

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA

**“DISEÑO DE LA CADENA DE FRÍO POST-COSECHA PARA
CONSERVAR ROSAS DE EXPORTACIÓN”**

**COMPONENTE DEL TRABAJO: DISEÑO DEL CUARTO DE
PREENFRIAMIENTO PARA REMOVER CALOR DE CAMPO DEL
PRODUCTO FLORÍCOLA**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PRESENTADO COMO
REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO MECÁNICO**

JHONATAN ALBERTO YAJAMÍM QUISILEMA

jhonatan.yajamin@epn.edu.ec

DIRECTOR:

Ing. WASHINGTON SALVATORE REINA GUZMÁN, Ph.D.

salvatore.reina@epn.edu.ec

Quito, febrero 2023

CERTIFICACIONES

Yo, JHONATAN ALBERTO YAJAMÍN QUISILEMA declaro que el trabajo de integración curricular aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.



JHONATAN ALBERTO YAJAMÍN QUISILEMA

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por JHONATAN ALBERTO YAJAMÍN QUISILEMA, bajo mi supervisión.



Ing. WASHINGTON SALVATORE REINA GUZMÁN, Ph.D.

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

A través de la presente declaración, afirmamos que el trabajo de integración curricular aquí descrito, así como el (los) producto(s) resultante(s) del mismo, son públicos y estarán a disposición de la comunidad a través del repositorio institucional de la Escuela Politécnica Nacional; sin embargo, la titularidad de los derechos patrimoniales nos corresponde a los autores que hemos contribuido en el desarrollo del presente trabajo; observando para el efecto las disposiciones establecidas por el órgano competente en propiedad intelectual, la normativa interna y demás normas.

JHONATAN ALBERTO YAJAMÍN QUISILEMA

ING. WASHINGTON SALVATORE REINA GUZMÁN, Ph.D.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, por haberme dado la fuerza y sabiduría para tomar todas las decisiones que han derivado a este momento tan importante en mi vida. A mis padres, que pese a la distancia que ha existido entre nosotros por diferentes circunstancias me han enseñarme con el ejemplo a encarar las adversidades sin perder el camino a pesar de lo difícil que este puede ser. A mis hermanos, por demostrarme que se puede trascender en el tiempo con las más pequeñas acciones de la vida. A mis tías, por abrirme las puertas de sus hogares y brindarme un especial espacio en sus corazones. A mi novia, a ella especialmente le dedico este trabajo por su compromiso, por su comprensión, por su fuerza, por su trabajo, por su amor y por su voto de confianza para con mi persona.

Jhonatan Yajamín

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Politécnica Nacional por mi formación como profesional, de forma especial al Dr. Washington Salvatore Reina Guzmán, por su tiempo, experiencia y comprensión al guiar el presente trabajo.

A mi familia y a Dios por brindarme las fuerzas para continuar en cada reto de mi vida.

Jhonatan Yajamín

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIONES	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO	V
RESUMEN.....	XI
ABSTRACT	XII
1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO.....	1
1.1 Objetivo general	2
1.2 Objetivos específicos.....	2
1.3 Alcance.....	2
1.4 Marco teórico.....	2
Sector florícola en Ecuador	3
Actualidad de la producción de rosas en Ecuador	3
Factores de riesgo para la producción de rosas de exportación.....	5
Factores que impulsa la producción de rosas de exportación.....	5
Procesos de producción de rosas de exportación.....	5
Recepción de rosas en el cuarto de preenfriamiento	6
Parámetros de las rosas de exportación en postcosecha	7
Métodos de preenfriamiento de rosas de exportación	7
Refrigerantes	8
Panel de aislamiento	9
Maquinaria disponible en el mercado (Benchmarking).....	10
Sistema de recepción de manufactura nacional	10
Sistemas de preenfriamiento de manufactura nacional.....	10
Sistema de recepción de manufactura extranjera	11
Sistema de preenfriamiento de manufactura extranjera	11
Diseño mecánico y térmico	12
Modelo numérico térmico de la cámara de preenfriamiento	13
Modelo numérico del sistema de recepción de producto	14
2 METODOLOGÍA.....	14
2.1 Consideraciones necesarias del sistema	15
2.2 Casa de la calidad	15

2.3	Análisis funcional	16
2.4	Análisis de los diagramas funcionales	16
2.5	Definición de módulos	17
2.6	Evaluación y selección de módulos	18
	Módulo 1	18
	Encendido y apagado de la cámara de preenfriamiento	18
	Alternativas de módulos	20
	Evaluación y selección de los módulos	20
	Módulo 2	21
	Bloquear movilidad del sistema de recepción	21
	Acoplar mallas al sistema de recepción	22
	Contener mallas con rosas	23
	Asegurar y permitir el desplazamiento de las mallas	23
	Alternativas de módulos	24
	Evaluación y selección de alternativa	24
	Módulo 3	25
	Almacenar e hidratar.....	25
	Tratar el aire de preenfriamiento.....	25
	Regular la temperatura	26
	Preenfriamiento del producto a granel.....	27
	Alternativas de módulos	27
	Evaluación y selección de alternativas	27
2.7	Cálculo y selección de componentes	28
	Parámetros generales de diseño.....	28
	Cálculo y selección del módulo 1	29
	Cargas de refrigeración	29
	Selección y cálculo del aislamiento de paredes	29
	Calor de transmisión de techo, paredes y suelo	31
	Carga del producto.....	32
	Carga por infiltración.....	35
	Cargas internas.....	36
	Carga por ocupantes	36
	Carga de iluminación.....	38
	Carga de ventiladores.....	38
	Carga total	39

Carga de diseño	39
Factor de seguridad.....	40
Selección de componentes	40
Selección de refrigerante	40
Selección de evaporador	46
Selección del condensador.....	49
Selección del compresor	51
Tuberías.....	52
Dispositivos mecánicos de control.....	55
Cálculo y selección del módulo 2	55
Selección de rueda para transporte.....	56
Estructura	56
Modelamiento.....	56
Análisis estático.....	57
Cálculo y selección del módulo 3	59
2.8 Simulación de la cámara de preenfriamiento	60
Modelo 3D del caso de estudio.....	61
Simplificación geométrica	61
Mallado	63
Condiciones de frontera.....	65
Validación.....	65
Análisis de resultados.....	66
2.9 Análisis de costo.....	68
3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	68
3.1 Conclusiones.....	68
3.2 Recomendaciones.....	69
4 Referencias bibliográficas	70
5 ANEXOS.....	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Distribución geográfica por producción (número de tallos cortados – Miles) ...	3
Figura 1.2. Rosa en malla	6
Figura 1.3. Preenfriamiento postcosecha.....	6
Figura 1.4. Puntos de apertura	7
Figura 1.5. Refrigerantes	8
Figura 1.6. Configuración de los paneles tipo sándwich.....	9
Figura 1.7. Recepción convencional de mallas de rosas en postcosecha	10
Figura 2.1. Diagrama de flujo de la metodología.....	14
Figura 2.2. Procesador Deli flor	15
Figura 2.3. Solución del módulo uno (Alternativa 1).....	21
Figura 2.4. Solución del módulo dos (Alternativa 3)	24
Figura 2.5. Solución del módulo dos (Alternativa 2)	28
Figura 2.6. Esquema.....	31
Figura 2.7. Carga térmica total.....	39
Figura 2.8. Factor de corrección	47
Figura 2.9. Factor por compresión F_c	49
Figura 2.10. Garrucha inoxidable giratoria con freno poliuretano - nylon.....	56
Figura 2.11. Factor por compresión F_c	56
Figura 2.12. Estado de carga de la estructura	57
Figura 2.13. a) tensión axial y flexión en limite, b) deformación, c) factor de seguridad ...	58
Figura 2.14. Diagrama de flujo de la metodología de simulación	60
Figura 2.15. Cámara de preenfriamiento para rosas de exportación.....	61
Figura 2.16. Modelo geométrico real.....	62
Figura 2.17. Modelo geométrico simplificado	63
Figura 2.18. Mallado de la cámara de cámara de refrigeración.....	64
Figura 2.19. Condiciones de borde en el dominio del evaporador a) Entrada, b) Salida ..	65
Figura 2.20. Líneas de corriente de Flujo.....	66
Figura 2.21. Perfil del flujo de aire por vectores	67
Figura 2.22. Contorno de temperatura	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Principales especies de flores exportadas.....	4
Tabla 1.2. Porcentaje de participación	4
Tabla 1.3. Características del método de preenfriamiento por aire forzado.....	8
Tabla 1.4. Sistema de recepción de manufactura extranjera.....	11
Tabla 1.5. Sistema de preenfriamiento de manufactura extranjera	12
Tabla 2.1. Soluciones para el control de la cámara.....	18
Tabla 2.2. Soluciones para el sistema mecánico	19
Tabla 2.3. Conclusión para el módulo 1	20
Tabla 2.4. Soluciones para el bloqueo de movilidad del sistema de recepción	22
Tabla 2.5. Soluciones para acoplar mallas al sistema de recepción.....	22
Tabla 2.6. Soluciones para contener mallas con rosas	23
Tabla 2.7. Soluciones para asegurar y permitir el desplazamiento.....	23
Tabla 2.8. Conclusión para el módulo 2.....	24
Tabla 2.9. Solución para almacenar e hidratar	25
Tabla 2.10. Solución para tratar el aire de preenfriamiento	26
Tabla 2.11. Solución para regular la temperatura	26
Tabla 2.12. Solución para preenfriamiento del producto a granel	27
Tabla 2.13. Conclusión para el módulo 3.....	27
Tabla 2.14. Datos técnicos panel (PUR)	29
Tabla 2.15. Condiciones de exposición de la cámara de refrigeración.....	30
Tabla 2.16. Cargas en paredes y techo	32
Tabla 2.17. Datos producto.....	33
Tabla 2.18. Cargas por producto	35
Tabla 2.19. Valores recomendados para infiltración en función del volumen de la cámara	35
Tabla 2.20. Carga por persona	37
Tabla 2.21. Salto térmico	41
Tabla 2.22. Temperatura y presión límites del ciclo de refrigeración.....	43
Tabla 2.23. Entalpías para cada refrigerante en cada uno de los puntos del ciclo	43
Tabla 2.24. Entalpías para cada refrigerante en cada uno de los puntos del ciclo	45
Tabla 2.25. Características de seguridad de los refrigerantes seleccionados	46
Tabla 2.26. Evaporador seleccionado.....	48
Tabla 2.27. Factor por refrigerante Fr	50
Tabla 2.28. Factor por altura Fa.....	50
Tabla 2.29. Condensador seleccionado.....	51

Tabla 2.30. Compresor seleccionado.....	52
Tabla 2.31. Compresor seleccionado.....	53
Tabla 2.32. Tubería de cobre para servicios de refrigeración.....	53
Tabla 2.33. Caída de presión en las tuberías.....	54
Tabla 2.34. Dispositivos mecánicos de control del sistema de preenfriamiento	55
Tabla 2.35. Componentes del del tablero de control	59
Tabla 2.36. Condiciones para la simulación.....	65

RESUMEN

El presente trabajo pretende contribuir a la mejora de la eficiencia energética y rendimiento térmico en cámaras de preenfriamiento utilizadas en postcosecha para la reducción de temperatura de cosecha y conservación de rosas de exportación, comúnmente empleadas por PYME's cuyo rubro es la floricultura.

En general, con el propósito de que la eficiencia y rendimiento del sistema frigorífico de conservación se complementen con la calidad para la exportación de rosas, se desarrolla un análisis del comportamiento de la cámara verificando y validando así las condiciones internas junto con los parámetros de construcción comerciales de esta.

Para el análisis del comportamiento planteado se desarrolla un modelo tridimensional transitorio de dinámica de fluidos computacional (CFD), el cual modela el efecto de la velocidad del flujo de aire dentro de la cámara en la distribución de la temperatura de las rosas en el preenfriamiento por convección forzada en diferentes puntos de la cámara.

El modelo de turbulencia a emplearse que controla en el estudio las ecuaciones de continuidad, cantidad de momento y energía es el (SST) $k-\omega$. Con las magnitudes de los parámetros resultantes analizados del sistema se puede establecer si este está sobre dimensionado, lo cual da paso a modificaciones que puedan reducir el consumo energético, pero manteniendo un rendimiento térmico semejante, dando paso así la seguridad de la calidad del producto y el ahorro de recursos.

PALABRAS CLAVE: Eficiencia energética, (SST) $k-\omega$, rendimiento térmico, cámara de preenfriamiento, rosas de exportación, CFD, PYME's, recursos.

ABSTRACT

The present work intends to contribute to the improvement of energy efficiency and thermal performance in pre-cooling chambers used in post-harvest for the reduction of harvest temperature and conservation of export roses, commonly used by SMEs whose business is floriculture.

In general, with the purpose that the efficiency and performance of the refrigerated conservation system are complemented with the quality for the export of roses, an analysis of the behavior of the chamber is carried out, thus verifying and validating the internal conditions together with the construction parameters. commercials of this

For the analysis of the proposed behavior, a transient three-dimensional model of computational fluid dynamics (CFD) is developed, which models the effect of the speed of the air flow inside the chamber on the temperature distribution of the roses in the pre-cooling by forced convection at different points in the chamber.

The turbulence model to be used that controls the equations of continuity, momentum and energy in the study is the (SST) $k-\omega$. With the magnitudes of the resulting parameters analyzed from the system, it can be established if it is oversized, which gives way to modifications that can reduce energy consumption, but maintaining a similar thermal performance, thus giving way to the safety of product quality and saving resources.

