUNTO MEDIO CONGELACION QLAT: CALOR LATENTE CONGELACION
Cp: CALOR ESPECIFICO. K: CONDUCTIVIDAD TERMICA. 1: PRODUCTO
DESCONGELADO. 2: PRODUCTO CONGELADO.

ALIMENTOS	T ₂ °F	Q _{lat} Btu/ lb	Cp ₁ Btu/ lb°F	Cp ₂ Btu/ lb°F	K ₁ hr/ft ² /°F	K ₂ hr/ft ² /°F
ACEITE VEGETAL	29.40	108	0.80	0.42	0.28	1.10
ACEITUNAS	29.40	108	0.80	0.42	0.28	1.10
ACHICORIA (ENVIDIA)	29.40	108	0.80	0.42	0.28	1.10
AGUACATE	31.50	94	0.72	0.40	0.26	0.97
AGUATURMA, ALCACHOFA	27.50	114	0.84	0.44	0.28	1.15
JERUSALEM	27.50	114	0.84	0.44	0.28	1.15
AJO SECO	30.50	89	0.69	0.40	0.25	0.92
ALBARICOQUE	30.10	112	0.87	0.46	0.29	1.22
ALCACHOFA	29.90	120	0.87	0.45	0.29	1.20
ALCACHOFA TUBEROSA	29.90	120	0.87	0.45	0.29	1.20
CHINA	---	---	---	---	---	---
ALFALFA-HARINA	---	---	---	---	---	---
ALIMENTO ENLATADO	---	---	---	---	---	---
ALIMENTOS SECOS	---	---	---	---	---	---
APIO	30.00	122	0.88	0.45	0.29	1.22
APIO ESPAÑA, CELERY	31.10	135	0.95	0.48	0.31	1.33
APIO NABO	30.30	126	0.92	0.46	0.30	1.26
ARANDANO-AMERICANO	30.40	124	0.90	0.46	0.29	1.25
ARANDANO-AZUL/MIRTILO	29.70	118	0.86	0.45	0.29	1.22
ARANDANO-ROJO	17-33	21-38	42-71	---	125-200	---
ARTOCARPA, JAQUEIRA	---	---	---	---	---	---
AVES	---	---	---	0.42	0.41	1.61
CONGELADAS, EVICERADAS	---	---	---	---	---	---
AVES FRESCAS	30.90	111	0.82	0.43	0.28	1.13
BANANA CAVENDISH MADURA	30.60	108	0.80	0.42	0.27	1.10
BANANA CAVENDISH/	30.60	108	0.80	0.42	0.27	1.10
ENANA/G/ENANA VERDE	30.60	108	0.80	0.42	0.28	1.10
BANANA GROS MICHEL	30.60	108	0.80	0.42	0.28	1.10
BANANA LACATAN MADURA	30.60	108	0.80	0.42	0.28	1.10
BANANA LACATAN VERDE	30.60	108	0.80	0.42	0.28	1.10
BANANA LATUNDAN MADURA	30.60	108	0.80	0.42	0.28	1.10
BANANA LATUNDAN VERDE	30.60	108	0.80	0.42	0.28	1.10
BANANA POOVAN VERDE	30.60	108	0.80	0.42	0.28	1.10
BATATA, BONIATO	30.60	129	0.92	---	0.30	1.28
BERENJENA	30.60	132	0.94	0.48	0.31	1.32
BRÓCOLI	30.90	130	0.92	0.47	0.30	1.28
CACAO	---	---	---	---	---	---
CACTUS, HIGO CHUMBO	---	---	0.89	---	---	---
CAFE-VERDE	---	14-21	0.30	0.24	0.17	0.34
CALABACIN INVIERNO	30.30	127	0.91	---	0.17	1.26

Nota: Barreiro y Sandoval, (2016)

Tabla 75*Resumen de Cargas Térmicas para túnel de enfriamiento*

CONDICIONES DE INGRESO		
Temperatura exterior	28°C	82,4°F
Temperatura interior	-1°C	30,2°F
CARACTERÍSTICAS DEL TÚNEL		
Largo	12 m	39,4 ft
Ancho	4 m	13,1 ft
Alto	4 m	13,1 ft
CONDICIONES DEL PRODUCTO A INGRESAR		
Producto	Temperatura de almacenamiento	Humedad Relativa %
Uva	-1°C	85-90
Palta	10°C	85-90
Granada	0°C	90-95
CARGAS TÉRMICAS		
Variación de temperatura		-8,2°C
Espesor del corcho		100 mm
Factor de ganancia por paredes		0,00987 <i>kW/m²</i>
Área exterior		281,96 <i>m²</i>
Carga Por Pared Techo y Piso		2,78 kW
Volumen de uva		6192 kg
Calor específico arriba del punto de congelación de la uva		0,88

factor de ritmo de enfriamiento de uva	0,8 <i>kcal/(kg°C)</i>
Tiempo de enfriamiento uva	18 horas
Carga térmica por producto	12,72 kW
Número de envases	720
Peso de envases	0,32 kg
Calor específico cartón parafinado	0.693 <i>kcal/(kg°C)</i>
Tiempo de funcionamiento	18 horas
Carga térmica por envases	0,30 kW
Volumen de uva	6192 kg
Factor de respiración	11,31 <i>w/tonelada</i>
Carga térmica por respiración	0,07 kW
TOTAL	
Número de túneles	2
Carga túnel	15,88 kW
Factor 10% dimensionamiento motores y equipos	17,46 kW
CARGA TOTAL DE TUNEL	34,92 kW

Anexo 3



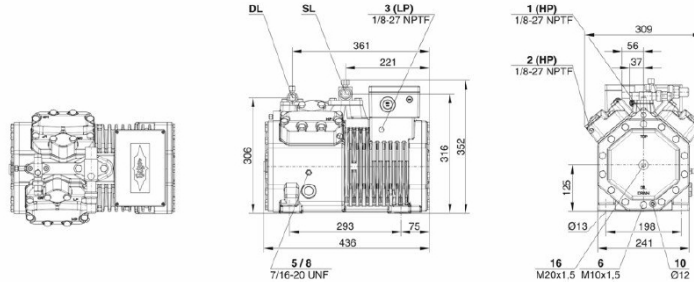
BITZER Software v6.17.8 rev2725

15.08.2022 / All data subject to change.

3 / 6

Technical Data: 4EES-4Y

Dimensions and Connections



Technical Data

Technical Data

Displacement (1450 RPM 50Hz)	22,72 m ³ /h
Displacement (1750 RPM 60Hz)	27,42 m ³ /h
No. of cylinder x bore x stroke	4 x 46 mm x 39,3 mm
Weight	93 kg
Max. pressure (LP/HP)	19 / 32bar
Connection suction line	28 mm - 1 1/8"
Connection discharge line	16 mm - 5/8"
Oil type R134a/R407C/R404A/R507A/R407A/R407F	BSE32(Standard) R134a tc>70°C: BSE55 (Option)
Oil type R22 (R12/R502)	B5.2 (Option)
Oil type R1234yf	BSE32 (Standard) R1234yf tc>70°C : BSE55 (Option)
Oil type R1234ze	BSE55 (Standard) to>15°C: BSE85K (Option) tc>70°C: BSE85K (Option)
Öfüllung R454C/R455A	BSE32 (Standard)
Oil type R515B	BSE55 (Standard) to>15°C: BSE85K (Option) tc>70°C: BSE85K (Option)

Motor data

Motor version	2
Motor voltage (more on request)	380-420V Y-3-50Hz
Max operating current	12,2 A
Starting current (Rotor locked)	53,5 A
Max. Power input	6,9 kW

Extent of delivery (Standard)

Motor protection	SE-B3(Standard), SE-B2(Option)
Enclosure class	IP66
Vibration dampers	Standard
Oil charge	2,00 dm ³
Discharge shut-off valve	Standard
Suction shut-off valve	Standard

Available Options

Discharge gas temperature sensor	Option
Capacity control	100-50% (Option)
Capacity Control - infinite	100-10% (Option)
Additional fan	Option
Crankcase heater	0..120 W PTC (Option)
Oil level monitoring	OLC-K1 (Option)

Sound measurement

Sound power level (-10°C / 45°C)	71,6 dB(A) @ 50Hz
Sound power level (-35°C / 40°C)	72,5 dB(A) @ 50Hz

Anexo 4

Leistungstabellen 50 Hz

Capacity tables 50 Hz

GHN.2 - 1 Ventilator - 1 Fan																		
Typ Type	Nennleistung Nominal capacity R404A		Fläche Surface	Luftvolumenstrom Air volume flow	Wurfweite ohne Streamer Air throw without Streamer	Wurfweite mit Streamer Air throw with Streamer	Schalldruck Sound pressure	Anschlüsse Connections					El. Abtauheizung El. defrost			Anschlusschema Connection diagram	aufgenommene elektrische Leistung power consumption total	Anschlussklemmen optionale Ventilatorkabelung connection terminals optional fan wiring
	SC2 DTI = 8 K t ₂ = -8 °C	SC3 DTI = 7 K t ₂ = -25 °C						Ein Inlet	Aus Outlet	Heißgas Block ein Hot gas coil inlet	Heißgas Wanne ein/aus Hot gas tray in/outlet	Block Coil	Tropfwanne Drip tray	Gesamt Total	W			
040.2D/14-ANW50	5,2	4,1	32,7	3060	11	24	52	16*	22,0	15	15	1620	700	2,32	1 x A	0,22	1 x F	
040.2F/14-ANW50	6,6	5,3	49,0	2810	10	23	52	16*	22,0	15	15	2700	1000	3,70	1 x B	0,22	1 x F	
045.2D/14-ANW50	8,5	6,6	51,3	5110	15	33	56	16*	22,0	15	15	2580	1200	3,78	1 x B	0,50	1 x F	
045.2E/14-ANW50	9,8	8,0	64,2	4860	14	32	56	16*	28,0	15	15	3440	1200	4,64	1 x B	0,51	1 x F	
050.2D/14-ANS50	11,1	8,7	67,3	6650	19	38	56	16*	28,0	15	15	3000	1300	4,30	1 x B	0,52	1 x I	
050.2E/14-ANS50	12,9	10,2	84,1	6470	19	36	56	16*	28,0	15	15	3750	1300	5,05	1 x B	0,53	1 x I	
050.2F/14-ANS50	14,5	11,7	100,9	6300	18	34	56	22*	35,0	15	15	4500	1950	6,45	1 x B	0,54	1 x I	
071.2D/14-AND50	19,6	15,8	117,6	11760	32	57	55	22*	42,0	15	15	6250	2700	8,95	1 x C	0,80	1 x G	
071.2E/14-AND50	22,6	18,0	147,0	11230	32	56	55	22*	42,0	15	15	7500	2700	10,20	1 x C	0,81	1 x G	
071.2F/14-AND50	24,7	19,3	176,4	10790	31	54	55	22*	42,0	22	22	8750	2700	11,45	1 x C	0,82	1 x G	
080.2D/14-AND50	30,3	24,0	184,5	17970	39	68	63	22*	42,0	22	22	9000	3450	12,45	1 x C	1,35	1 x G	
080.2E/14-AND50	35,2	28,1	230,7	17280	38	66	63	28*	54,0	22	22	12000	3450	15,45	2 x C	1,36	1 x G	
080.2F/14-AND50	38,9	31,4	276,8	16720	37	64	63	28*	64,0	22	22	13500	3450	16,95	2 x C	1,36	1 x G	
040.2F/17-ANW50	5,6	4,5	28,8	3100	12	24	52	16*	22,0	15	15	2700	1000	3,70	1 x B	0,22	1 x E	
040.2H/17-ANW50	6,6	5,4	38,4	2930	11	23	52	16*	28,0	15	15	3240	1000	4,24	1 x B	0,22	1 x E	
045.2E/17-ANW50	7,9	6,2	37,7	5320	15	36	56	16*	22,0	15	15	3440	1200	4,64	1 x B	0,49	1 x E	
045.2F/17-ANW50	9,2	7,3	45,3	5190	14	35	56	16*	28,0	15	15	4300	1800	6,10	1 x B	0,50	1 x E	
045.2H/17-ANW50	10,9	8,8	60,4	4840	14	33	56	16*	35,0	15	15	6020	1800	7,82	1 x B	0,51	1 x E	
050.2F/17-ANS50	12,0	9,6	59,4	6700	20	38	56	16*	35,0	15	15	4500	1950	6,45	1 x B	0,51	1 x I	
050.2H/17-ANS50	14,3	11,5	79,1	6420	19	36	56	22*	35,0	15	15	6750	1950	8,70	1 x B	0,53	1 x I	
071.2E/17-AND50	18,4	14,7	86,5	12200	32	58	55	22*	42,0	15	15	7500	2700	10,20	1 x C	0,78	1 x G	
071.2F/17-AND50	21,0	16,7	103,8	11890	32	57	55	22*	42,0	22	22	8750	2700	11,45	1 x C	0,80	1 x G	
071.2H/17-AND50	25,0	20,1	138,4	11190	32	54	55	22*	42,0	22	22	11250	2700	13,95	1 x C	0,81	1 x G	
080.2E/17-AND50	28,2	22,4	135,7	18520	40	69	63	22*	42,0	22	22	12000	3450	15,45	2 x C	1,33	1 x G	
080.2F/17-AND50	32,1	25,0	162,8	18170	39	68	63	22*	42,0	22	22	13500	3450	16,95	2 x C	1,34	1 x G	
080.2H/17-AND50	38,4	30,3	217,1	17210	38	66	63	28*	54,0	22	22	18000	3450	21,45	2 x C	1,36	1 x G	
040.2F/110-ANW50	4,6	3,6	20,8	3210	13	25	52	16*	22,0	15	15	2700	1000	3,70	1 x B	0,21	1 x E	
040.2H/110-ANW50	5,7	4,6	27,7	3060	12	24	52	16*	22,0	15	15	3240	1000	4,24	1 x B	0,22	1 x E	
045.2E/110-ANW50	6,5	5,1	27,2	5530	15	37	56	16*	22,0	15	15	3440	1200	4,64	1 x B	0,48	1 x E	
045.2F/110-ANW50	7,7	6,1	32,6	5400	15	36	56	16*	28,0	15	15	4300	1800	6,10	1 x B	0,49	1 x E	
045.2H/110-ANW50	9,3	7,3	43,5	5070	14	34	56	16*	28,0	15	15	6020	1800	7,82	1 x B	0,50	1 x E	
050.2H/110-ANS50	12,3	9,9	57,0	6620	20	39	56	22*	35,0	15	15	6750	1950	8,70	1 x B	0,52	1 x I	
071.2E/110-AND50	14,9	12,0	62,3	12550	33	59	55	22*	42,0	15	15	7500	2700	10,20	1 x C	0,77	1 x G	
071.2F/110-AND50	17,5	14,0	74,8	12330	33	58	55	22*	42,0	22	22	8750	2700	11,45	1 x C	0,78	1 x G	
071.2H/110-AND50	21,4	16,7	99,7	11720	32	56	55	22*	42,0	22	22	11250	2700	13,95	1 x C	0,80	1 x G	
080.2F/110-AND50	26,8	21,2	117,3	18660	40	70	63	22*	42,0	22	22	13500	3450	16,95	2 x C	1,33	1 x G	
080.2H/110-AND50	33,4	26,6	156,4	17970	39	68	63	28*	54,0	22	22	18000	3450	21,45	2 x C	1,35	1 x G	
040.2F/112-ANW50	4,2	3,3	17,6	3300	14	24	52	16*	22,0	15	15	2700	1000	3,70	1 x B	0,21	1 x E	
040.2H/112-ANW50	5,3	4,2	23,5	3140	13	24	52	16*	22,0	15	15	3240	1000	4,24	1 x B	0,21	1 x E	
045.2E/112-ANW50	5,9	4,7	23,1	5650	16	37	56	16*	22,0	15	15	3440	1200	4,64	1 x B	0,48	1 x E	
045.2F/112-ANW50	6,9	5,4	27,7	5550	15	37	56	16*	22,0	15	15	4300	1800	6,10	1 x B	0,48	1 x E	
045.2H/112-ANW50	8,6	6,8	37,0	5260	15	35	56	16*	28,0	15	15	6020	1800	7,82	1 x B	0,49	1 x E	
050.2H/112-ANS50	11,3	9,1	48,4	6750	20	40	56	22*	35,0	15	15	6750	1950	8,70	1 x B	0,51	1 x I	
071.2E/112-AND50	13,4	10,8	52,9	12770	33	60	55	22*	42,0	15	15	7500	2700	10,20	1 x C	0,76	1 x G	
071.2F/112-AND50	15,9	12,8	63,5	12600	33	59	55	22*	42,0	22	22	8750	2700	11,45	1 x C	0,77	1 x G	
071.2H/112-AND50	19,8	15,6	84,7	12070	32	57	55	22*	42,0	22	22	11250	2700	13,95	1 x C	0,79	1 x G	
080.2F/112-AND50	24,3	19,4	99,6	19000	40	70	63	22*	42,0	22	22	13500	3450	16,95	2 x C	1,32	1 x G	
080.2H/112-AND50	30,7	24,6	132,9	18310	40	68	63	28*	54,0	22	22	18000	3450	21,45	2 x C	1,33	1 x G	

* Mehrfacheinspritzung
* Multiple injection



Die Wurfweitenangabe stellt die Entfernung vom Gerät dar, bei der isotherm in einem idealen Raum noch eine Luftgeschwindigkeit von 0,5 m/s messbar ist. Die Eindringtiefe des Luftstroms in den Kühlraum ist von den örtlichen Gegebenheiten (Raumgeometrie, Einbauten, Luftabkühlung, Platzierung und Bereifung der Geräte, Beladung des Kühlraums) abhängig.

The indicated air throw represents the distance from the unit to a point where an air velocity of 0.5 m/s can still be measured isothermally in an ideal space. The penetration depth of the air flow in the cold room depends on the surrounding conditions (spatial geometry, installed equipment, air cooling, positioning of units and frost formation, load in cold room).

Anexo 5

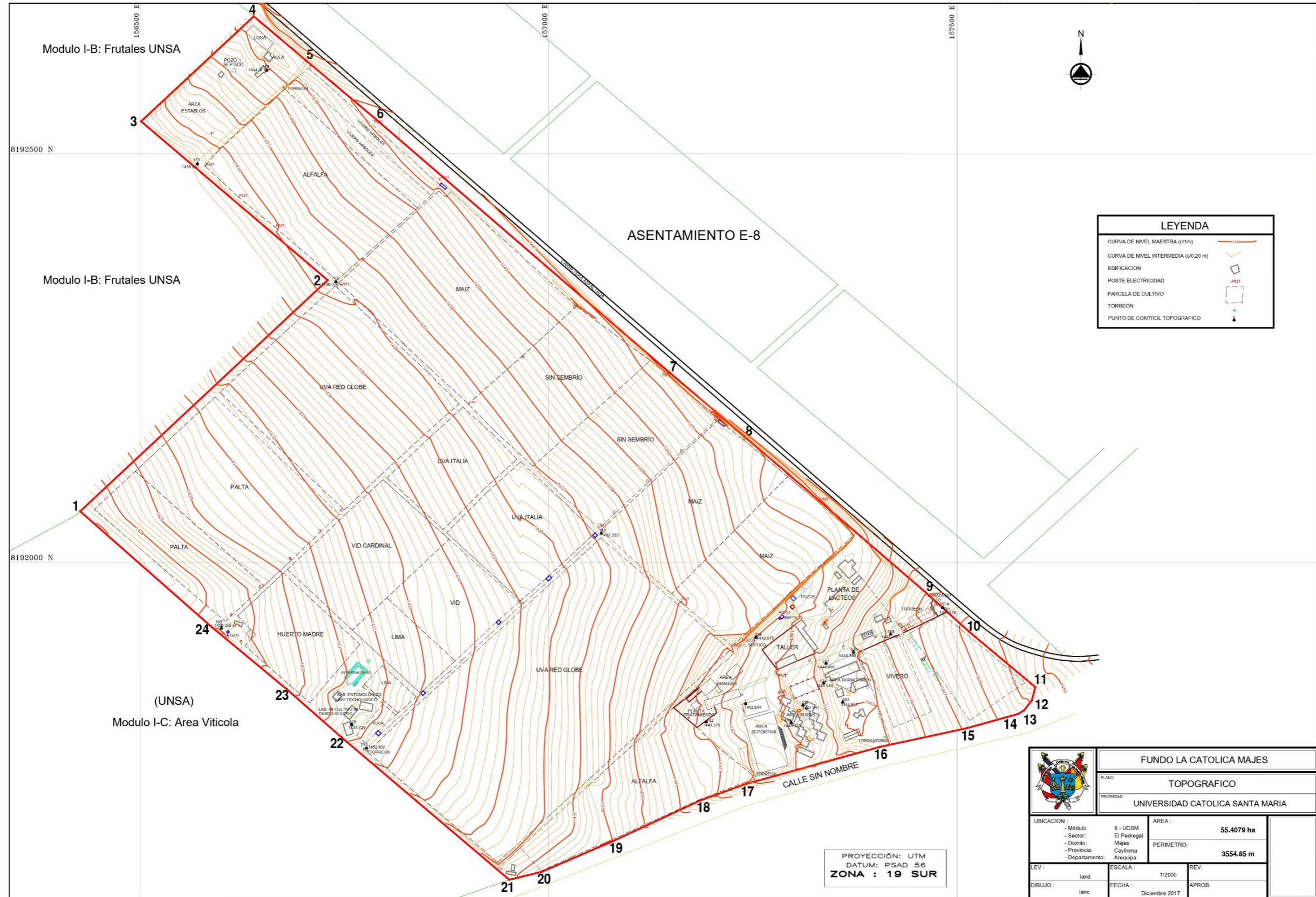
Condensadores Evaporativos FSI-N FSI-N Evaporative Condensers

Modelo Model	Capacidad Capacity	Ventiladores Fans			Bomba de agua Water pump		
		Cantidad Quantity	Caudal Flow rate m3/h	Pot. Total Total Power Kw	Cantidad Quantity	Caudal Flow rate m3/h	Pot. Total Total Power Kw
170	170	1	15.000	1,8	1	18	0,55
350	350	2	30.000	3,6	1	34	1,1
540	540	3	45.000	5,4	1	68	1,5
730	730	4	60.000	7,2	1	68	1,5
920	920	5	75.000	9	1	103	2,2
1050	1.050	6	90.000	10,8	1	103	2,2
1400	1.400	8	120.000	14,4	1	132	4
1800	1.800	10	150.000	18	1	180	5,5
2200	2.200	12	180.000	21,6	1	180	5,5
2500	2.500	14	210.000	25,2	2	206	4,4
2900	2.900	16	240.000	28,8	2	264	8
3300	3.300	18	270.000	32,4	2	264	8
3600	3.600	20	300.000	36	2	360	11

FACTORES DE CORRECCION POR TEMPERATURA (F) Temperature correction factors (Ft)													
Tc (°C)	Tbh (°C)												
	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
30	0.92	0.87	0.80	0.73	0.66	0.59	0.54	0.49	0.45	--	--	--	--
31	0.99	0.94	0.88	0.82	0.75	0.68	0.63	0.57	0.52	0.47	--	--	--
32	1.06	1.02	0.97	0.92	0.84	0.77	0.71	0.65	0.60	0.54	0.49	--	--
33	1.14	1.09	1.04	1.00	0.93	0.86	0.80	0.73	0.66	0.59	0.53	--	--
34	1.21	1.16	1.12	1.08	1.01	0.95	0.88	0.81	0.73	0.64	0.57	0.49	--
35	1.30	1.25	1.20	1.15	1.10	1.05	0.99	0.92	0.84	0.76	0.67	0.58	--
36	1.38	1.34	1.29	1.24	1.20	1.17	1.11	1.05	0.95	0.86	0.76	0.67	0.57
37	1.47	1.42	1.37	1.32	1.26	1.24	1.18	1.13	1.04	0.95	0.86	0.77	0.67
38	1.56	1.51	1.46	1.41	1.36	1.31	1.26	1.20	1.13	1.05	0.96	0.87	0.77

Modelo Model	Dimensiones Size			Conexiones Connections					Pesos Weights	
	A mm	B mm	C mm	1 (°)	2 (°)	3 (°)	4 (°)	5 (°)	Vacío Vacuum Kg	Operación Operation Kg
170	1.050	1.590	1.276	4"	4"	1 1/2"	2"	1 1/2"	1.680	1.930
350	2.050	2.590	1.276	4"	4"	1 1/2"	2"	1 1/2"	2.200	2.750
540	3.050	3.590	1.276	4"	4"	1 1/2"	2"	1 1/2"	2.600	3.400
730	4.010	4.550	1.276	4"	4"	1 1/2"	2"	1 1/2"	3.150	4.200
920	5.010	5.590	1.276	4"	4"	1 1/2"	2"	1 1/2"	4.000	5.350
1050	3.050	3.440	2.430	2 x 4"	2 x 4"	1 1/2"	2"	1 1/2"	4.850	6.300
1400	4.010	4.400	2.430	2 x 4"	2 x 4"	1 1/2"	2"	1 1/2"	5.700	7.650
1800	5.010	5.470	2.430	2 x 4"	2 x 4"	1 1/2"	2"	1 1/2"	6.950	9.400
2200	6.010	6.670	2.430	4 x 4"	4 x 4"	1 1/2"	2"	1 1/2"	8.000	10.950
2500	6.980	7.810	2.430	4 x 4"	4 x 4"	1 1/2"	2"	1 1/2"	10.100	13.550
2900	7.980	8.750	2.430	4 x 4"	4 x 4"	1 1/2"	2"	1 1/2"	10.900	14.850
3300	8.980	9.750	2.430	4 x 4"	4 x 4"	1 1/2"	2"	1 1/2"	12.200	16.650
3600	9.940	10.790	2.430	4 x 4"	4 x 4"	1 1/2"	2"	1 1/2"	13.450	18.400

Anexo 6



ASENTAMIENTO E-8

Modulo I-B: Frutales UNSA

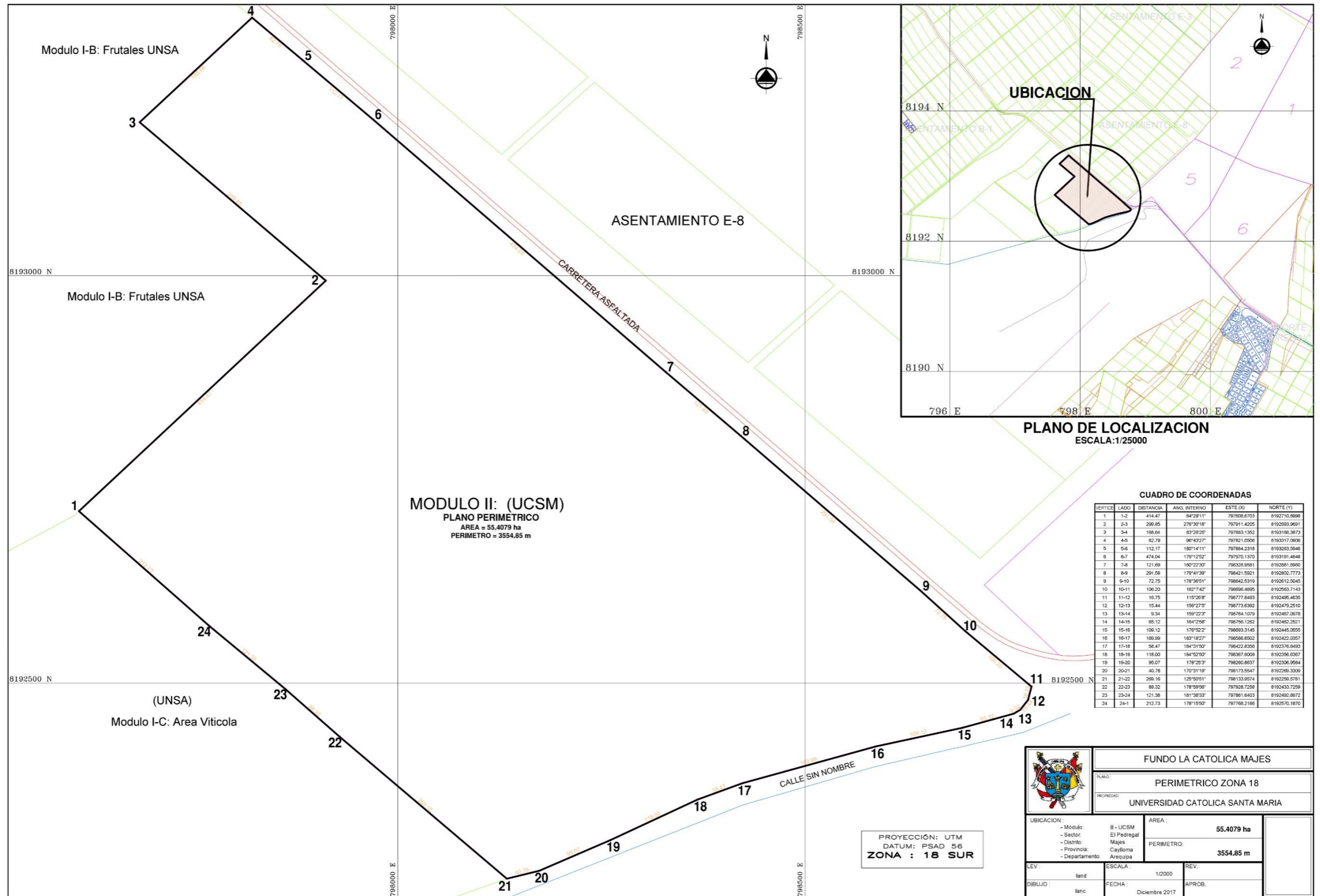
Modulo I-B: Frutales UNSA

(UNSA)
Modulo I-C: Area Viticola

LEYENDA	
CURVA DE NIVEL MAESTRA (±1m)	
CURVA DE NIVEL INTERMEDIA (±0.20 m)	
EDIFICACION	
POSTE ELECTRICIDAD	
PARCELA DE CULTIVO	
TORREON	
PUNTO DE CONTROL TOPOGRAFICO	

PROYECCION: UTM
DATUM: PSAD 56
ZONA : 19 SUR

	FUNDO LA CATOLICA MAJES	
	RAMO: TOPOGRAFICO	
PROPIEDAD: UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA		
UBICACION:	II - UCSM El Pedregal Majes	AREA: 55.4079 ha
- Módulo:	- Sector:	PERIMETRO: 3554.85 m
- Distrito:	- Provincial:	
- Departamento:		
LEV: land	ESCALA: 1/2000	REV:
DIBUJO: lanc	FECHA: Diciembre 2017	APROB:



MODULO II: (UCSM)
PLANO PERIMETRICO
 AREA = 55.4079 ha
 PERIMETRO = 3554.85 m

PLANO DE LOCALIZACION
 ESCALA: 1/25000

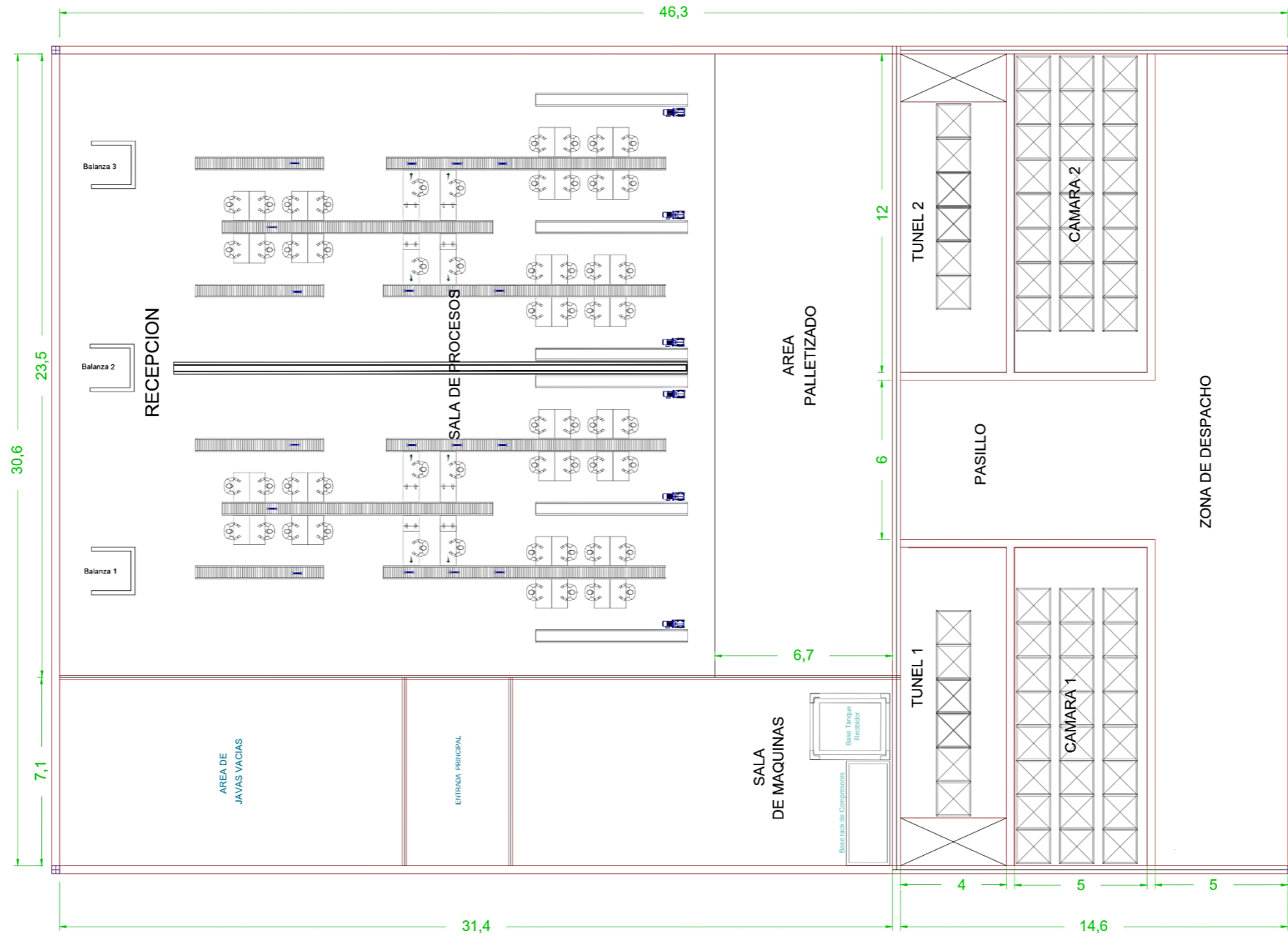
CUADRO DE COORDENADAS



VERTICE	LADO	DISTANCIA	ANGL INTERNO	ESTE (X)	NORTE (Y)
1	1-2	414.47	84°29'11"	787908.6703	819270.9698
2	2-3	299.85	278°30'18"	787911.4205	819293.9691
3	3-4	188.84	83°29'29"	787983.1352	819318.3873
4	4-5	82.78	96°43'27"	787821.0506	8193317.2606
5	5-6	112.17	100°14'11"	787884.2318	819323.3540
6	6-7	474.04	179°12'52"	787970.1370	8193191.4648
7	7-8	121.69	180°22'30"	788326.6581	819281.6890
8	8-9	291.58	179°41'39"	786421.5521	8192802.7773
9	9-10	72.75	178°38'51"	786642.5319	8192912.5045
10	10-11	106.20	182°7'42"	786996.4895	8192953.7143
11	11-12	161.75	119°28'18"	786777.8493	8192485.4635
12	12-13	15.44	156°22'9"	786773.6392	8192479.2510
13	13-14	9.34	159°22'9"	786764.1079	8192467.0678
14	14-15	65.12	164°2'58"	786756.1262	8192462.2521
15	15-16	106.12	170°52'2"	786693.3145	8192445.0555
16	16-17	169.09	183°18'27"	786586.6502	8192422.0257
17	17-18	58.47	184°31'50"	786422.8398	8192376.8493
18	18-19	118.00	184°52'50"	786367.8009	8192356.6367
19	19-20	95.07	178°25'9"	786280.8637	8192296.9584
20	20-21	40.78	170°31'19"	786173.5547	8192286.3309
21	21-22	269.16	126°50'51"	786133.9574	8192259.5781
22	22-23	86.32	178°59'59"	787928.7256	8192433.7259
23	23-24	121.38	181°38'33"	787861.6403	8192490.8672
24	24-1	212.73	178°19'50"	787768.2186	8192570.1870