KEYWORDS: Energy efficiency, (SST) $k-\omega$, thermal performance, pre-cooling chamber, export roses, CFD, SMEs, resources.

1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO

La floricultura se ha convertido en uno de los pilares más importantes dentro de la economía ecuatoriana, la industria nacional florícola ocupa el tercer lugar en exportaciones que no son petroleras luego del camarón y el banano. Además, Ecuador es considerado mundialmente como el tercer país exportador de flores teniendo como principales mercados internacionales a Estados Unidos, Rusia y La Unión Europea. (Servicio de Acreditación Ecuatoriano, 2019) Se debe recalca que las rosas de exportación son de buena calidad debido a la ubicación geográfica de Ecuador, dotándolas de ventajas naturales tales como luminosidad idónea y microclimas que dan características únicas a las rosas ecuatorianas llevándolas a tener reconocimiento y valor en el mercado. (CRUZ, 2008) Según la CFN en el año 2020 existieron 237 empresas que se dedicaron a la producción de flores y capullos, en donde la especie Rosa abarco el 67% de la producción nacional haciendo de este producto uno de los más cultivados en el territorio nacional. Entre las empresas florícolas existentes 67 entran a la clasificación de PYM's lo cual es una parte considerable en la producción de rosa. Esta significativa parte se enfrenta a diversas problemáticas, pero uno de los problemas más grandes de este sector productivo en particular es que existen muchos pequeños productores que están desvinculados de la cadena de exportación dándoles como resultado niveles rentables muy bajos. (Nacional, 2021)

Los pequeños productores que se encuentran desvinculados de las exportaciones se deben a que existen factores técnicos inadecuados en el proceso de obtención y tratamiento de la rosa postcosecha particularmente en la conservación de estas. El presente trabajo se enfoca en brindar solución a uno de los problemas más frecuentes identificados en el sector de las PYME's florícolas. Mediante el diseño de un sistema de preenfriamiento y recepción de producto para la remoción de calor de campo en el menor tiempo posible, disminuyendo la tasa de respiración y cumpliendo estándares de calidad en rosa con el menor costo posible aumentando su tiempo de vida.

Existen diferentes métodos de preenfriamiento entre los cuales se encuentra el hidro enfriamiento, refrigeración por aire forzado, enfriamiento evaporativo por aire forzado, paquete de formación de hielo y refrigeración por vacío. (ASHRAE, 2018) Todos estos métodos y tipos de preenfriamiento logran en diferente medida ser eficaces y cumplir con el propósito de retirar el calor de campo del producto en postcosecha. Sin embargo, se hará la selección del método más idóneo tomando en consideración factores económicos y de eficiencia dirigidos a las PYME's florícolas que se encuentran fuera de la cadena de exportación.

1.1 Objetivo general

Diseñar un cuarto de preenfriamiento para remover el calor de campo en el menor tiempo posible del producto florícola recién cosechado.

1.2 Objetivos específicos

1. Diseñar un sistema para la recepción y transporte adecuado del producto florícola dentro del cuarto de preenfriamiento.
2. Simular el cuarto de preenfriamiento mediante el software ANSYS para la validación del diseño y corroboración de las condiciones térmicas adecuadas para su funcionamiento.
3. Determinar un presupuesto tentativo referente a la implementación del cuarto de preenfriamiento de este trabajo.

1.3 Alcance

El presente proyecto busca evaluar los parámetros que afectan el almacenamiento de rosas a granel dentro del cuarto de preenfriamiento. En el preenfriamiento de rosas con frecuencia se debe cumplir cierto rango de temperatura y humedad para que se asegure el correcto almacenamiento del producto. El Trabajo de Integración Curricular inicia con la recopilación bibliográfica para determinar la información indispensable relacionada al estudio del preenfriamiento previo a las labores de postcosecha, luego se define las especificaciones del cuarto de preenfriamiento para disminuir la tasa de respiración de la rosa antes de ser procesada. Luego se planteará, analizará y seleccionará la solución más adecuada. Se seleccionan los componentes del sistema de preenfriamiento, así como los evaporadores y condensadores. Una vez que se tenga el diseño se va a realizar un modelado 3D, una simulación térmica, un análisis económico y la elaboración de planos.

1.4 Marco teórico

El presente marco teórico busca recopilar los antecedentes necesarios para establecerse como un lineamiento guía claro del presente proyecto respecto a los estudios previos y consideraciones teóricas tomados para la producción y el manejo de la conservación de rosas de exportación en el Ecuador.

Sector florícola en Ecuador

Pese a la existencia de miles de especies de flores que se pueden encontrar en el país, este es reconocido por la producción de rosa la cual no es una especie nativa, esto debido a que en cualquier categoría de calificación esta flor es una de las mejores. (Vélez Velásquez & Sozoranga, 2016) La importancia de la floricultura en el mercado nacional tiene lugar en los años ochenta y noventa, por lo cual se implementa a los cultivos existentes distintas variedades de rosas. Posteriormente estas se convertirían en la principal fuente de ingresos de este sector, dando paso a que la producción florícola nacional aporte al PIB, al empleo y a la balanza comercial incentivando el desarrollo del país. (Baquerizo, 2019)

Posteriormente el cultivo de flores llega más regiones de la sierra y de la costa, evidenciando el crecimiento y la consolidación de este sector, dándole apertura al país a exportar flores. Por lo que se crea la entidad Expoflor, que cubre los principales requerimientos técnicos de calidad de los mercados objetivos internacionales de demanda de flores (empresas de decoración de eventos, decoración de casas, arreglos florales para regalo, entre otros). (Cedillo, Gonzáles, Salcedo , & Sotomayor, 2021)

Actualidad de la producción de rosas en Ecuador

Actualmente la rosa ecuatoriana tiene alta demanda a nivel internacional, por lo que su volumen de producción a incrementado como se aprecia en la figura 1.1. Debido a que este es un producto no pétreo y es el rubro generador de divisas que deja mayores ganancias, se le da el segundo lugar en las exportaciones agropecuarias. La exportación de rosas cultivadas en la región andina ecuatoriana es de suma importancia en la Balanza Comercial Agropecuaria del país. (Cedillo, Gonzáles, Salcedo , & Sotomayor, 2021)

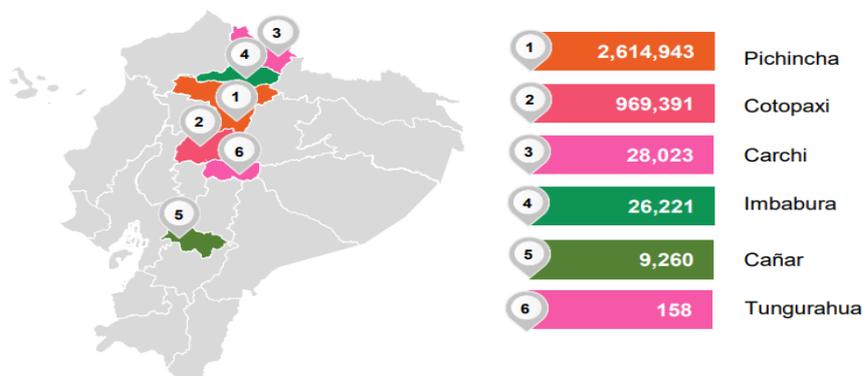


Figura 1.1. Distribución geográfica por producción (número de tallos cortados – Miles)

Fuente: (Agricultura, 2022)

Como se muestra en la tabla 1.1. La agroindustria florícola ecuatoriana hasta enero del 2022 tiene el 77% de las exportaciones de flores en las rosas, que abastecen 18% de la demanda del producto a nivel internacional, contribuyendo con 6.9% al VAB Agropecuario y 3.6% a las exportaciones no petroleras nacionales. (Agricultura, 2022)

Tabla 1.1. Principales especies de flores exportadas

Fuente: (EXPOFLORES, 2022)

Producto	FOB [mill. de dólares]	Crecimiento Valor [%]	Toneladas	Crecimiento volumen	Participación de valor [%]
Rosas	63	29	11.664	19	77
Follaje	6	-39	1.244	-19	8
Gypson	6	-10	867	-21	7
Preservadas	3	34	69	33	4
Claveles	2	68	367	62	2
Astromelias	1	8	141	-25	1
Lirios	0.5	-34	62	-29	1

Hasta mayo del 2022 la superficie de cosecha en diferentes provincias de la región sierra del país fue de 5,581 hectáreas, dejando el porcentaje de participación de las empresas florícolas como se puede apreciar en la tabla 1.2., abarcando 3,6 millones de tallos de rosas en conjunto. En el mismo año los mercados par exportaciones de rosas se localizaron en Norte América y Europa, generando ventas de USD 649 millones. (Agricultura, 2022)

Tabla 1.2. Porcentaje de participación

Fuente: (Yépez, 2017)

Tamaño de empresa	Porcentaje de participación [%]
Grande	9
Mediana	11
Pequeña	79

Las exportaciones agropecuarias apuntalan la economía nacional, haciendo recalcar que los productos florícolas ecuatorianos como lo es su producto estrella la rosa está bien posicionado internacionalmente. (Cedillo, Gonzáles, Salcedo , & Sotomayor, 2021)

Factores de riesgo para la producción de rosas de exportación

Al igual que existen factores que favorecen a la producción de rosas de exportación en el país, también hay factores que afectan su costo de producción. Los recursos naturales es uno de los factores, ya que la sobre explotación de estos genera que el producto llegue a elevar su precio debido a que cada vez la tierra es menos fértil y se necesitan sistemas más complejos de producción. Otro factor son las plagas y enfermedades siendo este el que mayormente afectan al costo de la producción de rosas de exportación debido al elevado costo de pérdidas por esta razón e implementación de protocolos contra plagas y enfermedades. El costo de combustible de los medios de transporte que llevan el producto es otro factor importante ya que este le resta competitividad al producto. (GEVARA, 2010)

Factores que impulsa la producción de rosas de exportación

Entre los factores que impulsan el desarrollo y la producción de las rosas de exportación en el país se pueden encontrar principalmente: la exoneración del pago de aranceles para exportación del producto según la ley de preferencia arancelaria andina, las inversiones tanto nacionales como extranjeras en plantaciones florícolas en Ecuador debido al retorno a corto plazo de la inversión, la generación de divisas en exportaciones no tradicionales y la mano de obra nacional disponible para la parte técnica-operativa y el adecuado manejo medio ambiental. (GEVARA, 2010).

Procesos de producción de rosas de exportación

Los procesos más importantes dentro de la producción y cosecha de rosas de exportación están los siguientes: preparación del terreno, preparación de invernaderos, siembra, control de temperatura, control de iluminación, humedad y ventilación, labores culturales, control de plagas, cosecha de rosas y transporte interno. En conjunto todos estos procesos son muy importantes y tienen como propósito precautelar el crecimiento, integridad y vida de las rosas antes de ser procesadas por la postcosecha para exportación. (YÁNEZ, 2015)

El proceso de postcosecha de las rosas provenientes de la cosecha figura 1.2. comienza al ser captadas en el área de recepción donde son intervenidas debido a que llegan con una temperatura de campo de 18 a 23 ° C y cada variedad tiene un distinto nivel de madurez y están sujetas a cambios constantes luego de ser cosechadas. Estos cambios no se los puede evitar pero se los puede reducir en postcosecha, la cual tienen como

propósito el retrasar la marchitez y la senescencia de las rosas para asegurar la longevidad de la flor cortada. (SANTACRUZ, 2008) Dentro de la postcosecha se pueden encontrar el siguiente estándar de procedimientos: Recepción de rosas en el cuarto de preenfriamiento, traslado a hidratación, patinador, clasificación, boncheo y control de calidad . (Molina, 2012)



Figura 1.2. Rosa en malla

Fuente: (MATUTE, 2017)

Recepción de rosas en el cuarto de preenfriamiento

Es el proceso que hidrata y extrae el calor de campo de las rosas figura 1.3. hasta una temperatura menor a 4.5 °C idónea para mantener la calidad de producto. Este es indispensable para las rosas debido a que tienen una alta tasa de respiración y de estas se desprende mucho calor. Los beneficios del preenfriamiento son la disminución de: transpiración, tasa de respiración, crecimiento de microorganismos patógenos, generación de etileno y la sensibilidad al mismo. (SANTACRUZ, 2008)



Figura 1.3. Preenfriamiento postcosecha

Fuente: (WENDY, 2017)

Parámetros de las rosas de exportación en postcosecha

Un tallo es exportable si es: proporcional, estar libre de daños y enfermedades. El punto de este dependerá del tipo de mercado, generalmente la longitud del tallo es mayor a 70 cm y el diámetro mayor o igual a 0.8 cm necesarios para su propio soporte, el botón mayor a 5.5 cm adecuado sin manchas por químicos con un color y tono característico del tipo de variedad, hojas y botones sin daños físicos y tallos sin enfermedades y yemas laterales. Hay que aclarar que el punto de corte dependerá del mercado internacional al cual se oriente la producción de la rosa siendo los más comunes los puntos de corte 2 y 4 para Estados Unidos y Rusia respectivamente como se aprecia en la figura 1.4. (YÁNEZ, 2015)