PROYECCION: UTM
 DATUM: PSAD 56
 ZONA : 18 SUR

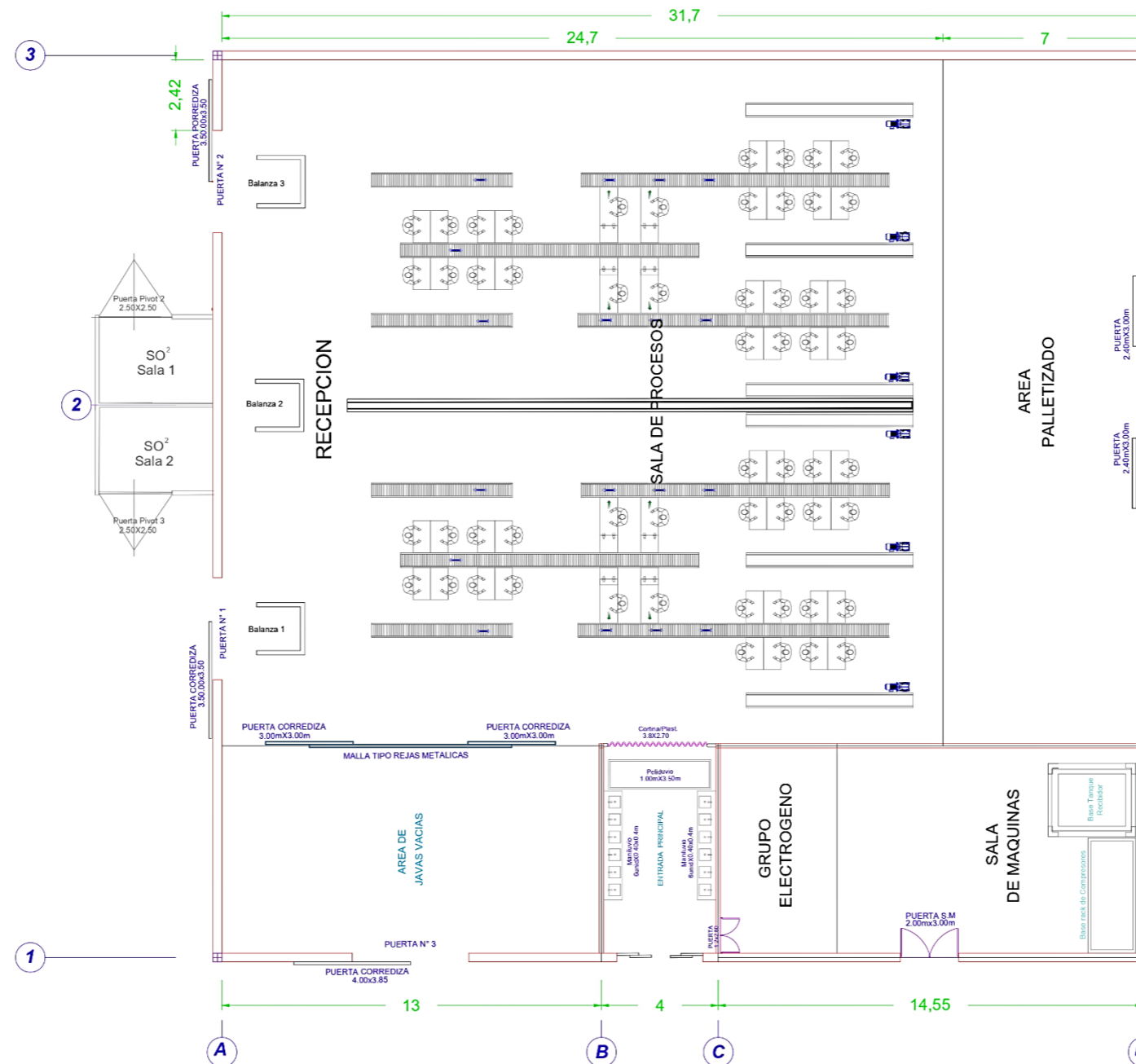
	FUNDO LA CATOLICA MAJES	
	PLANO: PERIMETRICO ZONA 18	
	PROPIEDAD: UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA	
UBICACION: - Módulo: II - UCSM - Sector: El Pedregal - Distrito: Majes - Provincia: Caylloma - Departamento:	AREA: 55.4079 ha PERIMETRO: 3554.85 m	
LEV: Ianc	ESCALA: 1/2000	REV:
DIBUJO: Ianc	FECHA: Diciembre 2017	APROB:



LAYOUT FINAL



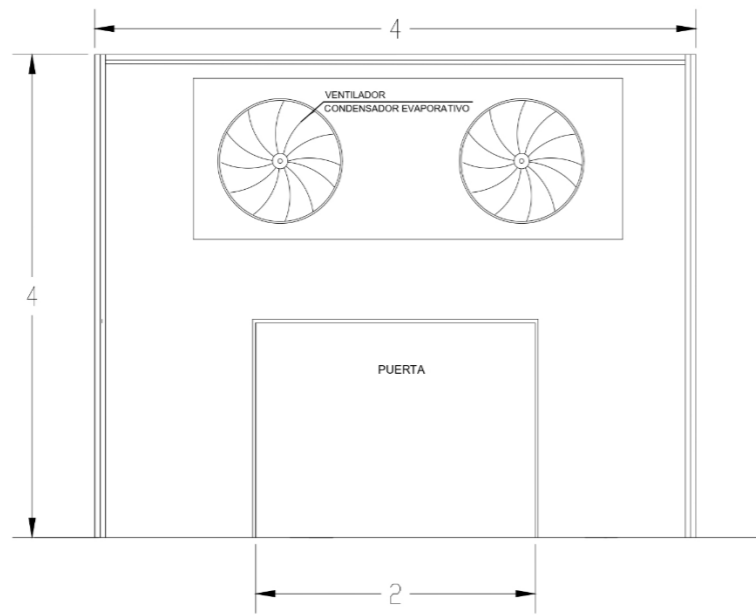
	FUNDO LA CATÓLICA MAJES			ESCALA: 1/100	FECHA: 22/11/2023
	NOMBRE PROYECTO: DISEÑO DE UNA PLANTA DE REFRIGERACIÓN INDUSTRIAL PARA EL FUNDO LA CATÓLICA				
PLANO: LAYOUT GENERAL	DIBUJADO: LUIS DEL CARPIO ALVAREZ EMMANUEL ZUÑIGA CALDERON	REVISADO:			

Áreas no climatizadas

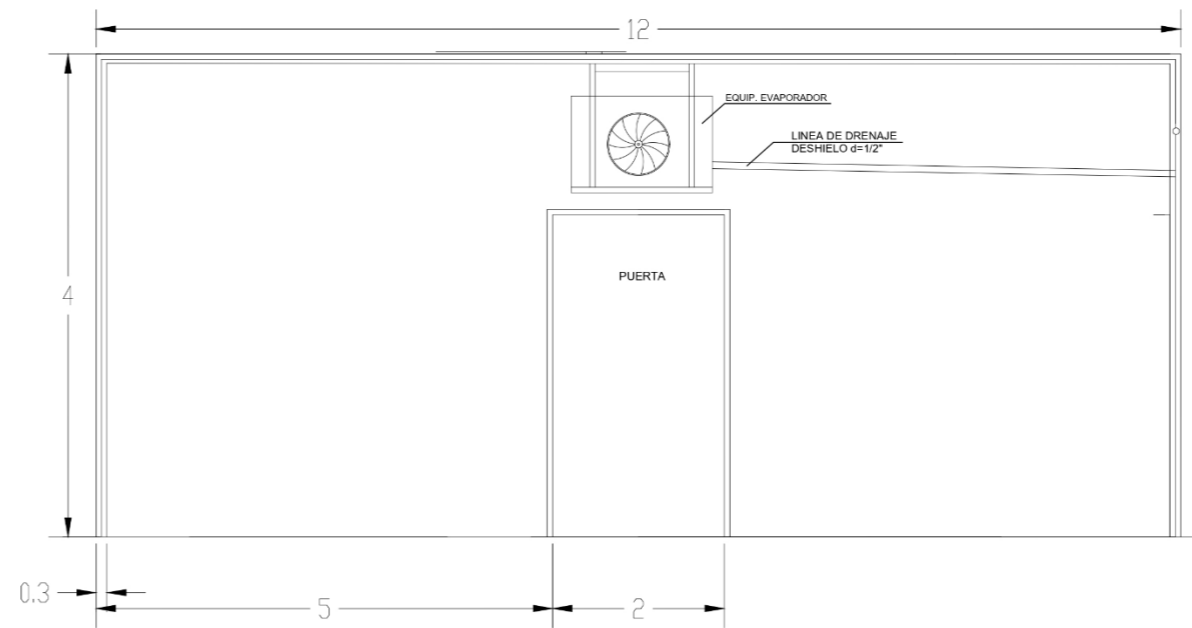


	FUNDO LA CATÓLICA MAJES		
	NOMBRE PROYECTO: DISEÑO DE UNA PLANTA DE REFRIGERACIÓN INDUSTRIAL PARA EL FUNDO LA CATÓLICA		
PLANO: AREAS NO CLIMATIZADAS	DIBUJANDO: LUIS DEL CARPIO ALVAREZ EMMANUEL ZUÑIGA CALDERON	REVISADO:	ESCALA: 1/100
			FECHA: 22/11/2023

Anexo 10



CORTE - TUNEL

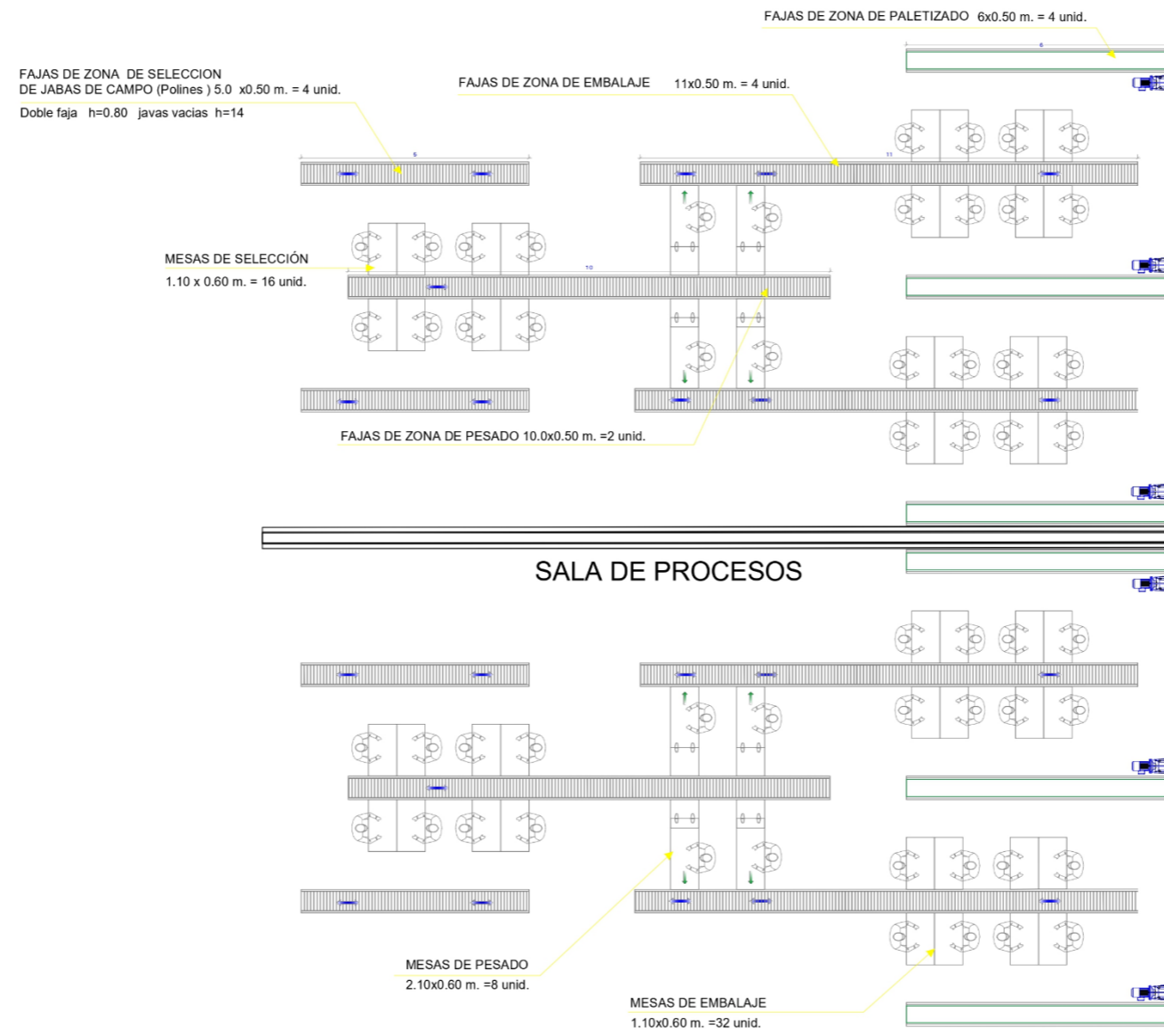




CORTE - CAMARA

CORTE DE TUNEL Y CAMARA

	FUNDO LA CATÓLICA MAJES			ESCALA: 1/50	FECHA: 22/11/2023
	NOMBRE PROYECTO: DISEÑO DE UNA PLANTA DE REFRIGERACIÓN INDUSTRIAL PARA EL FUNDO LA CATÓLICA				
PLANO: CORTE DE CAMARA Y TUNEL	DIBUJADO: LUIS DEL CARPIO ALVAREZ EMMANUEL ZUÑIGA CALDERON		REVISADO:		

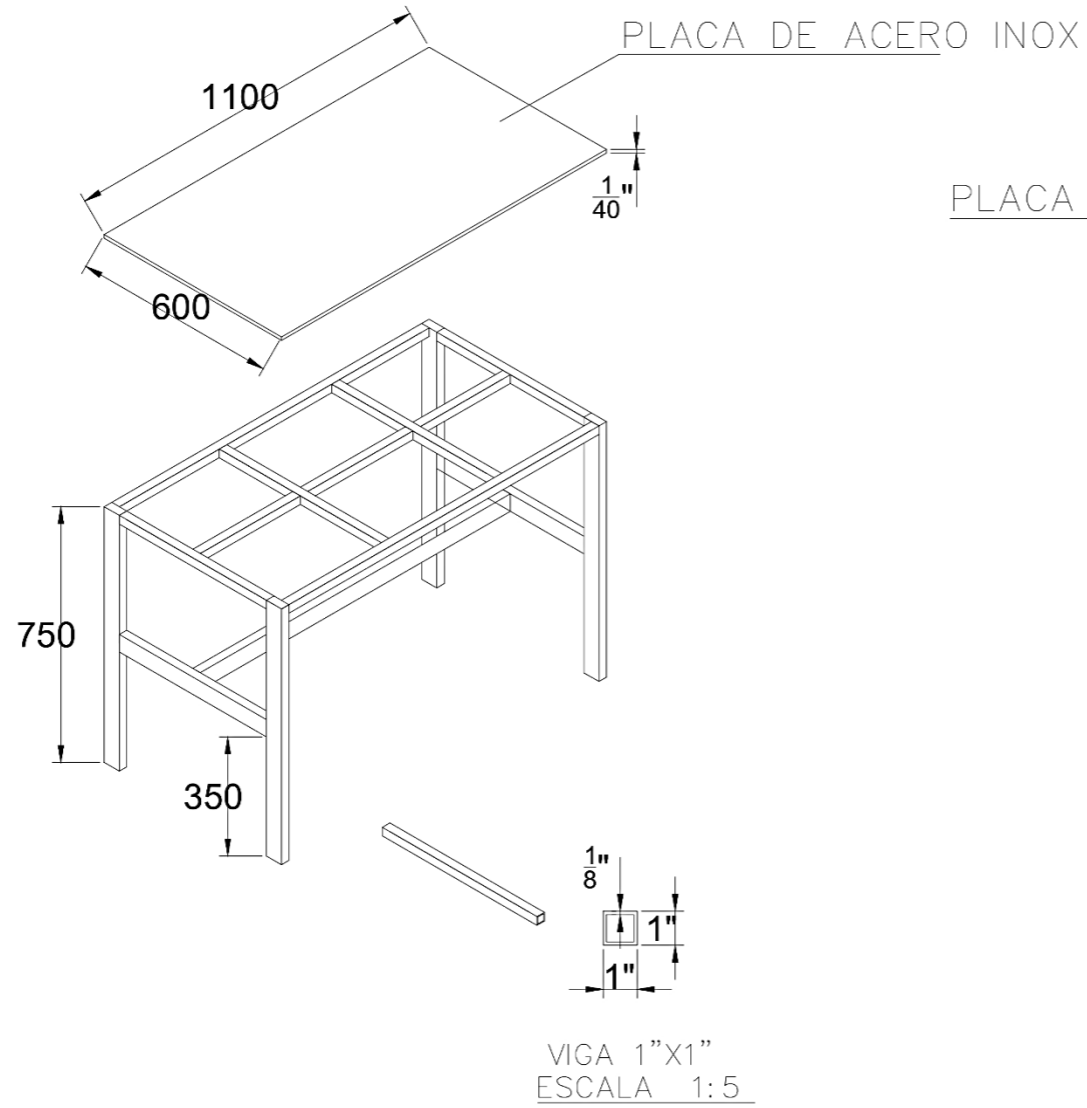
EQUIPOS DE SALA DE PROCESO



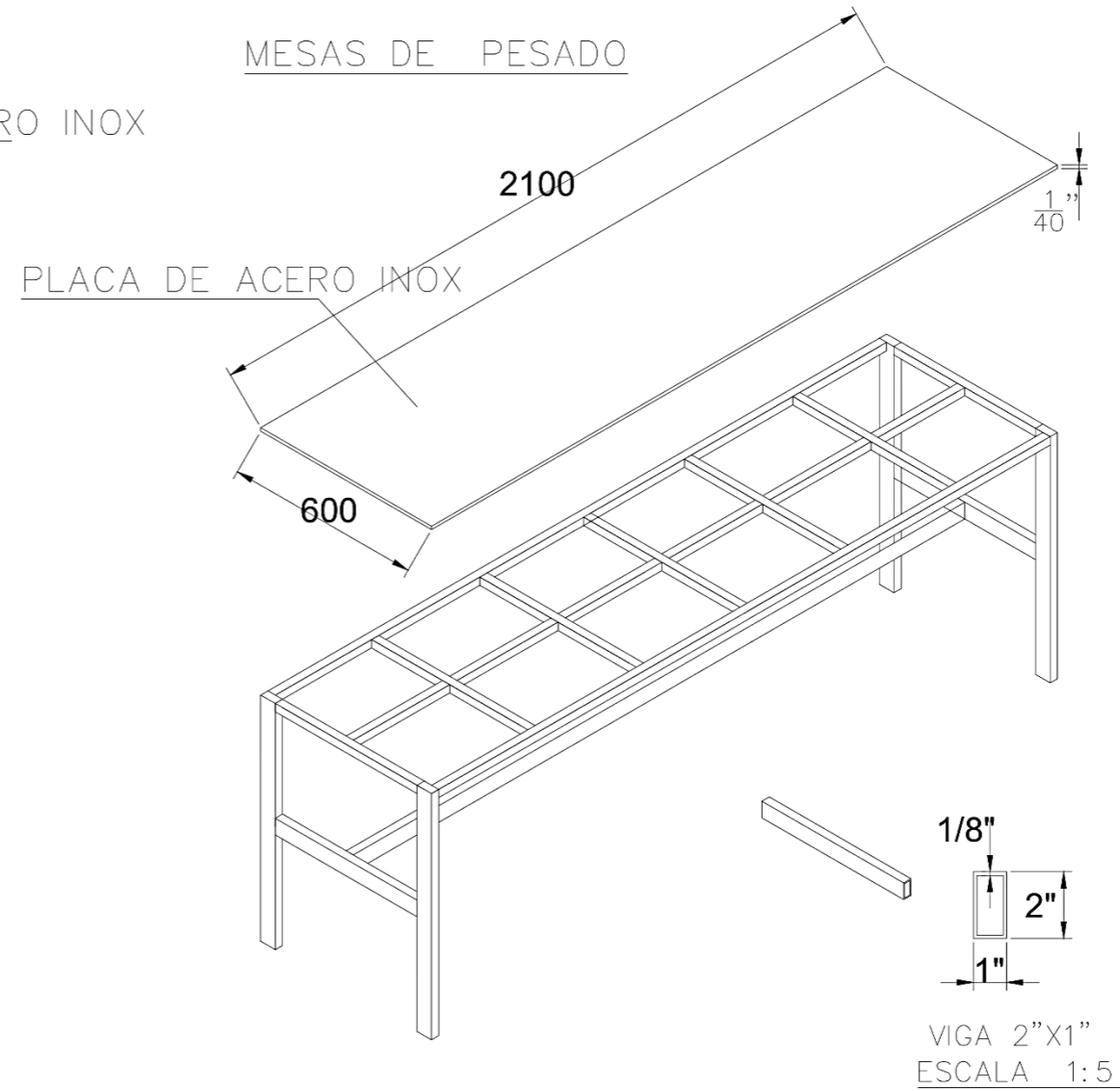
	FUNDO LA CATÓLICA MAJES		
	NOMBRE PROYECTO: DISEÑO DE UNA PLANTA DE REFRIGERACIÓN INDUSTRIAL PARA EL FUNDO LA CATÓLICA		
PLANO: EQUIPOS DE SALA DE PROCESO	DIBUJADO: LUIS DEL CARPIO ALVAREZ EMMANUEL ZUÑIGA CALDERON	REVISADO:	ESCALA: 1/50
		FECHA: 22/11/2023	

**PLANO DE DETALLES
MESAS DE SELECCION, EMBALAJE Y PESADO**

MESAS DE SELECCION, EMBALAJE

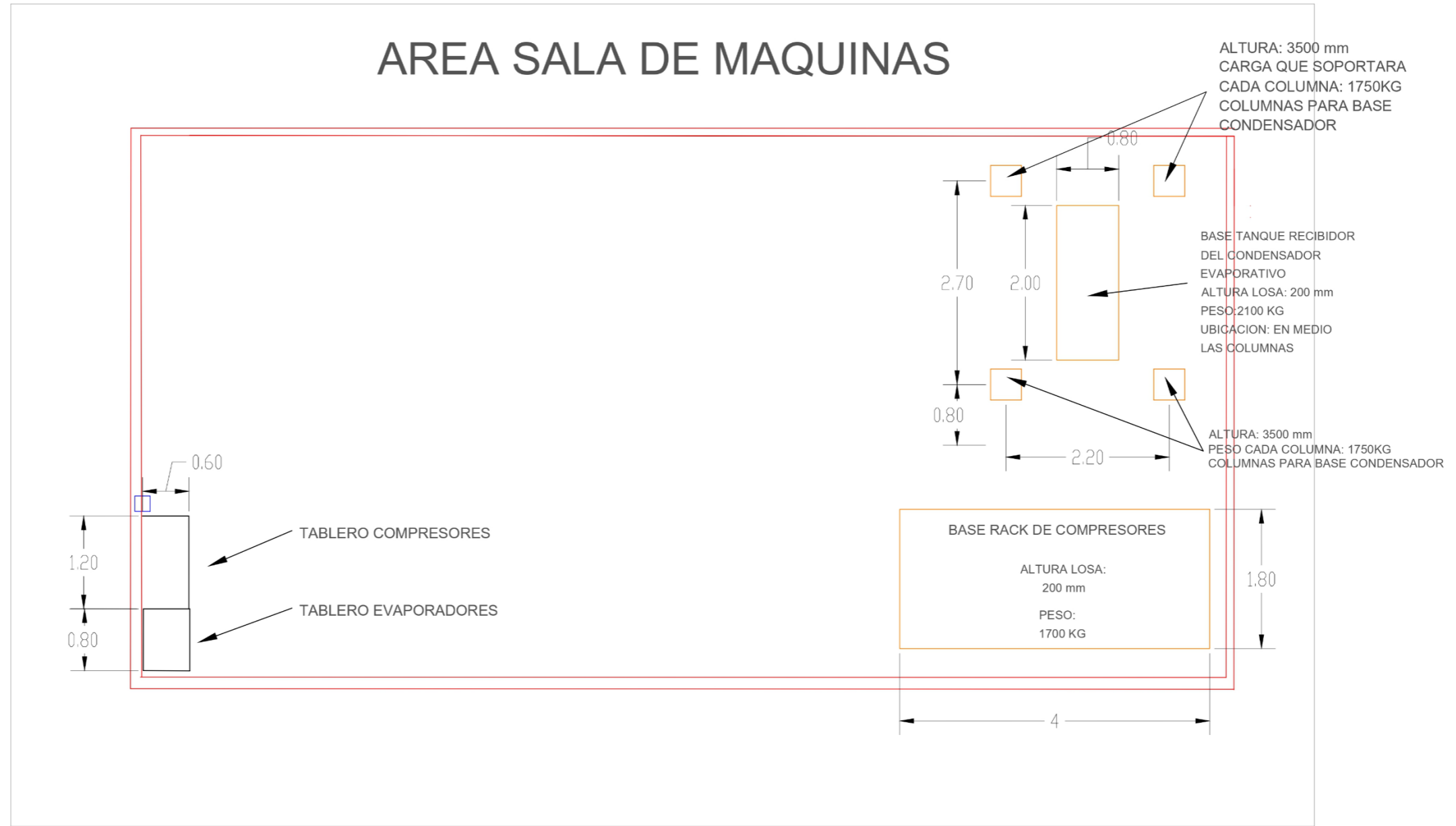




MESAS DE PESADO



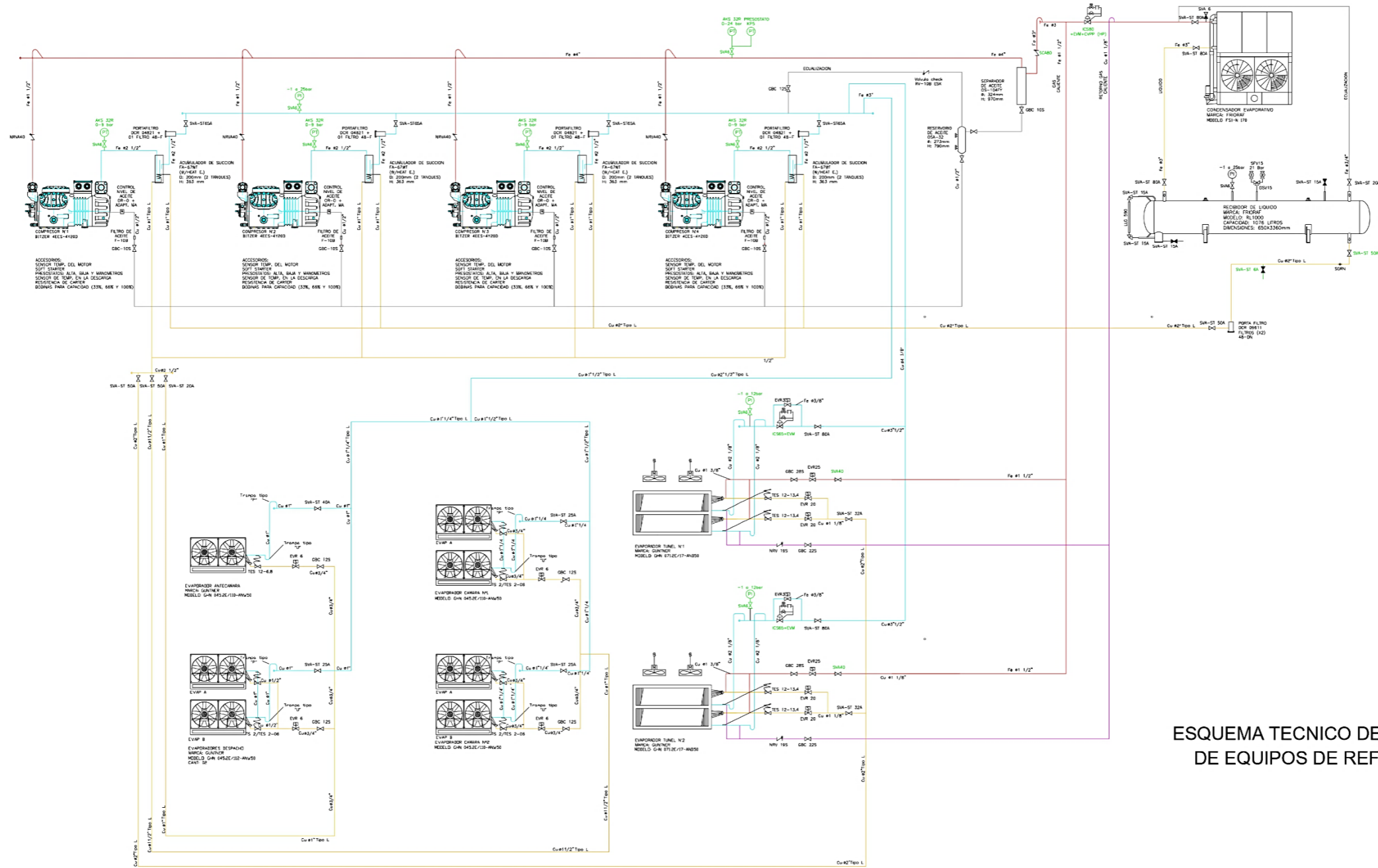
	FUNDO LA CATÓLICA MAJES		
	NOMBRE PROYECTO: DISEÑO DE UNA PLANTA DE REFRIGERACIÓN INDUSTRIAL PARA EL FUNDO LA CATÓLICA		
PLANO: MESAS DE SELECCION, EMBALAJE Y PESADO	DIBUJADO: LUIS DEL CARPIO ALVAREZ EMMANUEL ZUÑIGA CALDERON	REVISADO:	ESCALA: S/E FECHA: 22/11/2023

AREA SALA DE MAQUINAS



	FUNDO LA CATÓLICA MAJES		
	NOMBRE PROYECTO: DISEÑO DE UNA PLANTA DE REFRIGERACIÓN INDUSTRIAL PARA EL FUNDO LA CATÓLICA		
PLANO: UBICACION BASE PARA EQUIPOS EN SALA DE MAQUINAS	DIBUJADO: LUIS DEL CARPIO ALVAREZ EMMANUEL ZUÑIGA CALDERON	ESCALA: 1/50	FECHA: 22/11/2023
	REVISADO:		

Anexo 14



ESQUEMA TECNICO DE INSTALACION DE EQUIPOS DE REFRIGERACION



FUNDO LA CATÓLICA MAJES

NOMBRE PROYECTO:
DISEÑO DE UNA PLANTA DE REFRIGERACIÓN INDUSTRIAL PARA EL FUNDO LA CATÓLICA

PLANO:
ESQUEMA TECNICO DE INSTALACION DE EQUIPOS DE REFRIGERACION

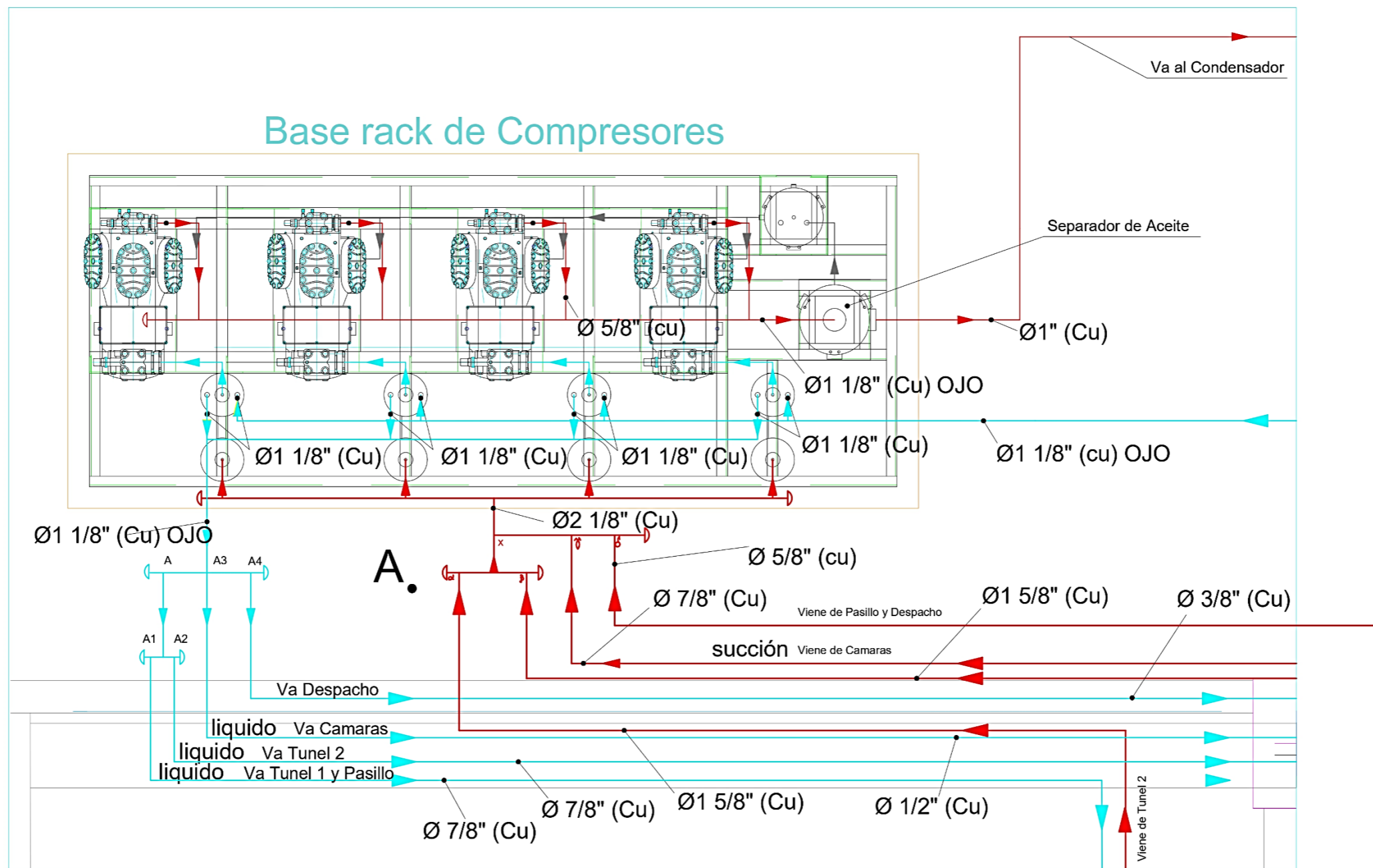
DIBUJADO: LUIS DEL CARPIO ALVAREZ
EMMANUEL ZUÑIGA CALDERON