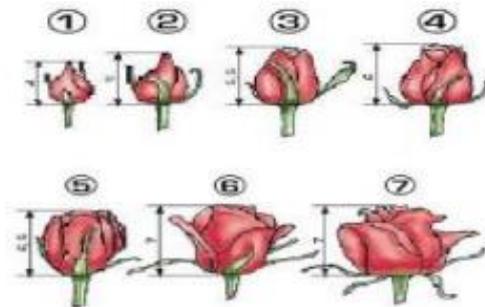


Figura 1.4. Puntos de apertura

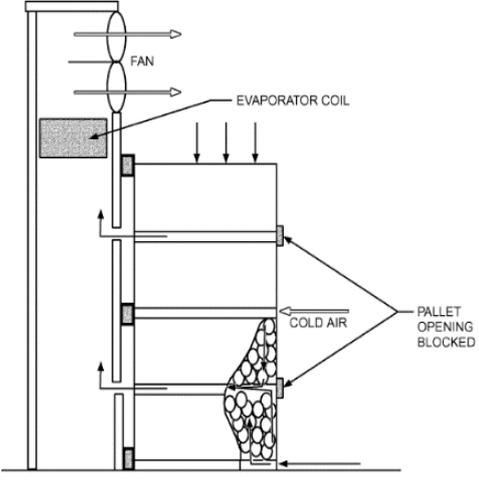
Fuente: (YÁNEZ, 2015)

Métodos de preenfriamiento de rosas de exportación

El tiempo de vida en florero de las rosas dependerá de sus cualidades genéticas, pero factores como el preenfriamiento después del corte ayudan a la prolongación de este. (SANTACRUZ, 2008) Debido a la alta tasa de respiración y baja tolerancia al calor, las rosas se deterioran rápidamente a la temperatura de campo, por lo que los métodos de preenfriamiento comúnmente utilizados en el área de postcosecha para retirar el calor de campo de las rosas obtenido en la cosecha son: hidro-enfriamiento, enfriamiento por aire forzado, enfriamiento por evaporación de aire forzado, formación de hielo en paquetes y por vacío. Según las características de almacenamiento requeridas por el producto y la magnitud de operación de acopio de este se recomienda comercialmente que se utilice el método de preenfriamiento por aire forzado, en la tabla 1.3. se puede apreciar las principales características de este método. (ASHRAE, 2018)

Tabla 1.3. Características del método de preenfriamiento por aire forzado

Fuente: (ASHRAE, 2018)

Método de preenfriamiento	Características
<p style="text-align: center;">Por aire forzado</p> 	<p>El método consiste en crear gradientes de presión en la cámara mediante los ventiladores que posee el evaporador, forzando a que el aire frío fluya al producto.</p> <p>Aumenta y mejora la distribución del producto junto con la velocidad de enfriamiento.</p>

Refrigerantes

Los refrigerantes reducen la temperatura de un cuerpo o sustancia al absorber el calor de este. Estos gases varían en función del método de refrigeración ya que cada uno de estos tienen diferentes requerimientos químicos, físicos y termodinámicos, los cuales garantizan la satisfacción de las necesidades en cualquier aplicación. Los refrigerantes halocarbonos figuran 1.5. se dividen en cuatro grupos que son: hidroclorofluorocarbonos (HCFC), clorofluorocarbonos (CFC), hidrofluorocarbonos (HFC), hidrofluoroolefinas (HFO), hidrocarburos (HC), refrigerantes naturales y las mezclas de estos. (RAMÍREZ, 2019)

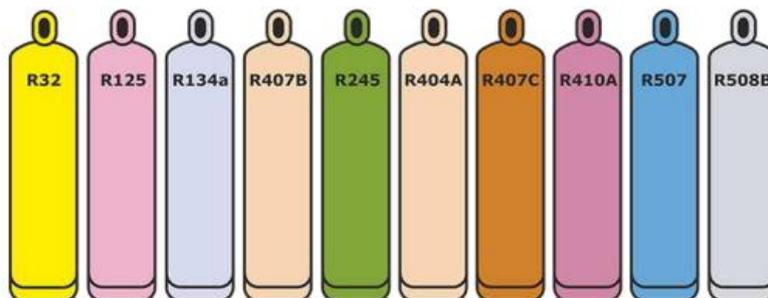


Figura 1.5. Refrigerantes

Fuente: (YÁNEZ, 2015)

El uso comercial de los refrigerantes actualmente se orienta a reducir el impacto ambiental que estos producen, los factores que se consideran para este control es el ODP (Ozone depletion potential) y el GWP (Global warming potential). Además, para la refrigeración comercial de sistemas aislados y centralizados, que considera temperaturas entre 8 y -25 ° C, los gases más utilizados son el R-290 (propano), R-744 (CO₂), R-1234yf, R-407F, R-448A, R-449A, R-450A y R-513A. Los criterios de selección del gas adecuados van en función del grado de seguridad que califica la toxicidad e inflamabilidad de estos.

Panel de aislamiento

Los paneles comerciales tipo sándwich de aislamiento como se aprecia en figura 1.6. son productos que se hallan en gran variedad a nivel nacional, estos permiten que los sistemas de refrigeración cumplan con el cometido de preservar y mantener los productos en buen estado, aislándolos de factores externos como los son: la temperatura, humedad, luz y viento. En general su estructura del panel está compuesta por dos placas de acero o aluminio que en su unión tiene algún tipo de aislante. El corcho, el poliuretano, el poliisocianurato, la lana de vidrio, la lana de roca y poliestireno extruido o expandido son los materiales más comunes utilizados como aislantes. Cada material tiene las características térmicas específicas para las diferentes aplicaciones.

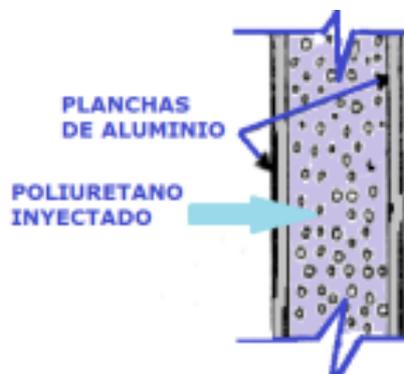


Figura 1.6. Configuración de los paneles tipo sándwich

Fuente: (Manrique & Pilatasig, 2015)

Entre las propiedades que deben tener un panel de aislamiento esta la baja conductividad térmica, no deben sufrir putrefacción, inodoros, ligeros, no higroscópicos, no inflamables, no deformables, resistente a la presión, resistente al apilamiento, no orgánico y no debe permitir el paso del vapor de agua. (Mendoza, 2021)

Maquinaria disponible en el mercado (Benchmarking)

El benchmarking busca las mejores características de los sistemas de preenfriamiento y recepción común mente empleados comercialmente en la conservación de flores cortadas.

Sistema de recepción de manufactura nacional

En el país si se producen diversos sistemas de recepción de rosas con diferentes grados de productividad debido a la gran producción de esta. Por lo general los sistemas son fabricados de manera artesanal por lo que son de mala calidad lo que resulta en la baja producción de estos. El modelo más utilizado por los productores para la recepción de rosas provenientes de la cosecha es el de un carro con tinas empujado manualmente como se aprecia en la figura 1.7. Este modelo de recepción del producto no suele tener la capacidad de carga indicada para todas las mallas producidas, lo que provoca que el personal que recepto la rosa en malla las coloque de manera inapropiada haciendo que estas se maltraten y bajen su calidad.



Figura 1.7. Recepción convencional de mallas de rosas en postcosecha

Fuente: (MATUTE, 2017)

Sistemas de preenfriamiento de manufactura nacional

El distrito metropolitano de Quito cuenta con más de 35 empresas bajo la supervisión de la super intendencia de compañías y asociadas a la cámara de comercio de Quito, que ofrecen los servicios de aire acondicionado y refrigeración. En su totalidad cada empresa importa distintas marcas de sistemas de refrigeración y aire acondicionado debido al alto costo de fabricación nacional, por lo que ningún componente de estos sistemas son de producción ecuatoriana, pero si se pueden encontrar una alta gama de marcas extranjeras. (CATOTA & COFRE, 2009)

Sistema de recepción de manufactura extranjera

El sistema de recepción de flor cortada en países agro-industrializados busca proteger la calidad de la flor a medida que esta es transportada a distintas áreas de tratamiento después de la cosecha. Existe una gran variedad de opciones para la selección de estos sistemas de recepción, pero los empleados más comúnmente son los de la tabla 1.4.

Tabla 1.4. Sistema de recepción de manufactura extranjera

Fuente: (CALÉ, 2019)

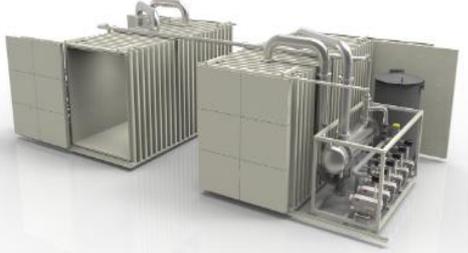
Sistemas	Características
<p data-bbox="360 723 576 757">Tipo anaqueles</p> 	<p data-bbox="722 723 1393 1106">Permite transportar la rosa receptada en postcosecha hasta el cuarto de preenfriamiento de forma manual. El sistema cuenta con la ventaja de que en cada nivel del anaquel están adecuados valdes o tinas con agua para colocar directamente las mallas con flor de forma vertical, lo que elimina el tiempo de descarga del producto en el cuarto de preenfriamiento.</p>
<p data-bbox="395 1232 541 1265">Tipo cama</p> 	<p data-bbox="722 1232 1393 1615">transporta las mallas de rosa con un principio diferente al de todos los sistemas convencionales al no colocar las mallas directamente en hidratación. El sistema cuenta con dos posiciones de colocación de mallas en forma horizontal para equilibrar el peso. El producto es colocado sobre soportes que se adaptan a la morfología de la malla.</p>

Sistema de preenfriamiento de manufactura extranjera

La manufactura internacional ofrece una alta gama de estos sistemas tabla 1.5. En la tabla se exponen las características más importantes de los modelos más relevantes que se acoplan a los requerimientos de conservación de flor cortada.

Tabla 1.5. Sistema de preenfriamiento de manufactura extranjera

Fuente: (ZANOTTI, 2021)

Sistema	Características
<p>Por vacío KRYOVAK</p> 	<p>Sistema utilizado para el preenfriamiento o enfriamiento de productos, es importado de China por Columbec y funciona mediante la tecnología hidráulica/DX. Para la conservación de productos no utiliza aire forzado o agua fría sino más bien lo hace mediante el vacío.</p>
<p>Partidos horizontales ZANOTTI SPO</p> 	<p>La unidad condensadora se instala en el suelo o techo al exterior de la cámara, el evaporador se instala en el techo interior de la cámara, los compresores son tipo hermético alternativo y funciona con refrigerantes R452A para temperaturas altas y para temperaturas medias con R134a. Este equipo dispone de descarche eléctrico, presostatos de alta y baja, expansión capilar, filtro deshidratador, consumo de 1 a 2.3 KW, voltaje de 230 a 400.</p>
<p>Compacto de pared ZANOTTI GM</p> 	<p>Equipo compacto que se caracterizan por su gran versatilidad, su montaje se lo realiza sobre la pared de la cámara, los ventiladores del condensador pueden ser axiales o centrífugos, los compresores son de tipo hermético alternativo, descarche por gas caliente, sistema de eliminación automática de agua de condensación, consumo de 0.5 a 2.3 Kw, voltaje de 230 a 400, funciona con refrigerante R134A para media temperatura y R452A para bajas temperaturas.</p>

Diseño mecánico y térmico

En el diseño térmico se usará el software ANSYS con su paquete Fluid Flow (Fluent) para establecer un análisis mediante CFD con el cual se validará la distribución de temperaturas de la cámara de preenfriamiento comercial en la conserva de rosas de exportación. Para

el diseño mecánico se emplea un análisis por método de elementos finitos MEF usando el software SOLIDWORKS que permitirá determinar si las magnitudes de esfuerzos y deformaciones del sistema de recepción de producto son adecuadas.