REVISADO:




ESCALA:
S/E

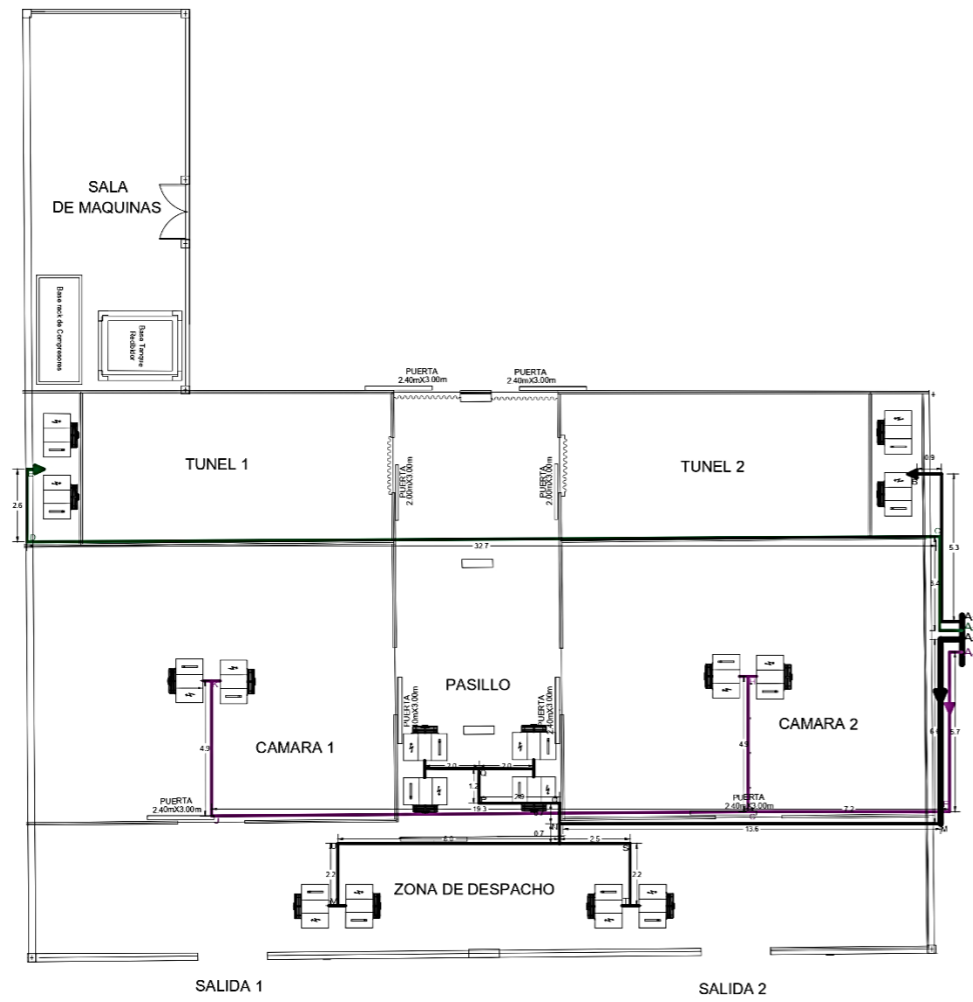
FECHA:
22/11/2023



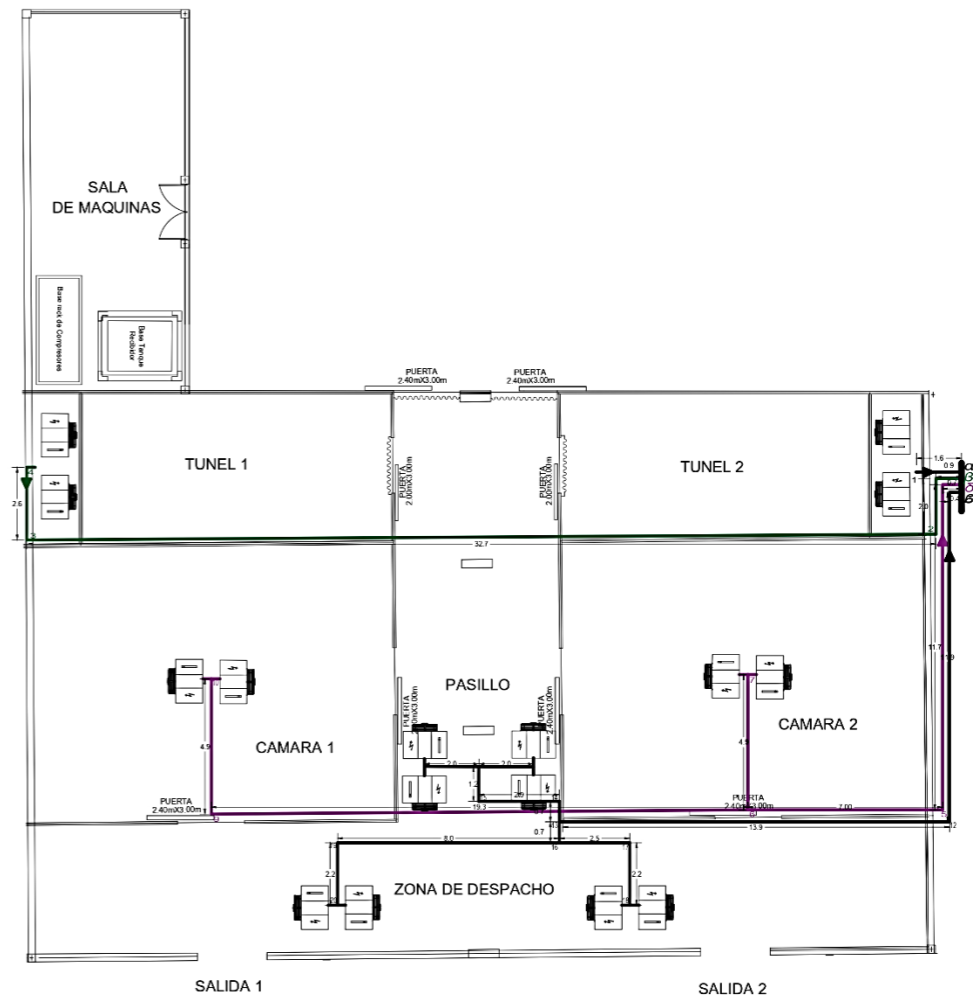
MANIFOLD DE TUBERIAS DESDE RACK DE COMPRESORES

	FUNDO LA CATÓLICA MAJES			
	NOMBRE PROYECTO: DISEÑO DE UNA PLANTA DE REFRIGERACIÓN INDUSTRIAL PARA EL FUNDO LA CATÓLICA			
PLANO: MANIFOLD DE TUBERIAS DESDE RACK DE COMPRESORES	DIBUJADO: LUIS DEL CARPIO ALVAREZ EMMANUEL ZUÑIGA CALDERON	REVISADO:	ESCALA: S/E	FECHA: 22/11/2023

Anexo 16





LÍNEA DE LÍQUIDO
EN ZONA CLIMATIZADA



LÍNEA DE SUCCIÓN
EN ZONA CLIMATIZADA

DISTRIBUCION DE TUBERIAS EN ZONA CLIMATIZADA

	FUNDO LA CATÓLICA MAJES		
	NOMBRE PROYECTO: DISÑO DE UNA PLANTA DE REFRIGERACIÓN INDUSTRIAL PARA EL FUNDO LA CATÓLICA		
PLANO: DISTRIBUCION DE TUBERIAS EN ZONAS CLIMATIZADAS	DIBUJADO: LUIS DEL CARPIO ALVAREZ EMMANUEL ZUÑIGA CALDERON	REVISADO:	ESCALA: 1/100 FECHA: 22/11/2023

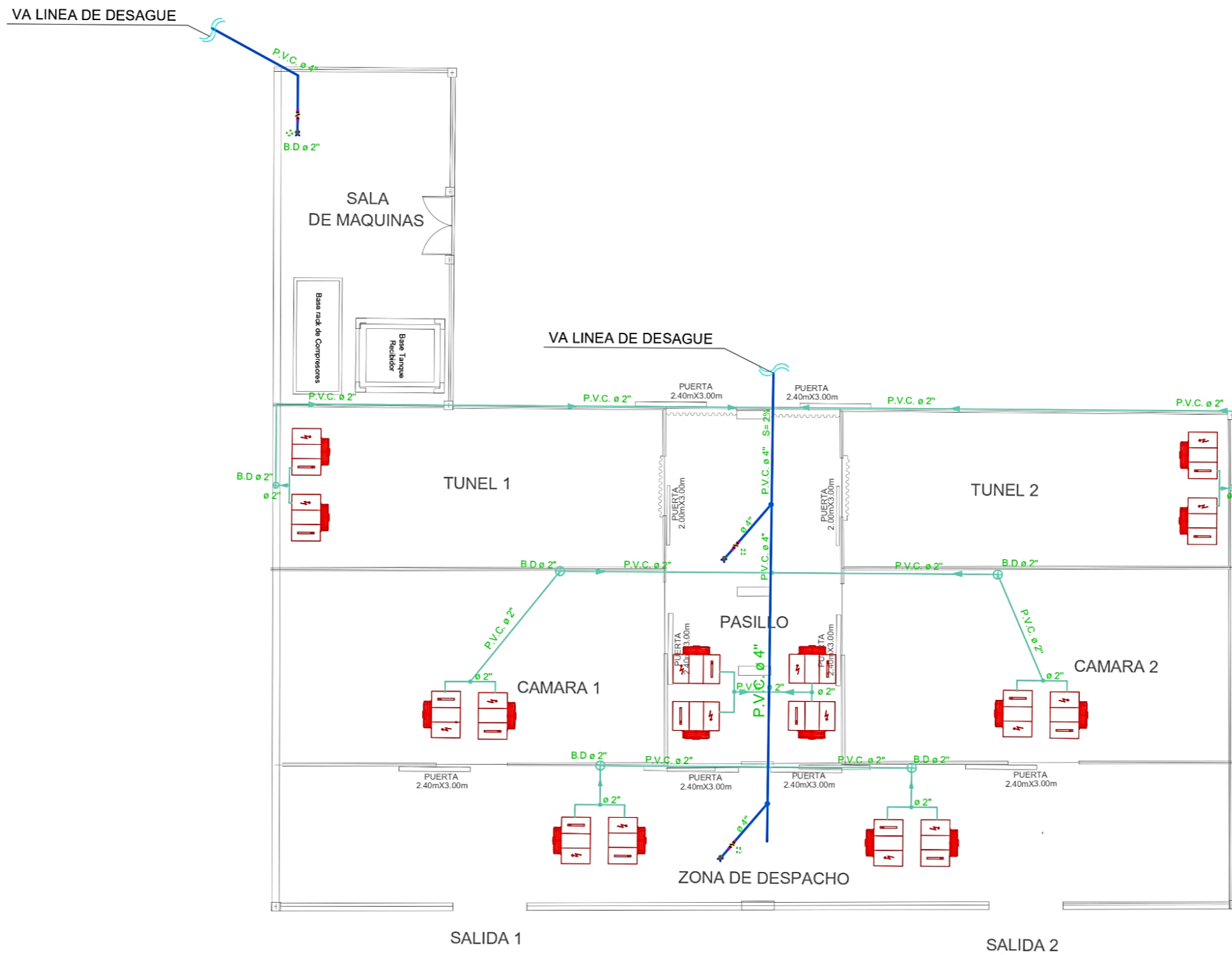
INSTALACIÓN SANITARIA



LEYENDA			
AGUA		DESAGUE	
SIMBOLO	DESCRIPCION	SIMBOLO	DESCRIPCION
	MEDIDOR		TUBERIA DE DESAGUE
	TUBERIA PARA AGUA FRIA		TUBERIA DE DRENAJE EQUIPOS FRIOS
	TUBERIA PARA AGUA CALIENTE		BAJA DRENAJE CODO DE 90°
	CRUCE DE TUBERIAS SIN CONEXION		SUMIDERO DE ø 2" y ø 4"
	CODO DE 90°		REGISTRO DE BRONCE
	CODO DE 45°		CAJA DE REGISTRO (0.30 x 0.60)
	CODO DE 90° SUBE		
	CODO DE 90° BAJA		
	GRIFO DE RIEGO		
	SUBE Y/O VIENE AGUA FRIA		
	SUBE Y/O VIENE AGUA CALIENTE		
	VIENE Y/O BAJA AGUA CALIENTE		

	FUNDO LA CATÓLICA MAJES		
	NOMBRE PROYECTO: DISEÑO DE UNA PLANTA DE REFRIGERACIÓN INDUSTRIAL PARA EL FUNDO LA CATÓLICA		
PLANO: INSTALACIÓN SANITARIA		DIBUJADO: LUIS DEL CARPIO ALVAREZ EMMANUEL ZUÑIGA CALDERON	ESCALA: 1/50
		REVISADO:	FECHA: 22/11/2023

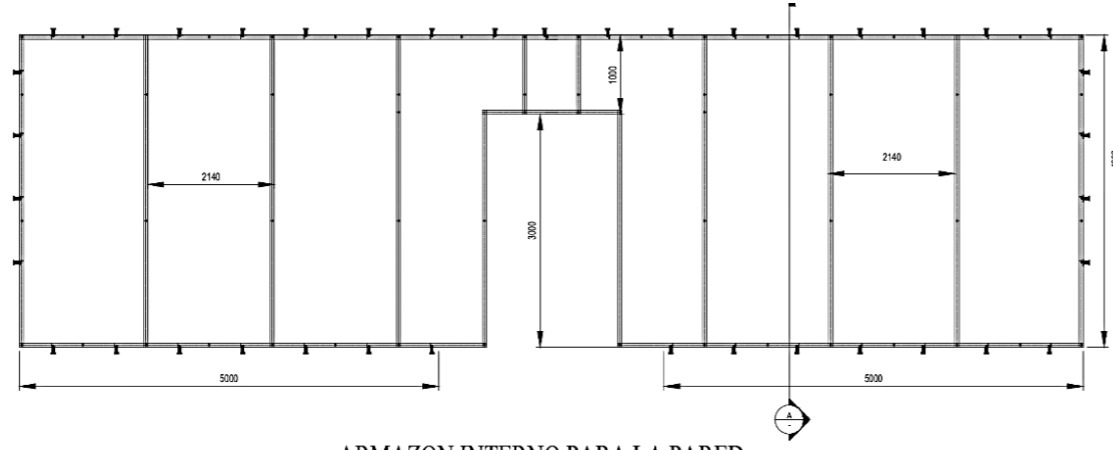
Anexo 18



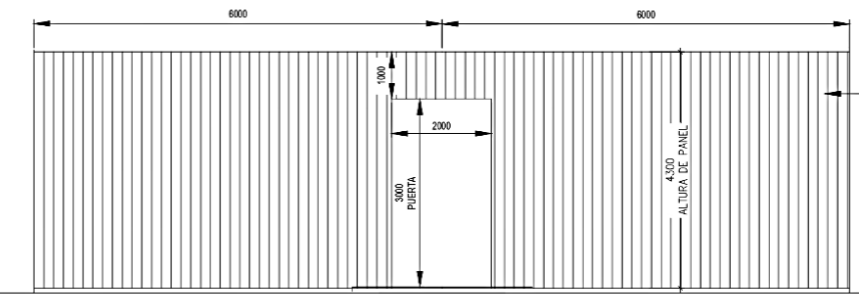
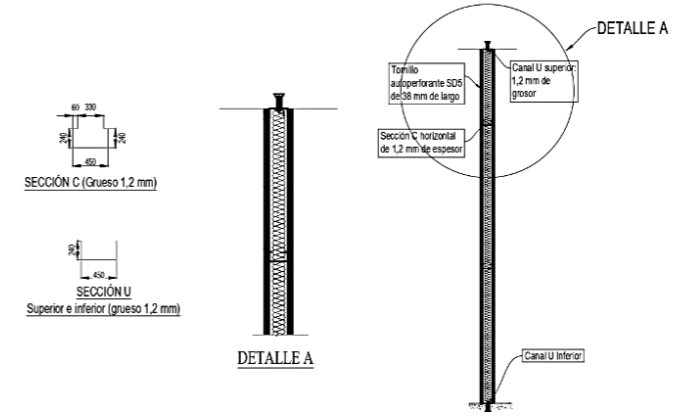
PUNTOS DE DRENAJE LINEA DE DESHIELO

	FUNDO LA CATÓLICA MAJES		
	NOMBRE PROYECTO: DISEÑO DE UNA PLANTA DE REFRIGERACIÓN INDUSTRIAL PARA EL FUNDO LA CATÓLICA		
PLANO: PUNTOS DE DRENAJE LINEA DE DESHIELO	DIBUJADO: LUIS DEL CARPIO ALVAREZ EMMANUEL ZUÑIGA CALDERON	REVISADO:	ESCALA: 1/50 FECHA: 22/11/2023

Anexo 19

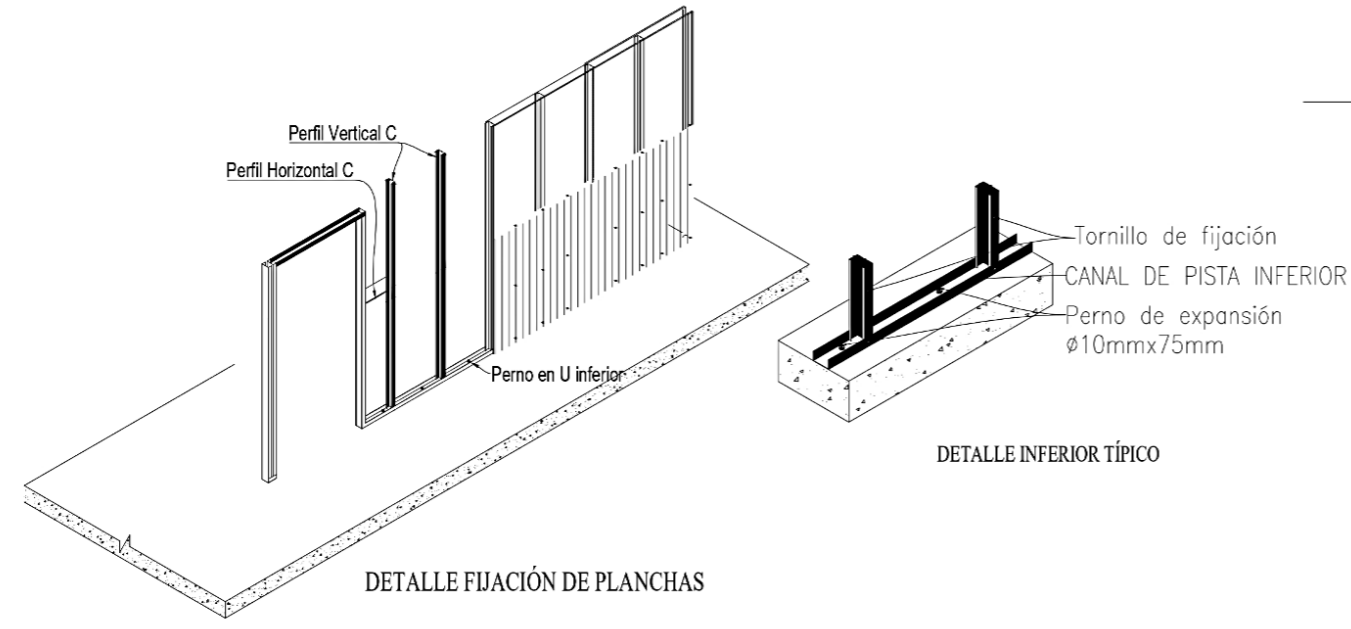


ARMAZON INTERNO PARA LA PARED DE CAMARA FRIGORIFICA



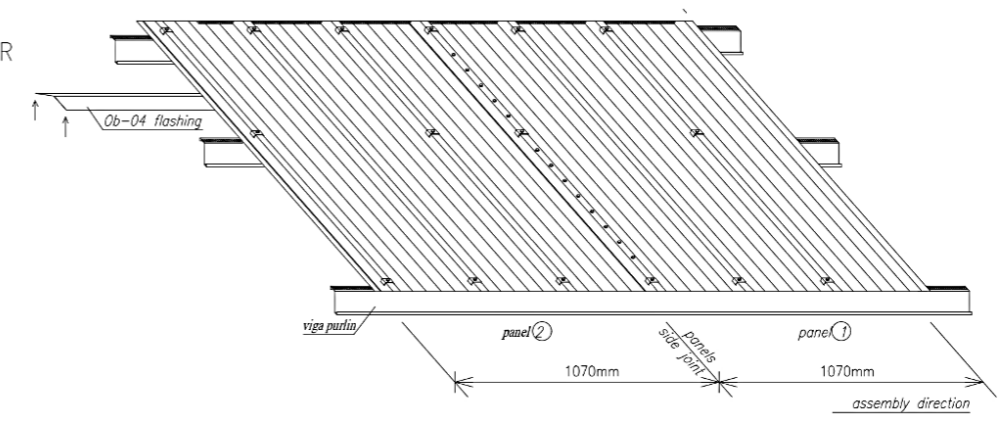
PANELES FRIGORIFICOS DE 100 Y 300 m. ESPUMA AISLANTE DE POLIISOCIANURATO CON DENSIDAD DE 31-40 kg/m³

MONTAJE DE PANELES DE PARED



DETALLE FIJACIÓN DE PLANCHAS

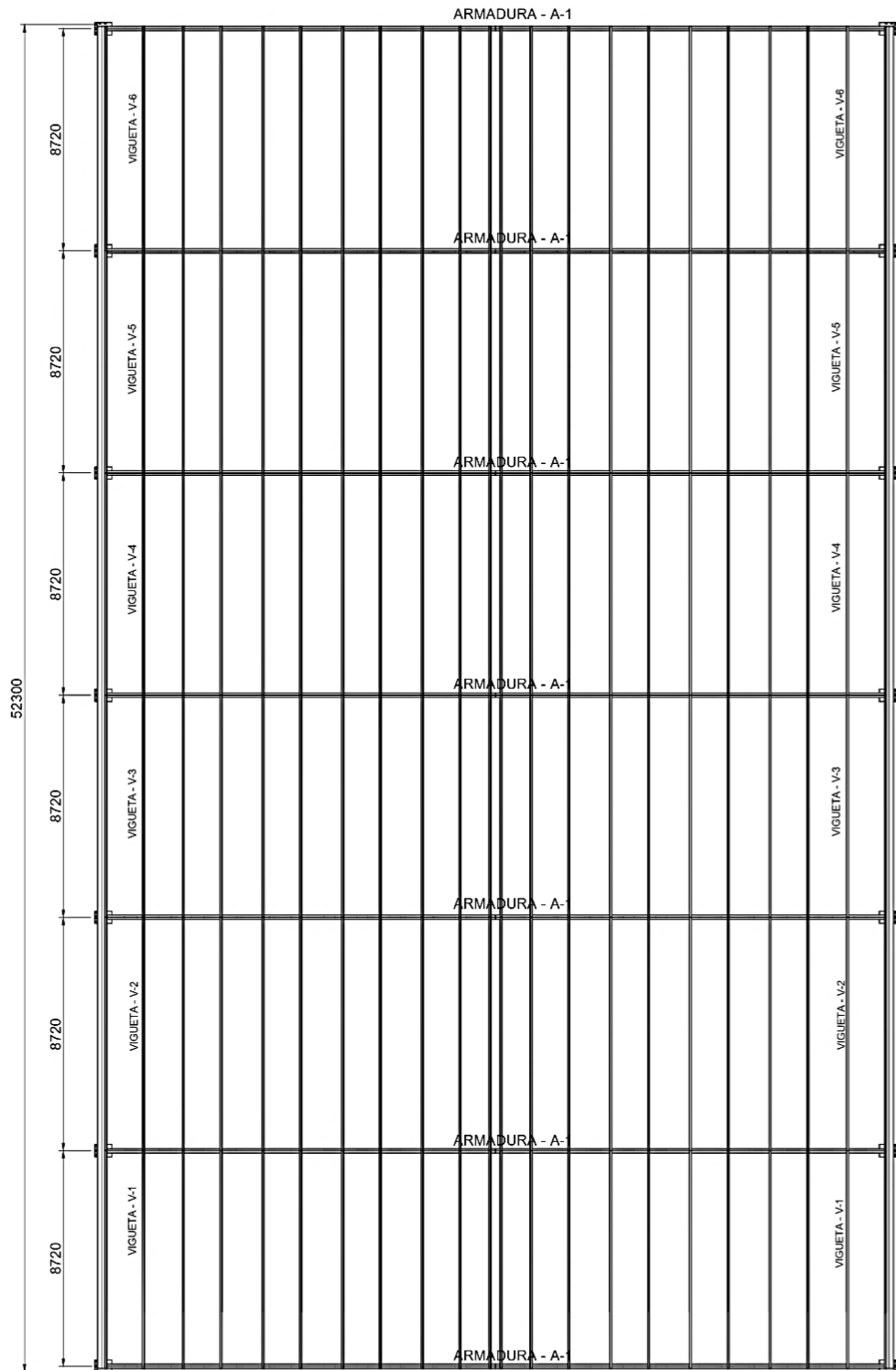
DETALLE INFERIOR TÍPICO



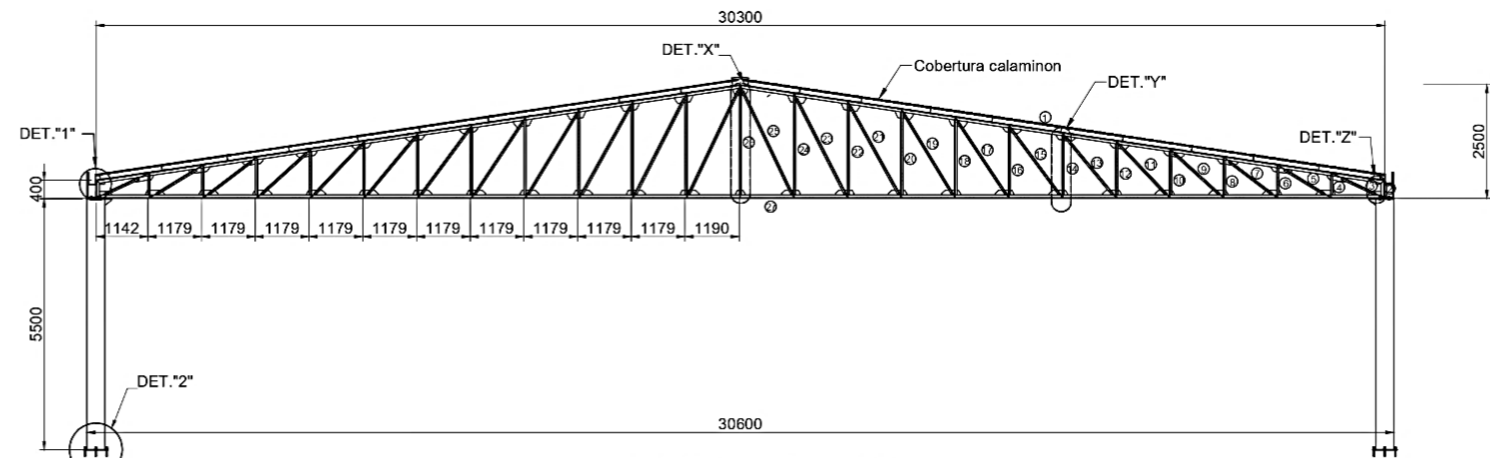
MONTAJE DE PANELES DE TECHO

	FUNDO LA CATÓLICA MAJES		
	NOMBRE PROYECTO: DISEÑO DE UNA PLANTA DE REFRIGERACIÓN INDUSTRIAL PARA EL FUNDO LA CATÓLICA		
PLANO: ESTRUCTURA Y MONTAJE DE PANELES FRIGORIFICOS	DIBUJADO: LUIS DEL CARPIO ALVAREZ EMMANUEL ZUÑIGA CALDERON	REVISADO:	ESCALA: 1/50
			FECHA: 22/11/2023

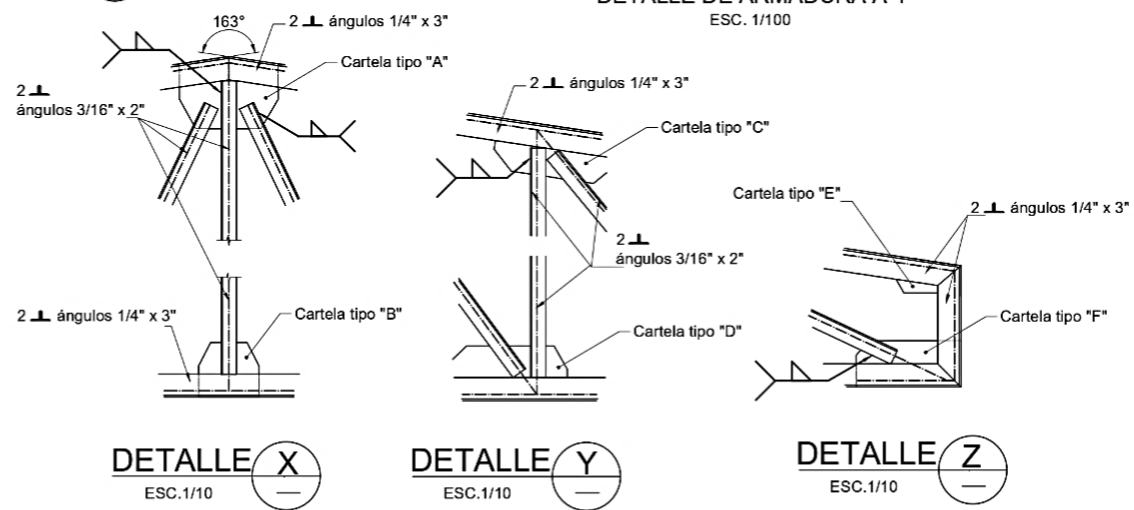
Anexo 20



DETALLE DE PLANTA
ESC. 1/150



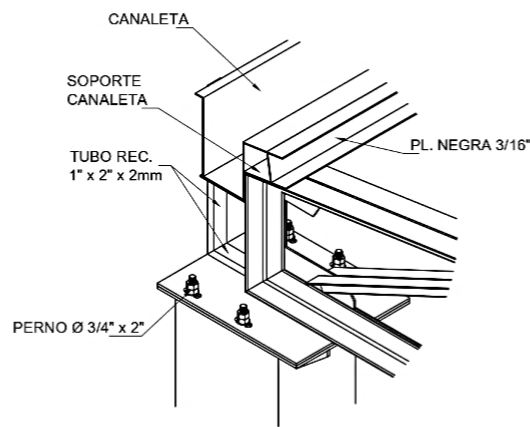
DETALLE DE ARMADURA A-1
ESC. 1/100



DETALLE X
ESC. 1/10

DETALLE Y
ESC. 1/10

DETALLE Z
ESC. 1/10



ESPECIFICACIONES TECNICAS

- ACERO:**
1.- Perfiles.....ASTM A-36
- PINTURA:**
1.- Limpieza Mecánica
2.- Base imprimante Anticorrosiva (color Gris).
3.- Acabado (Esmalte Sintetico Color x Definir)
- SOLDADURA:**
1.- Proceso AWS - E 6011 ø 1/8", E 7018 ø 1/8"

ARMADURA - A1

N° DE MIEMBRO	Long. (mm.)	DESCRIPCION	CANT.
1	14305	Angulo 1/4" x 3"	32 Pzas.
2	400	Angulo 3/16" x 2"	32 Pzas.
3	802	Angulo 3/16" x 2"	32 Pzas.
4	417	Angulo 3/16" x 2"	32 Pzas.
5	1014	Angulo 3/16" x 2"	32 Pzas.
6	591	Angulo 3/16" x 2"	32 Pzas.
7	1177	Angulo 3/16" x 2"	32 Pzas.
8	766	Angulo 3/16" x 2"	32 Pzas.
9	1329	Angulo 3/16" x 2"	32 Pzas.
10	941	Angulo 3/16" x 2"	32 Pzas.
11	1478	Angulo 3/16" x 2"	32 Pzas.
12	1116	Angulo 3/16" x 2"	32 Pzas.
13	1628	Angulo 3/16" x 2"	32 Pzas.
14	1291	Angulo 3/16" x 2"	32 Pzas.
15	1772	Angulo 3/16" x 2"	32 Pzas.
16	1466	Angulo 3/16" x 2"	32 Pzas.
17	1910	Angulo 3/16" x 2"	32 Pzas.
18	1641	Angulo 3/16" x 2"	32 Pzas.
19	2052	Angulo 3/16" x 2"	32 Pzas.
20	1816	Angulo 3/16" x 2"	32 Pzas.
21	2194	Angulo 3/16" x 2"	32 Pzas.
22	1991	Angulo 3/16" x 2"	32 Pzas.
23	2332	Angulo 3/16" x 2"	32 Pzas.
24	2166	Angulo 3/16" x 2"	32 Pzas.
25	2493	Angulo 3/16" x 2"	32 Pzas.
26	2344	Angulo 3/16" x 2"	32 Pzas.
27	30600	Angulo 1/4" x 3"	08 Pzas.