Modelo numérico térmico de la cámara de preenfriamiento

Para el análisis térmico de la cámara se utilizarán las ecuaciones promediadas de Reynold – Navier Stokes (RANS) en tres dimensiones. El modelo de turbulencia elegido es el K- ω SST, debido a que representa un buen desempeño en la descripción de fenómenos en la cámara. También hay que considerar que en este análisis se elimina la convección natural quedando dos modos posibles de transferencia de calor para lograr la tasa de enfriamiento requerida, los cuales son por convección: aire – producto, aire – paquete y conducción en la formación de bloques de rosas. (Zina & Tahar, 2018) La ecuación 1.1. describe el fenómeno de la conservación de masa del análisis. (Zina & Tahar, 2018)

$$\frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_i} = 0$$

Ecuación 1.1. Conservación de masa

La ecuación 1.2. describe el fenómeno de la conservación de movimiento del análisis. (Zina & Tahar, 2018)

$$\rho_f \frac{\partial \bar{u}_i \bar{u}_j}{\partial x_j} = -\frac{\partial \bar{p}}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\mu \left(\frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} + \frac{\partial \bar{u}_j}{\partial x_i} \right) \right] - \rho_f \frac{\partial \overline{u'_i u'_j}}{\partial x_j}$$

Ecuación 1.2. Conservación de movimiento

El termino de tensión de Reynolds en la ecuación 1.2. se obtiene de la hipótesis de Boussinesq ecuación 1.3. (Zina & Tahar, 2018)

$$\rho_f \overline{u'_i u'_j} = \mu_t \left(\frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} + \frac{\partial \bar{u}_j}{\partial x_i} \right) - \frac{2}{3} \rho_f k \delta_{ij}$$

Ecuación 1.3. Conservación de movimiento modificada

La ecuación 1.4. describe el fenómeno de la conservación de energía del análisis. (Zina & Tahar, 2018)

$$\frac{\partial \bar{T}_f}{\partial t} + \bar{u}_i \left(\frac{\partial \bar{T}_f}{\partial x_i} + \frac{1}{\rho_f c_{pf}} \frac{\partial \bar{p}}{\partial x_i} \right) = \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\frac{\lambda_{eff}}{\rho_f c_{pf}} \frac{\partial \bar{T}_f}{\partial x_i} \right)$$

Ecuación 1.4. Conservación de energía

Modelo numérico del sistema de recepción de producto

El modelo numérico será para el análisis estático de la estructura, con el cual se determinarán las tensiones, desplazamientos y factor de seguridad, partiendo a la geometría de la estructura en elementos tridimensionales o bidimensionales, con lo cual se resuelve la ecuación 1.5. para todas las direcciones de movimiento o aplicación de la condición de carga. (Montachana, 2022)

$$[k]\{u\} = \{F\}$$

Ecuación 1.5. Modelo numérico para el análisis estático de la estructura

2 METODOLOGÍA

El desarrollo de este proyecto utiliza la metodología propuesta por el diseño concurrente, esta se plasma en la figura 2.1.

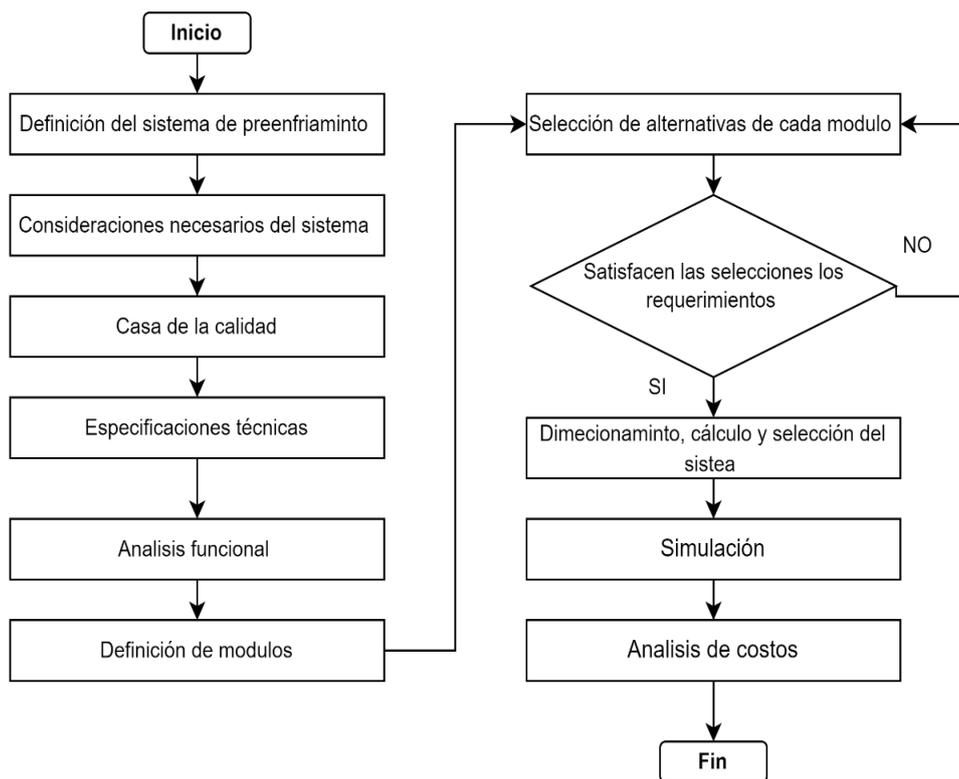


Figura 2.1. Diagrama de flujo de la metodología

Fuente: Propio

En todo el apartado 1.4 se define el sistema de preenfriamiento por lo que se parte de esta definición.

2.1 Consideraciones necesarias del sistema

El propósito del sistema de preenfriamiento propuesto es reducir las pérdidas existentes debido a la mala recepción de las rosas en el área de postcosecha. Por lo que se adecuan los sistemas de recepción y preenfriamiento para que el producto cumpla con los estándares de calidad de exportación y aumente su competitividad. Se toma como referencia los datos brindados de la procesadora Deli flor figura 2.2. ubicada en la provincia de Pichincha parroquia Calderón.



Figura 2.2. Procesador Deli flor

Fuente: Propio

El diseño concurrente da importancia al criterio de uso del cliente, por lo que sistema debe tener las siguientes características: fácil mantenimiento, fácil limpieza, fresca del producto por tiempo prolongado, capacidad del volumen interior, bajo consumo de energía eléctrica, bajo costo, silencioso, fácil recepción de producto, flexibilidad para cambiar las necesidades de almacenamiento, velocidad de refrigeración, duradero, larga vida útil y no congelar. En base a la voz del cliente se procede a determinar las especificaciones técnicas: eficiencia del compresor, eficiencia del aislamiento, ergonomía, costo de manufactura, medición de ruido, Accesibilidad de repuestos, Costo computacional, rango de temperatura de refrigeración (on/off sistema), eficiencia del volumen (Total/Usable), número de características ajustables, costo de ingeniería y filtración de aire.

2.2 Casa de la calidad

La casa de la calidad es un instrumento del despliegue de la función de calidad QFD, cuyo objetivo es el establecer las características y deseos del cliente en el producto como requerimientos técnicos. El Anexo 1 muestra la casa de la calidad basada en el diseño concurrente, la evaluación que se realiza está al margen de las características evaluadas por el benchmarking de sistemas similares de preenfriamiento del apartado 1.4.

Conclusiones de la casa de la calidad

Las características técnicas y su peso en porcentaje que satisfacen las demandas específicas del usuario son:

Eficiencia del compresor (13.26 %): el compresor debe tener al menos un índice de eficiencia de al menos 5.8.

Eficiencia del aislamiento (10.81 %): Se considera el criterio del 1% y 99% de ASHRAE.

Ergonomía (10.68 %): lo que respecta a la ergonomía el usuario establece que se diseñe un sistema de recepción.

Costo de fabricación (10.54 %): le diseño del sistema de preenfriamiento no debe sobre pasar los 5000\$. Todos los elementos que forman el sistema deben ajustarse al presupuesto.

Especificaciones técnicas

En el Anexo II se aprecian especificaciones técnicas obtenidas de la casa de la calidad.

2.3 Análís funcional

El diseño de un producto bajo la herramienta del análisis funcional requiere establecer claramente las funciones primarias que cumpla las exigencias del cliente, en este caso es el preenfriamiento y recepción de rosas de exportación. Las funciones secundarias son las que por medio de este análisis se determinan y permiten que se ejecute la función primaria. Al ya tener las funciones secundarias establecidas con las soluciones seleccionadas más idóneas para el desempeño de estas, son agrupadas con el fin de obtener módulos aptos para un conjunto de funciones secundarias, consiguiendo de esta manera el desarrollo de un diseño modular. Para la descomposición funcional del producto se implementan diagramas de flujo, en los que aparecen funciones en cada recuadro, las cuales pueden tener tres tipos de entradas y salidas (señal, materia y energía). Los diagramas empiezan en la función global y se desarrollan hasta el nivel más adecuado.

2.4 Análisis de los diagramas funcionales

Se inicia con el nivel 0 o función global, hasta el nivel 2 con un desarrollo que incluye las funciones más simples. En el Anexo 3 se encuentran los diagramas funcionales. El diagrama funcional se ha desarrollado hasta el nivel 2 debido a que hacer un despliegue mayor dará como resultado soluciones determinantes. La función primaria del nivel cero en el Anexo 3 se establece como la de recibir y retirar el calor de campo de las rosas de

exportación en la cámara de preenfriamiento. El sistema de preenfriamiento requiere de la alimentación de material, energía y señales de control dadas por los encargados del sistema y el producto.

En el nivel 1 Anexo 3 se establece de manera general que la recepción y el preenfriamiento de rosas exportación son las dos diferentes funciones que se realizan en el sistema de preenfriamiento para la obtención del producto final. Además, el nivel tiene una alimentación de energía en la acción que debe ser realizada manualmente y un ingreso de energía eléctrica para el funcionamiento de la cámara.

Del nivel 2 se desagregan varias acciones fundamentales que en el nivel 1 no se detallan. En el diagrama Anexo 3 nivel 2 aparecen las funciones de encendido-apagado y sistema mecánico. Lo cual permite que el cuarto de preenfriamiento trabaje eficientemente en día y que no haya pérdidas de producto o excesivo consumo energético. Otra función es el sistema de recepción y tratamiento del aire, la primera está relacionada con el producto almacenado en el cuarto de preenfriamiento y la segunda hace referencia al volumen útil de la cámara, estas son funciones necesarias en el diseño definitivo. Se aprecia que el almacenamiento e hidratación puede cumplirse al mismo tiempo, así pues, se demuestra que existe información importante de dependencia y simultaneidad de las funciones establecidas.

2.5 Definición de módulos

La división de módulos es el resultado del diseño por modularidad del sistema y ayuda al mantenimiento, la producción, costos, etc. Ya que en el proceso de preenfriamiento se cumplen algunas funciones, es recomendable tener una división modular. Para lo cual de los diagramas funcionales se establece la división de módulos más idónea. En diagrama nivel 2 del Anexo 3 se aprecian tres módulos principales:

Encendió-apagado y Sistema mecánico

Recepción y tratamiento de aire, que va desde “Bloquear movilidad del sistema de recepción” hasta “Detectar temperatura idónea”.

El primer módulo se encarga del funcionamiento mecánico de la cámara mientras que el segundo y tercer modulo se encarga del almacenamiento del producto. Existe independencia entre estos conjuntos debido a que mitras el primer módulo establezca al segundo y tercer módulo las condiciones necesarias de estos pueden desarrollarse adecuadamente.

2.6 Evaluación y selección de módulos

En esta sección se utiliza la evaluación propuesta en el diseño concurrente de Carles Rivas.

Módulo 1

Contempla las siguientes funciones: encendido - apagado de cámara de preenfriamiento y sistema mecánico.

Encendido y apagado de la cámara de preenfriamiento

Existen varios tipos de encendido y apagado para el sistema de preenfriamiento que operan con fundamentos diferentes los cuales se establecen en la tabla 2.1.

Tabla 2.1. Soluciones para el control de la cámara

Fuente: (Danffos, 2021)

Solución	Ventajas	Desventajas
<p>Controlador eléctrico</p> 	<p>Apto para alta, mediana y baja temperatura.</p> <p>Favorecen la durabilidad del equipo del sistema con la protección de voltaje.</p> <p>Dispone de modos de trabajo para el día y la noche.</p>	<p>Complejidad en la circuitería del control de la cámara.</p> <p>Requiere de personal capacitado para su manejo.</p> <p>No opera sin las variables programadas.</p>
<p>Termostato mecánico</p> 	<p>Ahorro económico por el concepto de consumo energético.</p> <p>Regula el sistema al funcionar de manera directa con la temperatura del circuito.</p> <p>Durabilidad y facilidad de manejo.</p>	<p>Son menos completos.</p> <p>Cuentan con menos opciones.</p> <p>Regulación manual.</p>
<p>Termostato electrónico</p> 	<p>Ahorro de energía.</p> <p>Programable para ahorro nocturno.</p> <p>Control inalámbrico.</p>	<p>Compatibilidad del dispositivo con el sistema.</p> <p>Costo.</p>

Sistema mecánico

En la tabla 2.2 se establecen los tipos de componentes comerciales netamente mecánicos ya utilizados para las cámaras de preenfriamiento como la dimensionada en este trabajo.

Tabla 2.2. Soluciones para el sistema mecánico

Fuente: (Danffos, 2021)

Solución	Ventajas	Desventajas
<p>Compresor</p> 	<p>Funcionamiento silencioso.</p> <p>Diseño accesible para labores de mantenimiento.</p> <p>Alto rendimiento volumétrico y coeficiente EER.</p>	<p>Costo de mantenimiento alto.</p> <p>Necesita inspecciones continuas.</p> <p>En servicio continuo se necesitan unidades de reserva.</p>
<p>Condensador</p> 	<p>Se pueden usar en cualquier tipo de sistemas de refrigeración.</p> <p>Puede tener una gran variedad de configuración.</p> <p>Pueden ser aplicados con micro ventiladores.</p>	<p>Retención de suciedad en las aletas.</p> <p>Revisión periódica.</p>
<p>Evaporador cubico</p> 	<p>Mayor superficie de intercambio térmico en la cámara.</p> <p>Compacto y de gran rigidez.</p> <p>Evita vibraciones.</p> <p>Fácil mantenimiento.</p>	<p>Configuración de estación limitada.</p> <p>Neblina durante el deshielo.</p> <p>Mayor eficiencia en los cuartos pequeños y medianos.</p>
<p>Evaporador plafón</p> 	<p>Diseño de perfil extraplano.</p> <p>Buena distribución de aire.</p> <p>Bajo tiro de aire.</p>	<p>Deshielo produce vapor.</p> <p>Instalación compleja de cañerías de drenaje y refrigerante.</p> <p>Difícil limpieza.</p>
<p>Evaporador angular</p> 	<p>Diseño de perfil bajo.</p> <p>Bajo nivel de ruido.</p> <p>El evaporador no está sobre el producto.</p> <p>Instalación contra la pared.</p>	<p>Disponibles solo para pequeñas capacidades.</p> <p>Limpieza frecuente del serpentín.</p>

<p style="text-align: center;">VET</p> 	<p>Fácil instalación.</p> <p>Mantiene una carga de refrigerante variable.</p> <p>Capacidad de ajustar la apertura de la válvula al detectar el aumento de presión.</p>	<p>La apertura y cierre de la válvula no funciona sin la diferencia de presiones no es correctas.</p> <p>Sobre alimentación al evaporador durante el arranque del compresor.</p>
---	--	--

Alternativas de módulos

Para la determinación de alternativas del módulo uno se combinan las soluciones para cada función como se muestra en el Anexo 4.

Evaluación y selección de los módulos

Con el propósito de seleccionar la alternativa para solucionar el módulo, se empleará el método ordinal corregido de criterios ponderados que se recomienda para el diseño concurrente de Carles Rivas. Los criterios en evaluación serán: el fácil mantenimiento, mecanismo funcional, costo del equipo y fiabilidad de los elementos del sistema. Las tablas de la evaluación de criterios se las puede encontrar el Anexo 5. En la tabla 2.3. se presenta la conclusión para la selección de la alternativa para el módulo uno.

Tabla 2.3. Conclusión para el módulo 1

Fuente: Propia

Conclusiones	Fácil mantenimiento	Mecanismo funcional	Costo del equipo	Fiabilidad	Σ	Prioridad
Alternativa 1	0.38x0.19	0.4x0.23	0.21x0.29	0.38x0.29	0.14	1
Alternativa 2	0.31x0.19	0.33x0.23	0.36x0.29	0.31x0.29	0.12	3
Alternativa 3	0.31x0.19	0.27x0.23	0.43x0.29	0.31x0.29	0.13	2

La alternativa que más se ajusta a los requerimientos que se evaluaron es la número 1 y se la muestra en la figura 2.3.

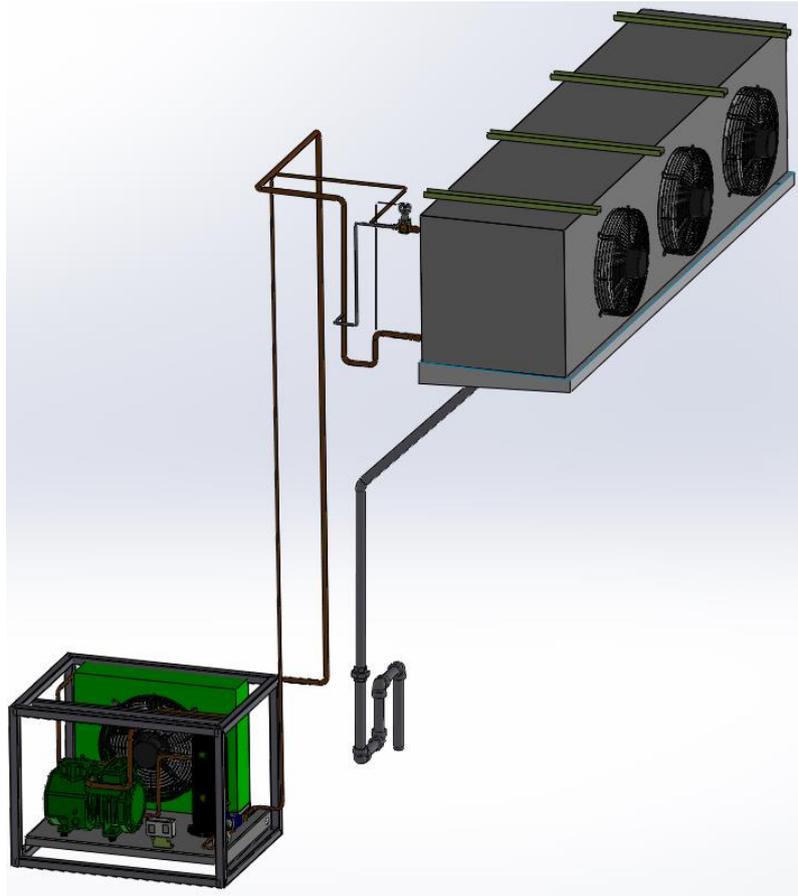


Figura 2.3. Solución del módulo uno (Alternativa 1)

Fuente: Propio

Módulo 2

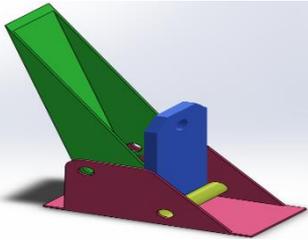
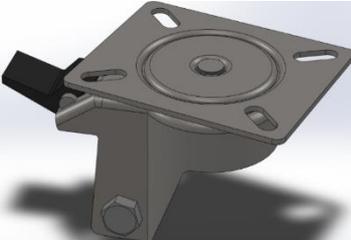
Este módulo cumple con las siguientes funciones: bloquear movilidad del sistema de recepción, acoplar mallas al sistema de recepción, contener las mallas con rosas y asegurar y permitir fácil desplazamiento de las mallas.

Bloquear movilidad del sistema de recepción

En la tabla 2.4. se establecen los mecanismos de bloqueo de la movilidad del sistema de recepción que se acciona con el pie al recibir producto y al almacenarlo dentro de la cámara de preenfriamiento. Se considera que el bloqueo móvil es un mecanismo con el cual el mueble que se esté transportando tiene la opción de hacerlo funcionar o mantenerlo estático.

Tabla 2.4. Soluciones para el bloqueo de movilidad del sistema de recepción

Fuente: Propio

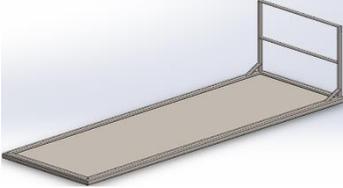
Solución	Ventajas	Desventajas
<p>Bloqueo móvil</p> 	<p>Fácil visualización. Fácil montaje. Fácil mantenimiento</p>	<p>Aumenta el espacio de los laterales del mueble. Seguro muy rígido.</p>
<p>Bloqueo fijo</p> 	<p>No ocupa mucho espacio de la estructura al momento de su instalación. Movilidad más adecuada. El mecanismo de freno es más funcional.</p>	<p>Mantenimiento es más laborioso. Material del dispositivo de aplicación de freno muy frágil.</p>

Acoplar mallas al sistema de recepción

En la tabla 2.5. se considera la configuración común de los muebles metálicos usados.

Tabla 2.5. Soluciones para acoplar mallas al sistema de recepción

Fuente: Propio

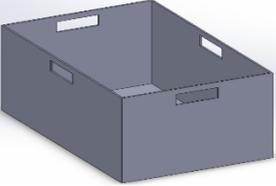
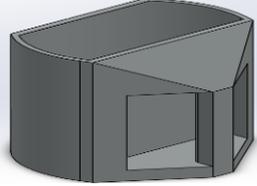
Solución	Ventajas	Desventajas
<p>Mueble para tinas</p> 	<p>Por cada tina se puede guardar más producto a granel. Su forma aprovecha más el espacio. Material más resistente.</p>	<p>Su peso es considerable al momento de transportar. El producto llega a maltratarse levemente.</p>
<p>Mueble para baldes</p> 	<p>Es más funcional con la carga y descarga del producto. Considera la ergonomía del trabajador. No maltrata al producto en granel.</p>	<p>El mueble no puede ser modificado para dos pisos.</p>

Contener mallas con rosas

Para contener malla es recomendable utilizar recipientes ligeros como los en la tabla 2.6.

Tabla 2.6. Soluciones para contener mallas con rosas

Fuente: Propio

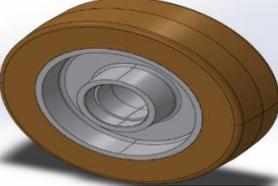
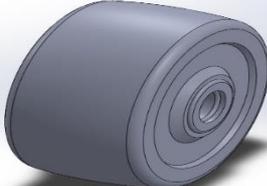
Solución	Ventajas	Desventajas
Tina cuadrada 	Recapta mayor cantidad de producto. El producto que se puede colocar puede ser de mayor volumen. Su disposición tiene mayor orden.	Requiere mayor espacio de almacenamiento. Su peso aumenta considerablemente al contener el líquido hidratante.
Balde redondo 	No requiere de mucho personal para su ubicación. Requiere menos hidratante por unidad. Se puede manipular fácilmente.	Requiere de un mayor número de unidades para más almacenamiento. Tienden a ser más frágiles ante una caída.

Aseguras y permitir el desplazamiento de las mallas

En la tabla 2.7. se consideran las ruedas o garruchas con mayor aplicación en la industria.

Tabla 2.7. Soluciones para asegurar y permitir el desplazamiento

Fuente: Propio

Solución	Ventajas	Desventajas
Rueda de poliuretano 	Soportan grandes cantidades de peso. No reacciona a químicos. Son antideslizantes. No se corroen.	Para grados de alto desempeño de la rueda el costo de esta es elevado. Son vulnerables a la incrustación de elementos.
Rueda de polivinilo 	Soportan grandes cantidades de peso. Es duradera. Bajo costo.	No posee un buen agarre del piso.

Alternativas de módulos

Para la determinación de alternativas se combinan las soluciones para cada función como se muestra en el Anexo 6.

Evaluación y selección de alternativa

Los criterios de evaluación para las alternativas de solución del módulo dos son: costo de fabricación, fácil mantenimiento, fiabilidad y capacidad de almacenamiento. Las tablas de la evaluación de criterios se las puede encontrar el Anexo 7. En la tabla 2.8. se presenta la conclusión para la selección de la alternativa para el módulo dos.

Tabla 2.8. Conclusión para el módulo 2

Fuente: Propia

Conclusiones	Costo fabricación	Fácil mantenimiento	Fiabilidad	Capacidad de almacenamiento	Σ	Prioridad
Alternativa 1	0.33x0.3	0.31x0.2	0.25x0.25	0.30x0.25	0.29	3
Alternativa 2	0.27x0.3	0.31x0.2	0.33x0.25	0.35x0.25	0.31	2
Alternativa 3	0.4x0.3	0.38x0.2	0.42x0.25	0.35x0.25	0.38	1

La alternativa que más se ajusta a los requerimientos que se evaluaron para este módulo es la número 3 como se ve en la figura 2.4.

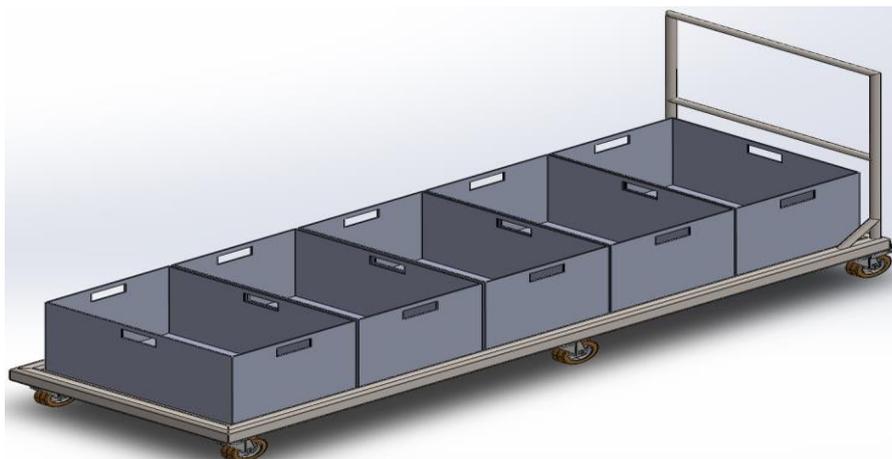


Figura 2.4. Solución del módulo dos (Alternativa 3)

Fuente: Propio

Módulo 3

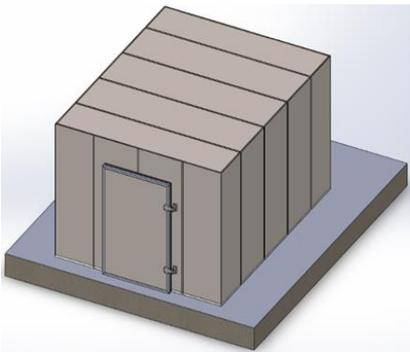
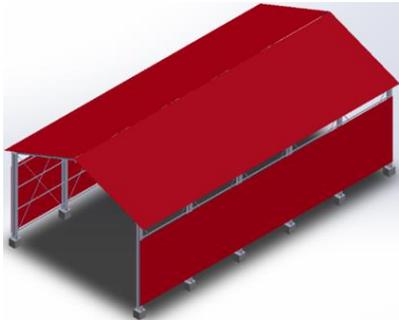
Este módulo se dispone de las siguientes funciones: almacenar e hidratar las mallas con rosas en la cámara de preenfriamiento, tratar el aire de preenfriamiento, regular la temperatura de la cámara de preenfriamiento, preenfriamiento del producto a granel y detectar temperatura idónea. Tratar el aire de preenfriamiento y detectar la temperatura idónea se tratan como una sola.