FUNDO LA CATÓLICA MAJES

NOMBRE PROYECTO:
DISEÑO DE UNA PLANTA DE REFRIGERACIÓN INDUSTRIAL
PARA EL FUNDO LA CATÓLICA

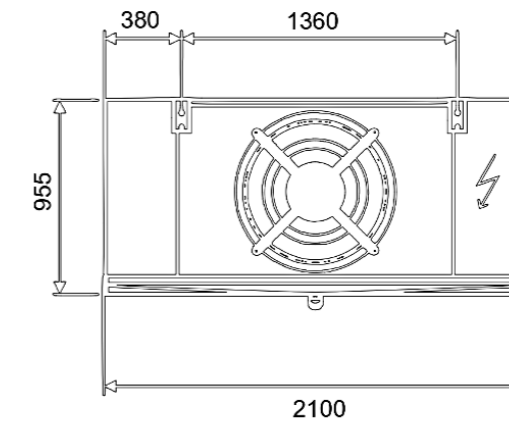
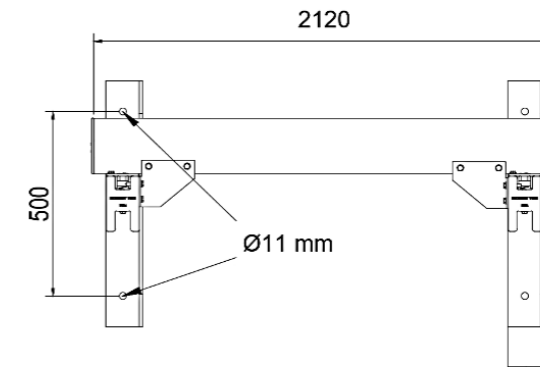
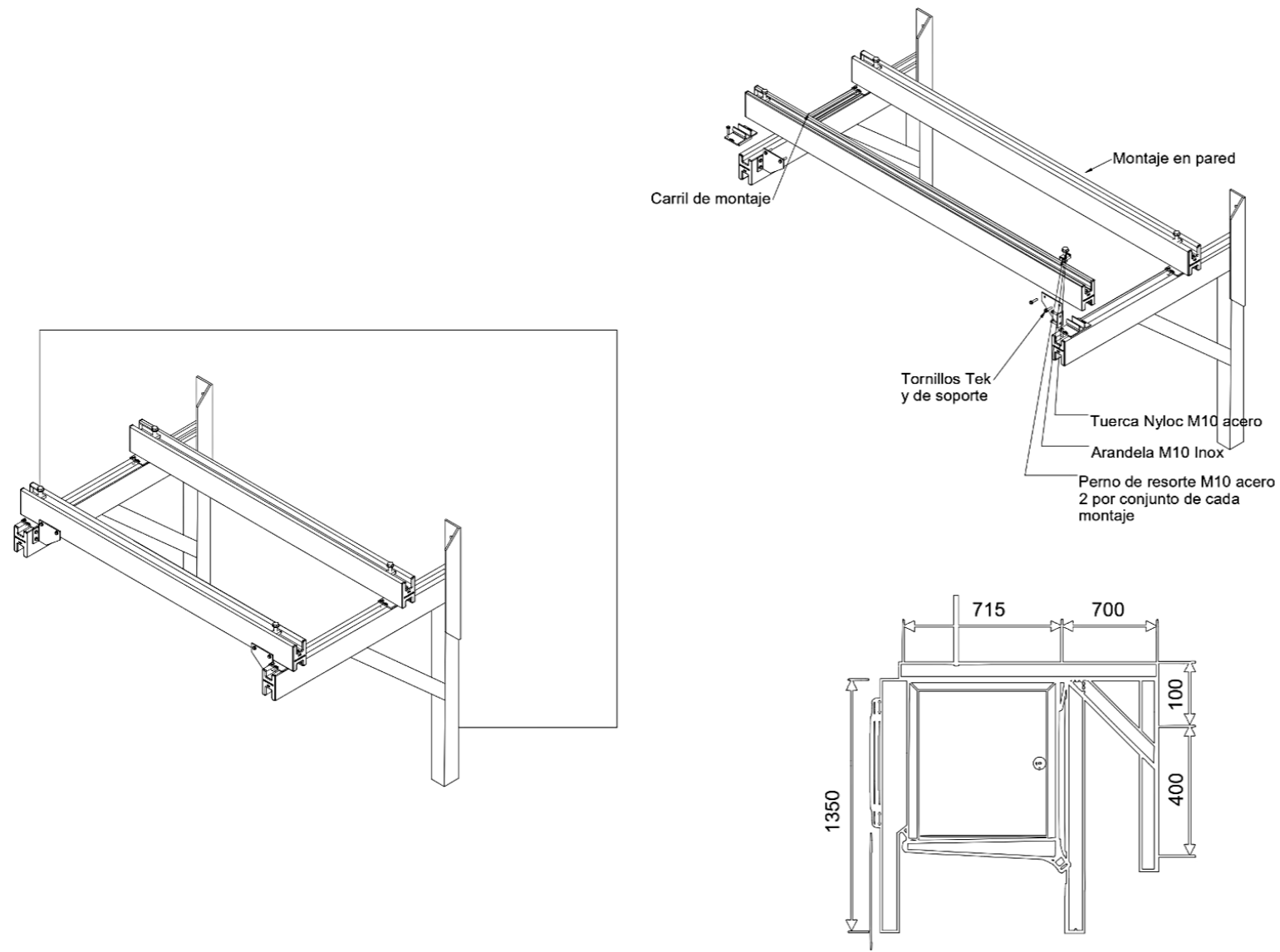
PLANO:
ESTRUCTURA DE SOBRETecho

DIBUJADO:
LUIS DEL CARPIO ALVAREZ
EMMANUEL ZUÑIGA CALDERON

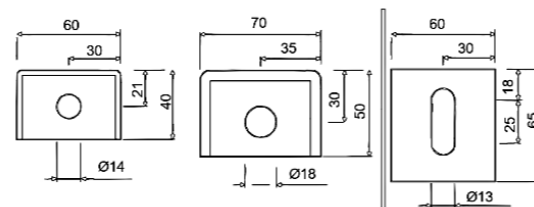
REVISADO:

ESCALA: 1/100
FECHA: 22/11/2023

Anexo 21





Soportes de pared

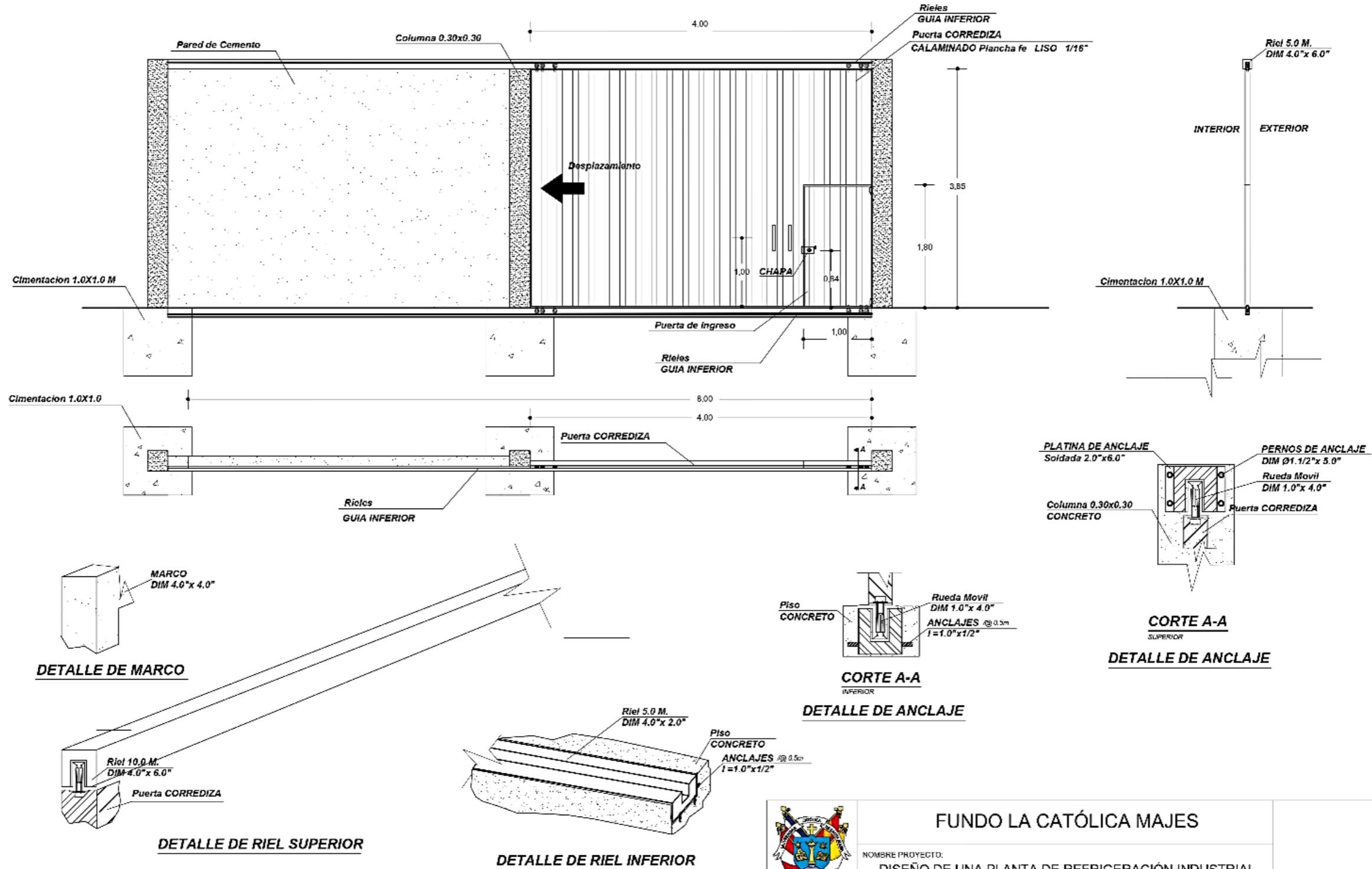


Perchas de techo y plato base

PIEZA ESTÁNDAR PARA MONTAJE EN PARED			
N° MONTAJE EN PARED	Longitud de montaje (mm)	Longitud de carril (mm)	N° de carril
CW200.600	1415	2120	CS021H.06

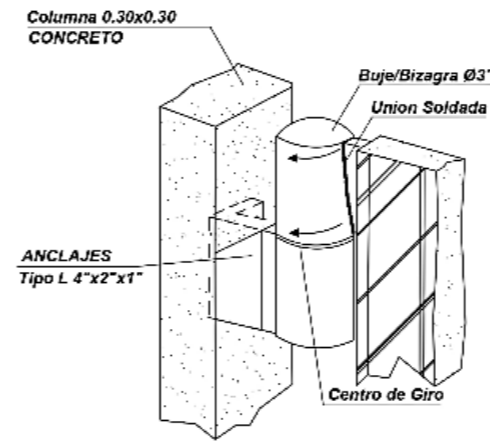
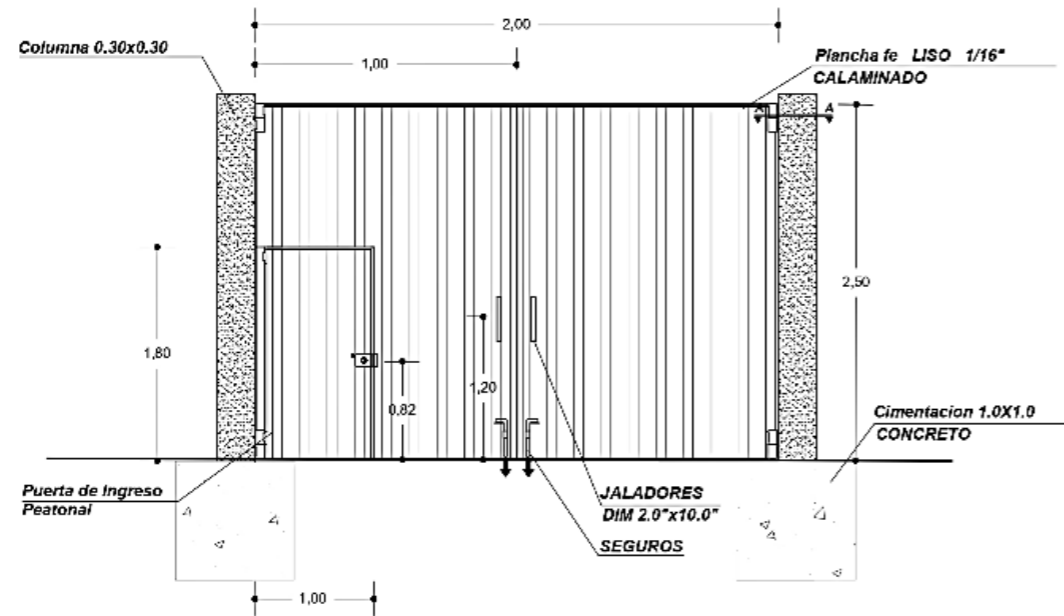
	FUNDO LA CATÓLICA MAJES			
	NOMBRE PROYECTO: DISEÑO DE UNA PLANTA DE REFRIGERACIÓN INDUSTRIAL PARA EL FUNDO LA CATÓLICA			
PLANO: ESTRUCTURA DE ANCLAJE PARA LOS EVAPORADORES	DIBUJADO: LUIS DEL CARPIO ALVAREZ EMMANUEL ZUÑIGA CALDERON		ESCALA:	FECHA: S/E 22/11/2023
		REVISADO:		

INSTALACION MONTAJE Y DETALLES DE PUERTA CORREDIZA

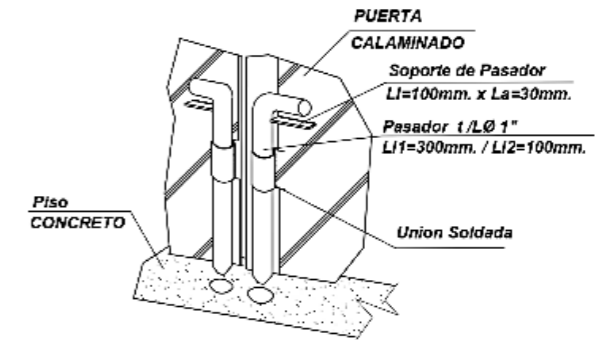


	FUNDO LA CATÓLICA MAJES		
	NOMBRE PROYECTO: DISEÑO DE UNA PLANTA DE REFRIGERACIÓN INDUSTRIAL PARA EL FUNDO LA CATÓLICA		
PI ANO: INSTALACION MONTAJE Y DETALLES DE PUERTA CORREDIZA	DIBUJADO: LUIS DEL CARPIO ALVAREZ EMMANUEL ZUÑIGA CALDERON	REVISADO:	ESCALA: 1/50
		FECHA: 22/11/2023	

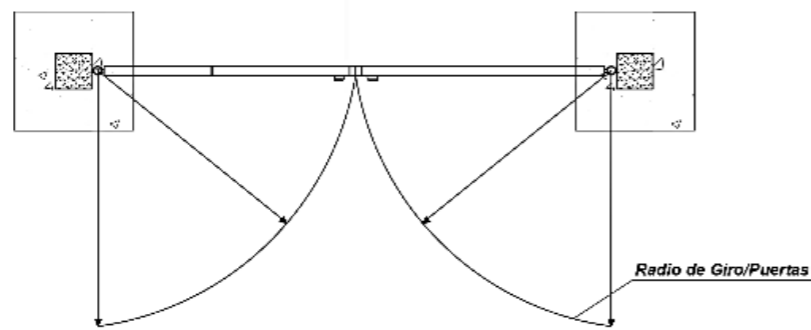
INSTALACION MONTAJE Y DETALLES DE PUERTA DE HOJAS