Almacenar e hidratar

En la tabla 2.9. se presentan las dos maneras de preenfriar e hidratar el producto más comúnmente usadas en la industria florícola.

Tabla 2.9. Solución para almacenar e hidratar

Fuente: Propia

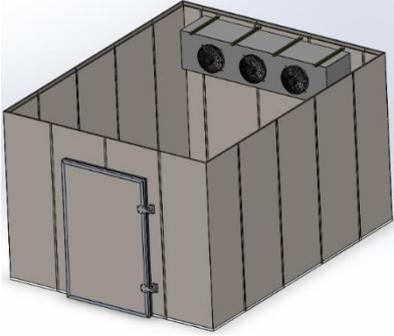
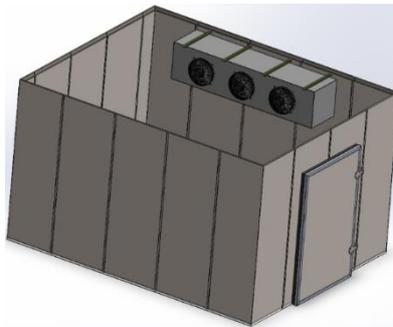
Solución	Ventajas	Desventajas
Cámara de refrigeración 	Aumenta el tiempo de vida en florero de las rosas de exportación. Disminuye el riesgo de posibles enfermedades características de las rosas. Control de las condiciones interior de la cámara.	El consumo eléctrico es considerable.
Galpón cubierto 	No requiere de consumo eléctrico. Se dispone de un espacio más amplio.	Control limitado a condiciones a las que está expuesto el producto. El producto es más susceptible a enfermedades. Productos susceptibles para tratadas.

Tratar el aire de preenfriamiento

En la tabla 2.10. se presentan las configuraciones comunes para el tratamiento del aire dentro de la cámara de preenfriamiento.

Tabla 2.10. Solución para tratar el aire de preenfriamiento

Fuente: Propia

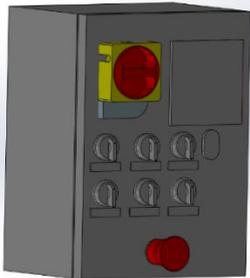
Solución	Ventajas	Desventajas
<p>Evaporador longitudinal</p> 	<p>Mejor recirculación del aire interno de la cámara y difusión del frío.</p> <p>El evaporador esta más lejos del acceso a la cámara.</p> <p>Aprovecha el espacio al máximo.</p>	<p>Acceso complicado para el mantenimiento preventivo del equipo evaporador.</p>
<p>Evaporador transversal</p> 	<p>Enfría al producto en flujo normal o doble flujo.</p>	<p>Desaprovechamiento del espacio de la cámara de preenfriamiento.</p> <p>La recirculación de aire dentro de la cámara no es buena.</p> <p>Existe la probabilidad de tener perdidas por infiltración debido a su ubicación.</p>

Regular la temperatura

En la tabla 2.11. se presenta la configuración de control más empleada en la industria.

Tabla 2.11. Solución para regular la temperatura

Fuente: Propia

Solución	Ventajas	Desventajas
<p>Tablero de mando</p> 	<p>Facilita el Mantenimiento sistema eléctrico y electrónico de la cámara.</p> <p>Controla sobrecargas de tensión.</p> <p>Activa y desactiva mediante señales los componentes del sistema de preenfriamiento, controlando diversas variables de este.</p>	<p>Se debe desarrollar desde cero el PLC para el control de la cámara y para cada uno de los elementos de esta.</p>

Preenfriamiento del producto a granel

En la tabla 2.12. se presenta la forma más empleada para facilitar el transporte del producto a granel del campo a la postcosecha.

Tabla 2.12. Solución para preenfriamiento del producto a granel

Fuente: Propia

Solución	Ventajas	Desventajas
<p>Mallas</p> 	<p>Reduce el tiempo de preenfriamiento al que debe estar expuesto el producto.</p> <p>Facilita la hidratación de las rosas.</p> <p>Mejora el manejo del producto en postcosecha.</p>	<p>Aumento de plástico en la industria.</p>

Alternativas de módulos

Para la determinación de alternativas se combinan las soluciones para cada función como se muestra en el Anexo 8.

Evaluación y selección de alternativas

A continuación, se listan los criterios de evaluación para solución del módulo: costo de adquisición, fácil mantenimiento, circulación del aire y capacidad de almacenamiento. Las tablas de la evaluación de criterios se las puede encontrar en el Anexo 9. En la tabla 2.13. se presenta la conclusión para la selección de la alternativa para el módulo tres.

Tabla 2.13. Conclusión para el módulo 3

Fuente: Propia

Conclusiones	Costo de adquisición	Fácil mantenimiento	Circulación de aire	Capacidad de almacenamiento	Σ	Prioridad
Alternativa 1	0.33x0.2	0.40x0.25	0.31x0.25	0.36x0.3	0.35	2
Alternativa 2	0.4.x0.2	0.33x0.25	0.38x0.25	0.36x0.3	0.37	1
Alternativa 3	0.27x0.2	0.27x0.25	0.31x0.25	0.29x0.3	0.29	3

La alternativa que más se ajusta a los requerimientos que se evaluaron para este módulo es la número 2 como se ve en la figura 2.5.

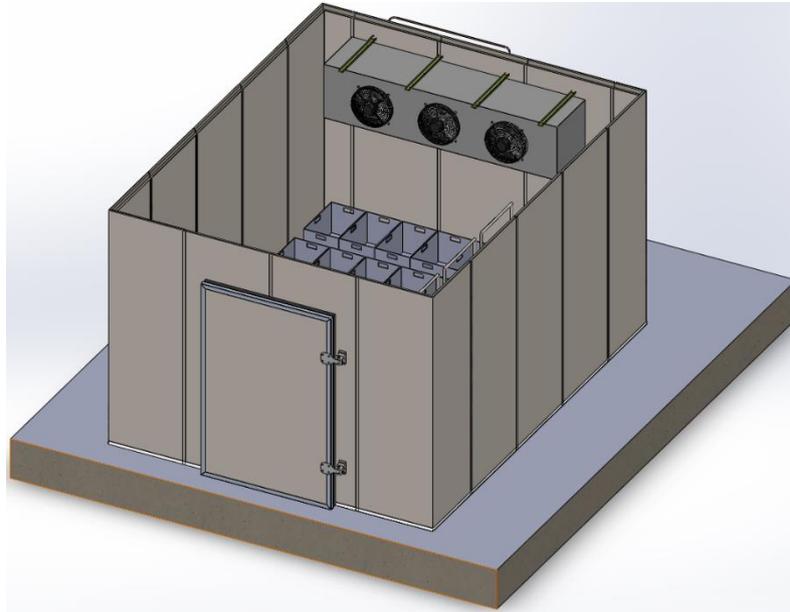


Figura 2.5. Solución del módulo dos (Alternativa 2)

Fuente: Propio

2.7 Cálculo y selección de componentes

Al identificar las normas de construcción necesarias y determinar la caracterización de condiciones de operación con las que va a trabajar la cámara de preenfriamiento de rosas de exportación. Se dividirá el diseño y selección en los tres módulos ya establecidos.

Parámetros generales de diseño

Las características y criterios que se tomaran para el diseño de la cámara de preenfriamiento se derivaran del manual de refrigeración de la ASHRAE edición 2018, cuyo contenido es un referente actual en el diseño de instalaciones refrigeradas. Para este diseño se tendrá como parámetros iniciales los siguientes puntos:

La cámara de preenfriamiento estará ubicada en el sector de Calderón en el barrio Santa Anita al norte de la ciudad de Quito, Ecuador en la locación de una PYME familiar.

El sistema de preenfriamiento se ubicará dentro de un galpón de postcosecha, en el cual se le ha destinado un espacio específico cuyas dimensiones son 4.5 m de ancho por 5.5 m de largo y 4 m de alto con el piso de concreto.

El volumen físico útil que ocupará la cámara es de 60 m³.

El material aislante de las paredes y techo de la cámara de preenfriamiento será panel tipo sándwich prefabricado de poliuretano (PUR).

El diseño de la cámara de preenfriamiento se plantea para 9000 tallos de rosas provenientes de la cosecha del día, los mismo que son manejados por los trabajadores.

Periodo de operación de la cámara por requerimiento técnico será de 16 horas al día.

Cálculo y selección del módulo 1

En esta sección se busca dimensionar los componentes mecánicos principales del sistema de preenfriamiento, para su posterior selección en catálogos que ofrecen los fabricantes.

Cargas de refrigeración

La suma de las cargas térmicas de diferentes fuentes que están en el sistema del cuarto de preenfriamiento permite conocer la carga de enfriamiento total con la que se trabajara en la selección de componentes. Básicamente el cálculo de la carga de enfriamiento total dependerá de: cargas por paredes, cargas por infiltración, cargas por iluminación interior, cargas por personas, cargas por ventiladores y cargas por productos. (Mendoza, 2021)

Selección y cálculo del aislamiento de paredes

La carga por paredes es el calor sensible obtenido a través de pisos, techos y paredes, el cual dependerá del tipo del material de aislamiento, espesor, área exterior de las paredes y además de la diferencia de temperatura interna de la cámara y la temperatura externa del ambiente. En la tabla 4.1. se enlistan las características técnicas del panel comercial de poliuretano Hiansa seleccionado Anexo 10.

Tabla 2.14. Datos técnicos panel (PUR)

Fuente: (Hiansa, 2020)

Propiedades	Unidades	PUR
Densidad	Kg/m ³	40
Resistencia a la compresión	MPa	0.096
Conductividad	W/mk	0.02
Ancho útil	mm	1100

Al establecer el material a utilizar como aislante térmico de la cámara se prosigue con el cálculo del espesor de este. Para lo cual se considera la pérdida admisible que esta puede tener. Por lo que el cuarto de preenfriamiento al tener una temperatura interior mínima de 4 ° C y ser una cámara de conservación entra en un rango de pérdidas de 8 a 9 [W/m²] debido a razones de economía energética. (Sierra, 2012) Los datos de la tabla 2.15. contienen las condiciones a la que está expuesta la cámara de preenfriamiento para hallar el espesor del panel poliuretano de la cámara.

Tabla 2.15. Condiciones de exposición de la cámara de refrigeración.

Fuente: Propio

Propiedades	Magnitudes	Unidades
Temperatura de bulbo seco (T1)	21.1	°C
Temperatura interior (T2)	4	°C
Temperatura de bulbo húmedo	11.9	°C
Flujo de calor máximo (Q)	8	W/m ²
Conductividad (λ)	0.02	W/mk
Humedad relativa (HR)	38.858	%

La temperatura de bulbo seco y húmedo se la toma de la base de datos ASHRAE climatic design conditions en la cual se tienen datos en base a las condiciones de la misma norma reguladora. La humedad relativa se la obtiene de la base de datos de cartas psicrométricas de flyCarpet, que es un software de modelado rápido de sistemas energéticos. La ecuación 2.1. se empleará para obtener el espesor del aislamiento de la cámara. El efecto de la cara exterior e interior de acero precalentado en el panel prefabricado es despreciable y no se lo considera en los cálculos. (CENGEL, 2011)

$$Q = \frac{\lambda}{e} * \Delta T$$

Ecuación 2.1. Flujo de calor

Donde: Q es el flujo de calor o pérdida admisible en [W/m²], λ es la conductividad térmica en [W/mk], e es el espesor en [cm] y ΔT es la diferencia de temperatura en [°C].

Calor de transmisión de techo, paredes y suelo

La carga total ganada por las paredes, techo y suelo se da por la ecuación 2.2.

$$\dot{Q}_1 = \dot{Q}_p + \dot{Q}_t$$

Ecuación 2.2. Carga total de transmisión por los límites de la cámara

Donde: \dot{Q}_1 es la carga total de transmisión por los límites de la cámara en [W], \dot{Q}_p es la carga de transmisión de techo y paredes en [W] y \dot{Q}_t es la carga de transmisión del piso en [W]. Debido a que por cálculo el panel (PUR) tipo sándwich de espesor nominal 50 [mm] es el material seleccionado como aislante térmico de la cámara en paredes y techo, se determina un coeficiente global de transmisión térmica (K) de 0.43 [W/m²k]. (Hiansa, 2020) El calor de transmisión por paredes y techo se da por la ecuación 2.3. (Mendoza, 2021)

$$\dot{Q}_p = A_p * U_p * \Delta T_p$$

Ecuación 2.3. Carga de transmisión de techo y paredes

Donde: A_p es el área total interior de paredes y techo en [m²], U_p es el coeficiente global de TC de paredes y techo en [W/m²k] y ΔT_p es la diferencia de temperaturas en [°C]. Ya que el cuarto de preenfriamiento se encuentra cubierto no tendrá efecto el suplemento por radiación y se lo puede despreciar en cálculos. Cada una de las paredes del cuarto de preenfriamiento tendrá su propia carga por lo que se determinaran las cargas de las paredes sur, norte, este, oeste y techo. Se toma en cuenta el esquema dimensionado de la cámara de la figura 2.6. para el área de las paredes y techo.

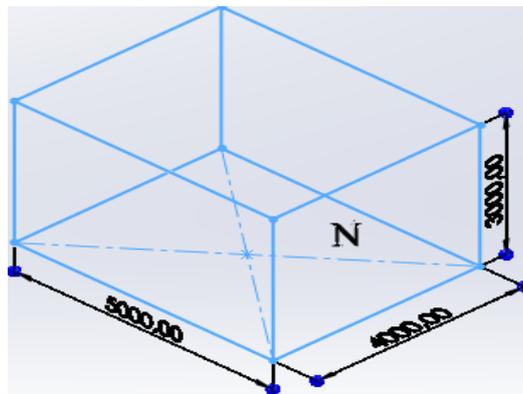


Figura 2.6. Esquema

Fuente: Propio

El valor de la carga de transmisión del suelo se da por la ecuación 2.4. Mendoza, 2021)

$$\dot{Q}_t = A_t * U_t * \Delta T_t$$

Ecuación 2.4. Carga de transmisión del piso

Donde: A_t es el área total de la superficie del suelo en $[m^2]$, U_t es el coeficiente global de TC del suelo en $[W/m^2k]$ y ΔT_t es la diferencia de temperaturas en $[k]$. El coeficiente de transferencia de calor del piso de concreto ligero de 200 mm de espesor es de $0.85 [W/m^2k]$ y el área del piso de la cámara es de $20 m^2$. (CENGEL, 2011). Se considera que la temperatura del piso es la misma que la del aire ambiente.

En las ecuaciones 2.3. y 2.4. se rempazan los datos ya expuestos para obtener las cargas por paredes, el techo y piso, dando como resultado los valores de cargas de la tabla 2.16.

Tabla 2.16. Cargas en paredes y techo

Fuente: Propio

Pared	Área $[m^2]$	$\Delta T_p [^{\circ}C]$	$U_p \left[\frac{W}{m^2k} \right]$	$\dot{Q}_p [W]$
Norte	12	17.1	0.43	88.236
Sur	12	17.1	0.43	88.236
Este	15	17.1	0.43	110.295
Oeste	15	17.1	0.43	110.295
Techo	20	17.1	0.43	147.06
Piso	20	17.1	0.85	290.7

Con los valores obtenidos de la tabla 2.15 y la ecuación 2.2. se determina la carga total ganada por los límites de la cámara.

$$\dot{Q}_1 = (88.236 + 88.236 + 110.295 + 110.295 + 147.06 + 290.7)[W]$$

$$\dot{Q}_1 = 834.822 [W]$$

Carga del producto

Fundamentalmente esta carga se debe al calor que se sustrae de las rosas provenientes de la cosecha diaria con la finalidad de que la temperatura de estas baje hasta el nivel

óptimo de preenfriamiento de 4 ° C. Las principales fuentes de carga a tomar en consideración son: cargas por refrigeración, cargas por el contenido de agua, cargas por contenedores, cargas por respiración y cargas por embalaje. Los datos del producto a granel en mallas se especifican en la tabla 2.17. La humedad relativa (HR), temperatura de congelación, calor específico, calor de respiración y temperatura de conservación se los obtiene de las condiciones de almacenamiento para flores cortadas. (ASHRAE, 2018)

Tabla 2.17. Datos producto

Fuente: Propio

Descripción	Valor	Unidades
Número de tinas	35	-
Peso de cada tina	3.42	kg
Cantidad de agua por tina	52.65	kg
Número de mallas	210	-
Altura promedio del tallo	80	cm
Peso de mallas con rosas	1.204	Kg
Masa por tallo de rosa	34.40	g
Masa total (7350 tallos)	252.84	kg
Temperatura de conservación	4	° C
Humedad relativa	90 a 95	%
Calor específico	3.89	KJ/Kg ° C
Calor de respiración	0.065	W/kg

Mediante la expresión 2.5. se obtiene la carga total generada del producto almacenado.

$$\dot{Q}_2 = \dot{Q}_r + \dot{Q}_b + \dot{Q}_e + \dot{Q}_{ac}$$

Ecuación 2.5. Carga del producto

Donde: \dot{Q}_2 es la carga total cedida por las rosas medida en [W], \dot{Q}_r es la carga cedida por preenfriamiento de rosas medida en [W], \dot{Q}_b es la carga cedida por respiración del producto

medida en [W], \dot{Q}_e es la carga cedida por embalaje del producto medida en [W], \dot{Q}_a es la carga cedida por el agua en los recipientes medida en [W] y \dot{Q}_c es la carga por contenedores medida en [W].

Se emplea la ecuación 2.6. y los datos de la tabla 2.17. para determinar la carga por refrigeración del producto en la cámara, la carga por el contenido de agua y la carga por contenedores. (Mendoza, 2021)

$$\dot{Q}_{r,a,c} = \frac{mc_p(T_e - T_f)}{86.4}$$

Ecuación 2.6. Carga por producto

Donde: m es la masa en [kg], c_p es el calor específico en [KJ/Kg ° C], T_e es la temperatura de entrada en [k] y T_f es la temperatura de enfriamiento en [k].

Hay que acotar que la temperatura del producto al ingresar a la cámara es la misma que la temperatura ambiental determinada en la tabla 2.15. debido a que, durante el proceso de transporte a la postcosecha, el producto es manipulado constantemente y transportado muchas de las veces mediante cajas de cartón sin hidratación. Además, para las cargas por contenido de agua y por contenedores, se considera que el calor específico del agua es 4.22 [KJ/Kg. k], la masa total de agua contenida en las tinas es de 1843 [Kg], los contenedores son de polietileno cuyo calor específico es de 1.9 [KJ/Kg. K] y que la masa total de las tinas es de 126 [Kg]. (CENGEL, 2011)

Con la ecuación 2.7. y utilizando los datos de la tabla 2.17.se puede determinar la carga por respiración del producto. (Mendoza, 2021)

$$\dot{Q}_b = \frac{c_b m}{86.4}$$

Ecuación 2.7. Carga por respiración

Donde: m es la masa del producto medido en [kg] y c_b es el calor de respiración.

Para el cálculo de la carga por embalaje se recomienda usar el 10% de la carga del producto si se desconoce este dato. (Mendoza, 2021) Con la ecuación 2.8. se calcula la carga por embalaje del producto.

$$\dot{Q}_e = 0.1 * \dot{Q}_r [W]$$

Ecuación 2.8. Carga por embalaje

La tabla 2.18. contiene resumidas las magnitudes de las cargas por producto.

Tabla 2.18. Cargas por producto

Fuente: Propio

Carga	Masa [kg]	Cp [KJ/Kg. K]	Cb [KJ/Kg. K]	ΔT_p [°C]	Q [W]
Carga por preenfriamiento	254.84	252.84	-	17.1	194.66
Carga por respiración	254.84	-	0.065	17.1	0.19
Carga por embalaje	-	-	-	-	19.46
Carga por contenido H ₂ O	1843	4.22	-	17.1	1539.3
Carga por contenedores	126	1.9	-	1.7	38.79

La carga total debido al producto se lo puede obtener de la ecuación 2.5. y es la suma de las cargas de la tabla 2.18.

$$\dot{Q}_2 = (19.46 + 0.19 + 194.66 + 1578.09)[W]$$

$$\dot{Q}_2 = 1792.4 [W]$$

Carga por infiltración

La carga por infiltración se da por la apertura de puerta en la cámara, con la ecuación 2.9. se puede calcular la carga del calor removido debido a infiltración. (Mendoza, 2021)

$$\dot{Q}_{inf} = \frac{V(\Delta h)n}{86.4}$$

Ecuación 2.9. Carga por infiltración

Donde: n es el número de renovaciones de aire por día medida en [n/d], V es el volumen de la cámara medida en [m³] y Δh es la diferencia de entalpía aire interior y exterior medida en [KJ/Kg]. La carga por infiltración dependerá del volumen de la cámara más no del número de puertas que esta posea, los valores para infiltración en función del volumen de la cámara se evidencian en la tabla 2.19.

Tabla 2.19. Valores recomendados para infiltración en función del volumen de la cámara

Fuente: Mendoza, 2021)

Volumen de la cámara (m³)	Renovación de aire diario (n/d)		Volumen de la cámara (m³)	Renovación de aire diario (n/d)		Volumen de la cámara (m³)	Renovación de aire diario (n/d)		Volumen de la cámara (m³)	Renovación de aire diario (n/d)	
	-	+		-	+		-	+		-	+
2.5	52	70	20	16.5	22	100	6.8	9	600	2.5	3.2
3.0	47	63	25	14.5	19.5	150	5.4	7	800	2.1	2.8
4.0	40	53	30	13.0	17.5	200	4.6	6	1000	1.9	2.4
5.0	35	47	40	11.5	15.0	250	4.1	5.3	1500	1.5	1.95
7.5	28	38	50	10.0	13.0	300	3.7	4.8	2000	1.3	1.65
10.0	24	32	60	9.0	12.0	400	3.1	4.1	2500	1.1	1.45
15.0	19	26	80	7.7	10.0	500	2.8	3.6	3000	1.05	1.30

El volumen del cámara es de 60 m³ por lo que el número de renovaciones de aire por día según la tabla 2.19 es de 12, para mantener un margen de error aceptable con el que se pueda contar. La entalpia del aire ambiente es de 43.094 [KJ/Kg] Anexo 11 y la entalpia interior es de 21.133 [KJ/Kg] Anexo 12, estas entalpias se las obtiene utilizando las cartas psicrométricas para la altura de la ciudad de Quito y posicionando en estas los puntos de temperaturas y humedades relativas de las tablas 2.15 para el ambiente 2.17. para el producto. Usando la ecuación 2.9 se obtiene que la carga por infiltración es:

$$\dot{Q}_{inf} = \frac{60[m^3] * (43.084 - 21.133) \left[\frac{KJ}{Kg} \right] * 12}{86.4}$$

$$\dot{Q}_{inf} = 182.925 [W]$$

Cargas internas

La energía disipada al interior del cuarto de preenfriamiento debido a iluminación, ventiladores y ocupantes debe ser considerada parte de la carga interna de la cámara.

Carga por ocupantes

Mediante la ecuación 2.10 se puede obtener la carga por persona. (Mendoza, 2021)

$$\dot{Q}_p = \frac{q n t}{24}$$

Ecuación 2.10. Carga por ocupantes

Donde: q es el calor por persona medido en [W], n es el número de personas y t es el tiempo de permanencia medido en [horas al día].

El personal o trabajadores dentro de la cámara liberan calor de su cuerpo, esto dependerá de distintos factores como su vestimenta, el tipo de esfuerzo físico que realice y etc. En la tabla 2.20. se establece un promedio de carga debido a la ocupación de personas en un espacio refrigerado.

Tabla 2.20. Carga por persona

Fuente: Mendoza, 2021)

Temperatura de la cámara (° C)	Potencia liberada por personas (W)
10	210
5	240
0	270
-5	300
-10	330
-15	360

Por medio de los datos de la tabla 4.4. se interpola un valor de potencia liberada por personas (q) para una temperatura de cámara de 4 ° C.

$$q = 240 + (270 - 240) * \frac{4 - 5}{0 - 5}$$

$$q = 246 \text{ [W]}$$

Con la ecuación 2.10 y considerando que en la cámara estarán 2 personas por un lapso de 4 horas al día se tiene una la carga por personal.

$$\dot{Q}_p = \frac{246[\text{W}] * 2 * 4 [\text{h}]}{24}$$

$$\dot{Q}_p = 82 \text{ [W]}$$

Carga de iluminación

Para iluminar la cámara de preenfriamiento se pueden utilizar focos convencionales o tipo fluorescentes. Si se ocupan focos fluorescentes la ecuación 2.11 debe ser multiplicada por 1.25 para considerar ganancias por balastos. (Mendoza, 2021)

$$\dot{Q}_i = \frac{W t}{24}$$

Ecuación 2.11. Carga por ocupantes

Donde: W es la potencia de todas las luminarias medido en [W] y t es el tiempo de funcionamiento medido en [horas al día].

En general se considera el 100 % de potencia de iluminación. Dentro de la cámara se colocará un foco fluorescente de 60 [W] que funcionarán por 4 horas al día. Se toma la ecuación 17 para obtener la carga por iluminación.

$$\dot{Q}_i = \frac{60[\text{W}] * 4[\text{h}] * 1.25}{24}$$

$$\dot{Q}_i = 12.5[\text{W}]$$

Carga de ventiladores

Los motores de los ventiladores funcionan mientras el circuito de preenfriamiento se encuentre operando y la carga que estos generan se la puede calcular con la ecuación 2.12 (Mendoza, 2021)

$$\dot{Q}_m = 0.2 \sum \frac{P t}{24}$$

Ecuación 2.12. Carga por ventiladores

Donde: P es la potencia de cada motor de ventilador medida en [W], t es el tiempo de funcionamiento medido en [horas al día]. Al no saber la potencia producida por la presencia de motores de los ventiladores en el evaporador, se debe considerar un valor del 10% de la potencia total de la cámara ecuación 2.13. (SÁNCHEZ, 2018)

$$P = 0.1 * (\dot{Q}_1 + \dot{Q}_2 + \dot{Q}_{inf} + \dot{Q}_i + \dot{Q}_p)$$

Ecuación 2.13. Potencia de ventiladores

$$P = 0.1(834.822+214.31+182.925+82+12.5)$$

$$P_{Ven} = 132 \text{ [W]}$$

Remplazando datos en la ecuación 2.12 y teniendo en cuenta que el tiempo de funcionamiento es de 16 horas al día se obtiene la carga por motores.

$$\dot{Q}_m = 0.2 \sum \frac{132[\text{W}] * 16[\text{h}]}{24}$$

$$\dot{Q}_m = 17.6 \text{ [W]}$$

Carga total

Para determinar la carga total se consideran la ponderación de las cargas ya calculadas mediante la ecuación 2.14. (Mendoza, 2021)

$$\dot{Q}_T = \sum \dot{Q}_1 + \dot{Q}_2 + \dot{Q}_{inf} + \dot{Q}_i + \dot{Q}_p + \dot{Q}_m$$

Ecuación 2.14. Carga total

$$\dot{Q}_T = 834.822 + 1792.4 + 182.925 + 82 + 12.5 + 17.6 \text{ [W]}$$

$$\dot{Q}_T = 2922.247 \text{ [W]}$$

En la figura 2.7. se aprecia la distribución porcentual de la carga térmica total.