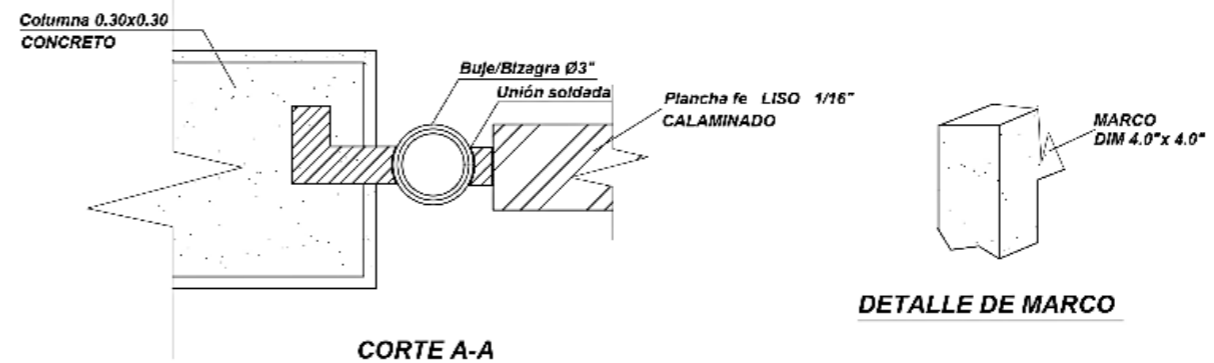
VISTA 3D-MONTAJE



DETALLE DE SEGUROS



DETALLE DE RADIO DE GIRO

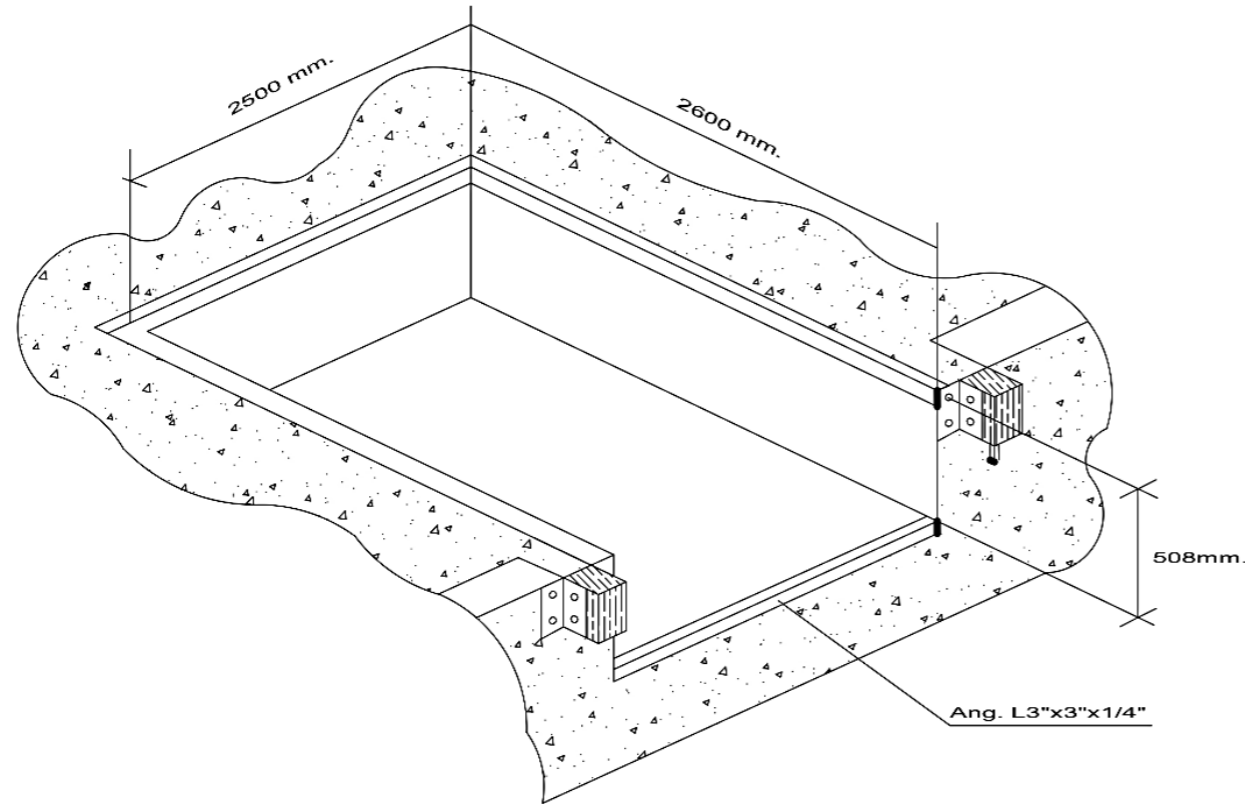


CORTE A-A

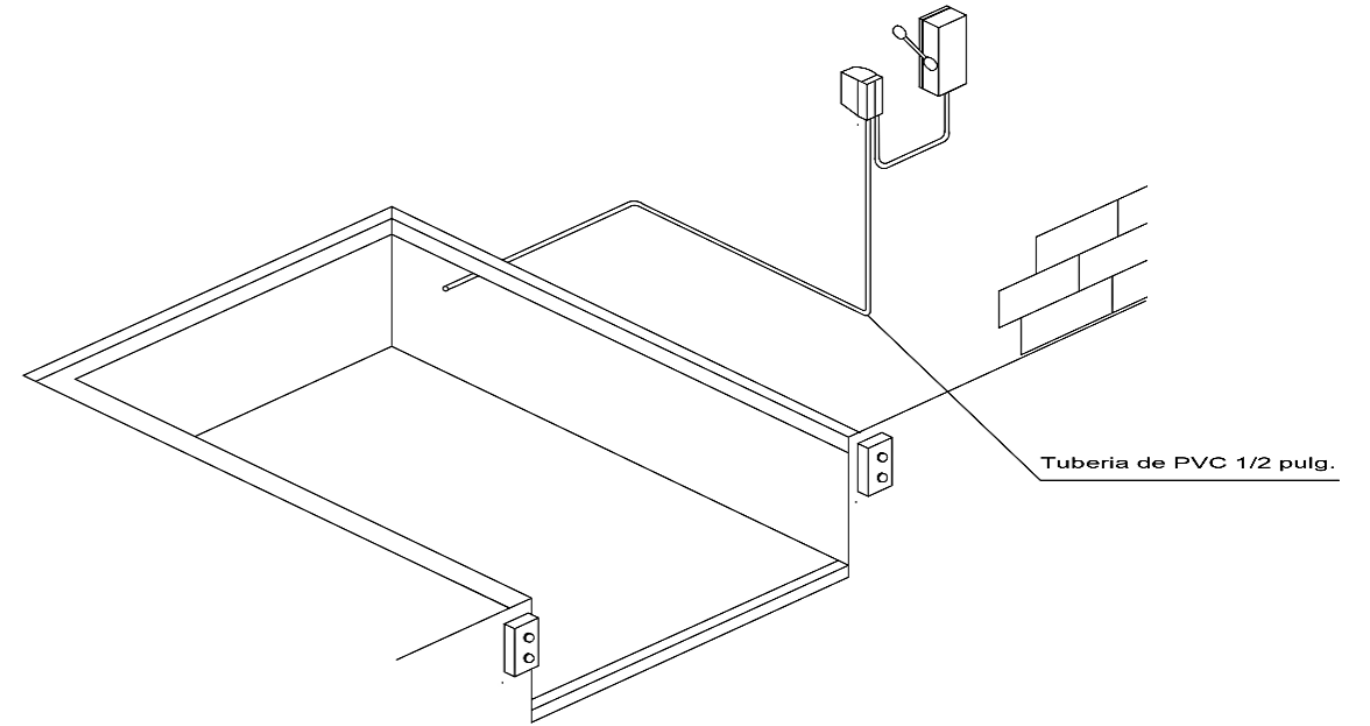
DETALLE DE MONTAJE

	FUNDO LA CATÓLICA MAJES		
	NOMBRE PROYECTO: DISEÑO DE UNA PLANTA DE REFRIGERACIÓN INDUSTRIAL PARA EL FUNDO LA CATÓLICA		
PLANO: INSTALACION MONTAJE Y DETALLES DE PUERTA DE HOJAS	DISEÑADO: LUIS DEL CARPIO ALVAREZ EMMANUEL ZUÑIGA CALDERON	REVISADO:	ESCALA: 1/50 FECHA: 22/11/2023

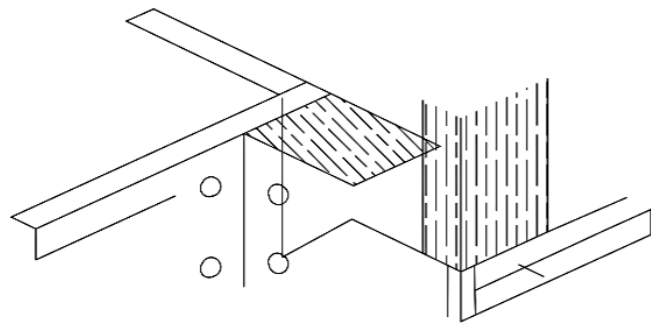
PLANO DE FOSA PARA NIVELADOR DE ANDEN ZONA - DESPACHO





ESQUEMA DE FOSO PARA NIVELADOR DE ANDEN



ESQUEMA DE INSTALACION TUBERIA DE ACOMETIDA ELECTRICA



DETALLE DE UNION

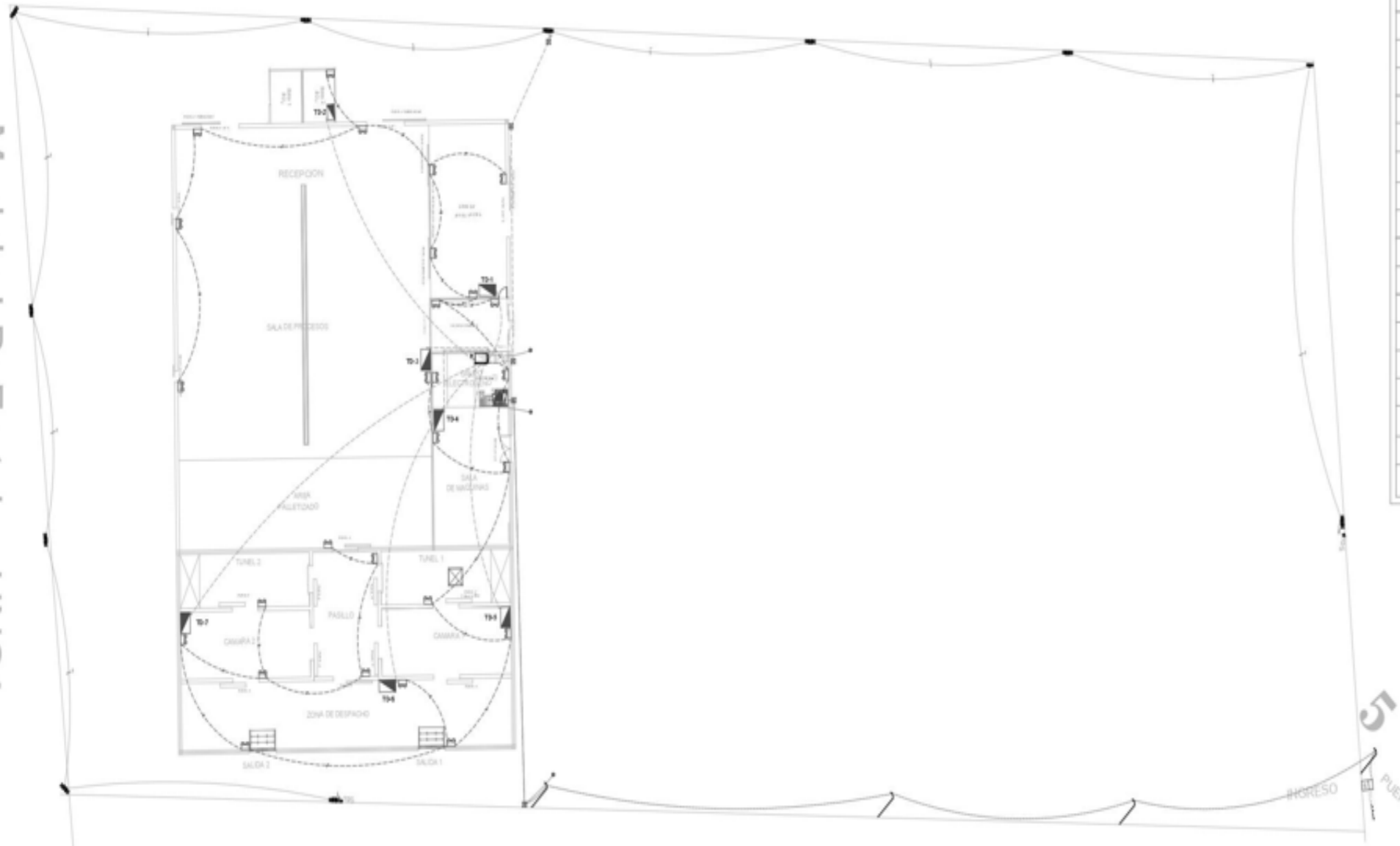
	FUNDO LA CATÓLICA MAJES		
	NOMBRE PROYECTO: DISEÑO DE UNA PLANTA DE REFRIGERACIÓN INDUSTRIAL PARA EL FUNDO LA CATÓLICA		
PLANO: PLANO DE FOSA PARA NIVELADOR DE ANDEN	DIBUJADO: LUIS DEL CARPIO ALVAREZ EMMANUEL ZUÑIGA CALDERON	REVISADO:	ESCALA: 1/25
			FECHA: 22/11/2023

INSTALACIONES ELECTRICAS

Planta Packing

Modulo I-B: Frutales UNSA

Modulo I-B: Frutales UNSA

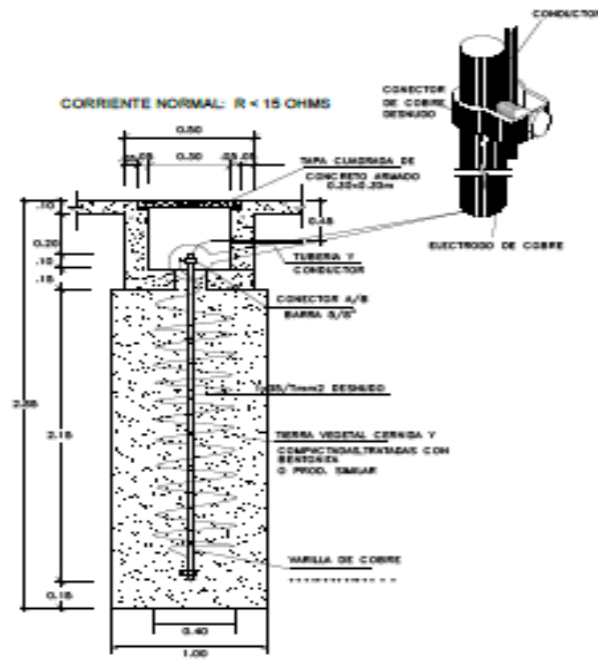


LEYENDA INSTALACIONES ELECTRICAS

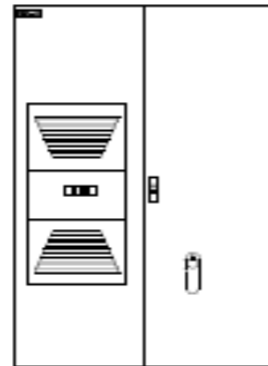
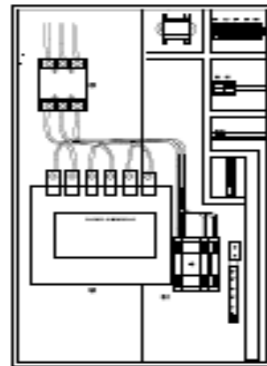
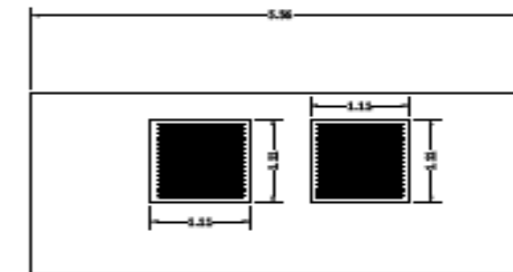
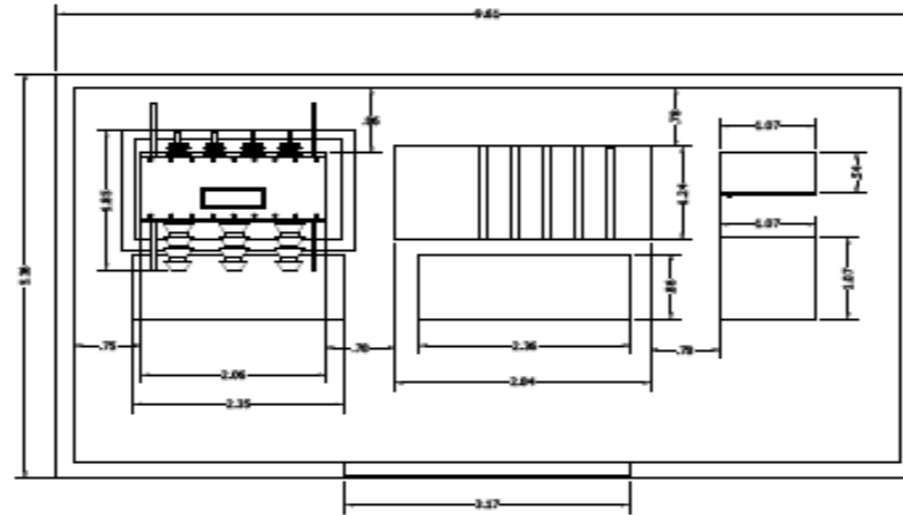
SIMBOLO	DESCRIPCION	SIMBOLO	DESCRIPCION
	TABLERO GENERAL		SALIDA PARA ARTEFACTO FLUORESCENTE CON DIFUSOR TIPO Regla RES-SARAS-M 230V
	TABLERO DE DISTRIBUCION		TOMACORRIENTE TRIFASICO SIMPLE CON TOMA A TIERRA PUESTA EN EL PISO
	MEDIDOR DE ENERGIA		TOMACORRIENTE MONOFASICO SIMPLE CON TOMA A TIERRA PUESTA EN EL PISO
	SALIDA PARA ARTEFACTO FLUORESCENTE CON DIFUSOR TIPO Regla RES-SARAS-M 230V		INTERRUPTOR UNIPOLAR SIMPLE h=1.40m
	SALIDA PARA ARTEFACTO FLUORESCENTE COMPACTA Arreglo GALAXIE 230V		INTERRUPTOR UNIPOLAR DOBLE h=1.40m
	SALIDA PARA ARTEFACTO FLUORESCENTE CON DIFUSOR Regla PBL - aluminio e empotrado 230 V/3Ø 1ØE 3ØV		INTERRUPTOR UNIPOLAR TRIPLE h=1.40m
	SALIDA PARA ARTEFACTO FLUORESCENTE SPOT DICROICO DIRIGIBLE 30 W. aluminio - luz Halógena DL-62		INTERRUPTOR DE 3 VRS 3 COMUTACION h=1.40m
	SALIDA PARA ARTEFACTO FLUORESCENTE COMPACTO EXTERIOR ECD-150W		INTERRUPTOR AUTOMATICO TERMOMAGNETICO
	ARTEFACTO DE EMERGENCIA (TC-0 TC-U) DE 1x40W ADOSADO AL TECHO		INTERRUPTOR DIFERENCIAL DE 30mA 230V. (CAPACIDAD INDICADA)
	TOMACORRIENTE MONOFASICO SIMPLE CON TOMA A TIERRA PUESTA h=1.40m		RED AEREA QUE VIENE DE MEDIDOR
	TOMACORRIENTE MONOFASICO DOBLE CON TOMA A TIERRA PUESTA h=1.20m		RED EMPOTRADA POR TECHO O PARED PARA ALUMBRADO
	BUZON DE PASO EXTERIOR		RED PARA TOMACORRIENTES MONOFASICOS
	CAJA DE PASO PARA TELEFONO EXTERNO		RED SOTERRADA
	POSTE CON LAMPARAS h=2.80m		RED DE DISTRIBUCION
	ENTRADA PARA INTERCOMUNICADOR h=1.40 m		RED QUE VIENE DE LA SUBESTACION A 70'
	SALIDA PARA INTERCOMUNICADOR h=1.40m		RED DE LUCES DE EMERGENCIA
	SALIDA DE TELEFONO h=1.40m		SISTEMA PUESTA A TIERRA
	CAJA DE PASO 1'0" ACOMETIDA DE SUB-EST A TABLEROS		RED DE PROTECCION A TIERRA

	INSTALACIONES ELÉCTRICAS		55-4079 ha	01
	PROPIEDAD: UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA			
UBICACION:		AREA TOTAL:	01	
- Módulo: II - UCSM - Sector: El Pedregal - Distrito: Majes - Provincia: Caylloma - Departamento: Arequipa				
TOPOGRAFIA:	ESCALA:	REV.		
Luis & Emanuel	1/500			
DIBUJO:	FECHA:	APROB.		
Luis & Emanuel	Diciembre 2017			


PLANO DETALLLE



DETALLE DE SISTEMA DE POSO A TIERRA



DETALLE DE TABLEROS

		PROPIEDAD: UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA	
		AREA TOTAL:	
UBICACION: - Sector: II - UCSM - Distrito: El Pedregal - Provincia: Caylloma - Departamento: Arequipa		REV.	
TOPOGRAFIA: Luis & Emanuel		ESCALA: 1/500	
DIBUJO: Luis & Emanuel		FECHA: Diciembre 2017	
		APROB.	