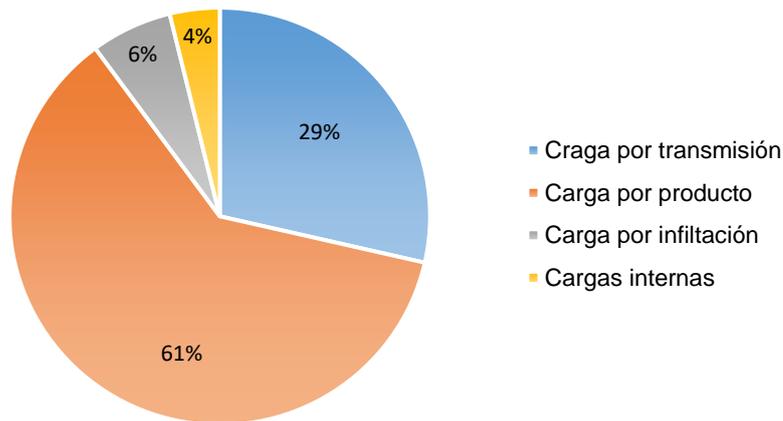


Figura 2.7. Carga térmica total

Fuente: Propio

Carga de diseño

La carga total obtenida es la del día, pero debido a que los equipos operan 16 horas al día esta debe ser aumentada en función del tiempo, siendo la carga final la de diseño. Por lo tanto, se debe considerar la ecuación 2.15 para obtener dicha carga. (Mendoza, 2021)

$$\dot{Q}_N = \dot{Q}_T * \frac{24}{t}$$

Ecuación 2.15. Carga de diseño

$$\dot{Q}_N = 2922.247[W] * \frac{24}{16}$$

$$\dot{Q}_N = 4383.371 [W]$$

Factor de seguridad

Se toma por recomendación un factor de seguridad del 10% de la carga de diseño ecuación 2.16 para evitar conflictos entre el criterio de diseño y de operación del equipo de la cámara de preenfriamiento. Además, se considera que este porcentaje de factor de seguridad es adecuado debido a la variedad de rosas de exportación que ingresan al preenfriamiento. Cada una de las variedades de rosas se distinguen principalmente por el número de pétalos que posee su botón. (Mendoza, 2021)

$$\dot{Q}_{NT} = F.S.* \dot{Q}_N + \dot{Q}_N$$

Ecuación 2.16. Carga de diseño total

$$\dot{Q}_{NT} = 0.1 * 4383.371 + 4383.371$$

$$\dot{Q}_{NT} = 4821.7081 [W]$$

Selección de componentes

En base a los datos calculados se procederá a realizar la selección de componentes del sistema.

Selección de refrigerante

El refrigerante que circula en el sistema de preenfriamiento por lo general es gas, este fluido actúa al ceder o absorber calor de todo elemento dentro del sistema de preenfriamiento. (León, 2015) La clasificación de estos se la resolvió en el desarrollo del

marco teórico. Un buen refrigerante debe cumplir con diversas cualidades respecto a su calidad, seguridad y aplicación comercial. El gas a ser seleccionado para el sistema de preenfriamiento debe pertenecer a los refrigerantes primarios para sistemas de refrigeración directos, este también debe ser elegido en base al criterio de seguridad de norma standards 34 de la ASHRAE, que se relaciona con la toxicidad e inflamabilidad del mismo. Además, el refrigerante debe respetar los estándares ambientales establecidos por tratados internacionales, por lo que este debe tener índices de GWP y ODP ecológicos. Con estas pautas se debe considerar que la alternativa a ser utilizada para el sistema de preenfriamiento debe cumplir con las siguientes propiedades y características: ODP bajo o cero, alto coeficiente de operación (COP), GWP bajo o cero, ser químicamente estable, compatible con los materiales, no debe ser toxico, no debe ser inflamable, costo adecuado y debe existir o ser disponible comercialmente a nivel nacional. Barletta, 2021)

Para el desarrollo de este proyecto y tomando en consideración las propiedades que debe cumplir un refrigerante, se seleccionan dos tipos de refrigerantes para su posterior análisis y selección los cuales son el R407F y R448A.

Se procede a determinar las ecuaciones para el cálculo de parámetros de selección de refrigerantes. En primera instancia se determinará las temperaturas de condensación y evaporación del sistema de preenfriamiento para así establecer el ciclo termodinámico de estos. La temperatura de evaporación determinada por la ecuación 2.17 se encuentra condicionada por la HR% a la que debe estar la cámara para el producto en específico y al salto térmico. (Manrique & Pilatasig, 2015)

$$T_{\text{evaporacion}} = T_{\text{almacenamiento}} - \Delta T$$

Ecuación 2.17. Temperatura de evaporación

Donde: $T_{\text{evaporacion}}$ es la temperatura de evaporación del evaporador medida en [° C], $T_{\text{almacenamiento}}$ es la temperatura de almacenamiento del producto medida en [° C] y ΔT es el diferencial térmico medido en [° C].

El salto o diferencial térmicos ΔT es la diferencia de temperaturas entre la del fluido refrigerante evaporándose en el interior del evaporador y la del fluido a enfriar que por lo general es aire, este debe existir para haya el intercambio de calor necesario del sistema. (Lijó, 2012)

Tabla 2.21. Salto térmico

Fuente: Mendoza, 2021)

Humedad relativa %	DT Diseño ° F	
	Convección natural	Convección forzada
95 – 91	12-14	8-10
90 – 86	14-16	10-12
85 – 81	16-18	12-14
80 -76	18-20	14-16
75 - 70	20-22	16-18

De la tabla 2.21. se determina que el salto térmico para la cámara por convección forzada y una humedad relativa del 95 % es de 8-10 ° F ($\Delta T = 5.5$ ° C). Teniendo en consideración la ecuación 23 y que la temperatura de preenfriamiento del producto es de 4 ° C o 39.2 ° F se tiene la temperatura de evaporación de la tabla 2.22.

Para la temperatura de condensación se considera la ecuación 2.18 y una temperatura ambiente promedio de la ciudad de Quito de 21.1 ° C con un diferencial de térmico ΔT de 15 ° C recomendado por diversos fabricantes aplicado comúnmente en la práctica. (Lijó, 2012)

$$T_{\text{condensacion}} = T_{\text{ambiente}} + \Delta T$$

Ecuación 2.18. Temperatura de condensación

Donde: $T_{\text{condensacion}}$ es la temperatura de condensación medida en [° C], T_{ambiente} es la temperatura exterior medida en [° C] y ΔT es el diferencial térmico medido en [° C].

A partir de las temperaturas determinadas se procede a obtener las presiones de evaporación y condensación de cada uno de los refrigerantes en análisis. Con las presiones de trabajo se determinará las relaciones de compresión con la ecuación 2.19 para establecer el número de etapas del sistema de preenfriamiento.

$$r_c = \frac{P_{\text{condensacion}}}{P_{\text{evaporacion}}}$$

Ecuación 2.19. Relación de compresión

En la tabla 2.22., se puede apreciar las temperaturas y presiones de evaporación y condensación, junto con las relaciones de compresión de cada refrigerante en análisis. Las magnitudes de presiones de la tabla fueron obtenidas con la ayuda del software Coolselector2 de Danfoss.

Tabla 2.22. Temperatura y presión límites del ciclo de refrigeración

Fuente: Propio

Refrig.	Tevap [° C]	Tcond [° C]	Pevap [bar]	Pcond [bar]	r_c
R407F	-1.56	36.1	4.934	15.51	3.146
R448A			4.890	15.11	3.089

La relación de compresión para ambos refrigerantes es menor a 10 por lo que el sistema de refrigeración será directo de una etapa para ambos casos. (Manrique & Pilatasig, 2015) Para determinar los parámetros necesarios en la selección de gas refrigerante, se deben tener como base las entalpías en cada uno de los cuatro puntos del ciclo de refrigeración por compresión representados en el diagrama de Mollier para cada opción de refrigerante Anexos 13 y 14, para ello se vuelve a recurrir al software coolselector2 de Danfoss. Además, es importante tener en consideración un valor práctico de recalentado y subenfriamiento de 5 ° C recomendado por varios fabricantes. Lijó, 2012)

En la tabla 2.23., se resume los valores de las entalpías para cada refrigerante.

Tabla 2.23. Entalpías para cada refrigerante en cada uno de los puntos del ciclo

Fuente: Propio

Refrig.	Punto 1			Punto 2		Punto 3		Punto 4	
	T	h	v1	T	h	T	h	T	h
	[° C]	[KJ/Kg]	[m ³ /kg]	[° C]	[KJ/Kg]	[° C]	[KJ/Kg]	[° C]	[KJ/Kg]
R407F	3.4	418.5	0.051	70	467.6	26.4	239.2	-6.1	239.2
R448A	3.4	404.8	0.048	63.1	446	26.2	238.8	-6.2	238.8

Mediante la utilización de las magnitudes obtenidas para cada refrigerante de la tabla 2.23., se determinan los parámetros tanto para la selección del refrigerante como para la selección de componentes del sistema de preenfriamiento. Con la ecuación 2.20 se obtiene el caudal masico de refrigerante. (Funes, 2017)

$$\dot{m} = \frac{\dot{Q}_{NT}}{h_1 - h_4}$$

Ecuación 2.20. Caudal masico

Donde: \dot{m} es el caudal masico de refrigerante necesario medido en [kg/s], \dot{Q}_{NT} es la carga de diseño del sistema medida en [kW], h_1 es la entalpia del punto1 del ciclo medida en [KJ/Kg] y h_4 es la entalpia del punto 4 medida en [KJ/Kg].

Para determinara la potencia del compresor en el ciclo se considera que el rendimiento mecánico (n_m) de este está entre el 80 y 90 %. Con la ecuación 2.21 se determina el caudal volumétrico del refrigerante en el compresor. (Manrique & Pilatasig, 2015)

$$\dot{v}_c = \dot{m} \cdot v_1$$

Ecuación 2.21. Caudal volumétrico

Donde: \dot{m} es el caudal masico de refrigerante necesario medido en [kg/s], v_1 es el volumen específico del punto uno medido en [m³/kg] y \dot{v}_c es el caudal volumétrico medido en [m³/s].

Mediante la ecuación 2.22 y la relación de compresión de la tabla 2.22 se obtiene el rendimiento volumétrico. (Manrique & Pilatasig, 2015)

$$n_v = -0.0285r_c + 0.89$$

Ecuación 2.22. Rendimiento volumétrico

Donde: r_c es la relación de compresión y n_v es el rendimiento volumétrico.

Con la ecuación 2.23 se determina el rendimiento total con el que se obtendrá la potencia del compresor. (Manrique & Pilatasig, 2015)

$$n_T = n_m \times n_v$$

Ecuación 2.23. Rendimiento volumétrico

Donde: n_v es el rendimiento volumétrico, n_m es el rendimiento mecánico y n_T es el Rendimiento total.

Con la ecuación 2.24 se determina la potencia del compresor. (Manrique & Pilatasig, 2015)

$$P_c = \frac{\dot{m}(h_2 - h_1)}{n_T}$$

Ecuación 2.24. Potencia del compresor

Donde: P_c es la potencia del compresor medida en [KW], h_1 es la entalpia del punto uno mediada en [KJ/Kg], h_2 es la entalpia del punto dos medidas en [KJ/Kg], n_T es la eficiencia total y \dot{m} es el caudal masico de refrigerante necesario medido en [kg/s].

Con la ecuación 2.25 se determina la potencia calorífica evacuada en el condensador. (Manrique & Pilatasig, 2015)

$$Q_c = \dot{m}(h_2 - h_3)$$

Ecuación 2.25. Potencia del condensador

Donde: Q_c es la potencia del condensador medida en [KW], h_3 es la entalpia del punto uno medida en [KJ/Kg], h_2 es la entalpia del punto dos mediada en [KJ/Kg] y \dot{m} es el Caudal masico de refrigerante necesario medido en [kg/s].

Mediante la ecuación 2.26 se obtiene el coeficiente de operación del sistema de preenfriamiento. (Manrique & Pilatasig, 2015)

$$COP = \frac{\dot{Q}_{NT}}{P_c}$$

Ecuación 2.26. Coeficiente de operación

Donde: P_c es la potencia del compresor medida en [kW], \dot{Q}_{NT} es la carga nominal total medida en [kW].

Considerando los dos refrigerantes y los datos de la tabla 2.23., junto con la carga nominal total se obtiene las magnitudes requeridas plasmadas en la tabla 2.24.

Tabla 2.24. Entalpias para cada refrigerante en cada uno de los puntos del ciclo

Fuente: Propio

Refrigerante	$\dot{m} \left[\frac{Kg}{s} \right]$	$\dot{v}_c \left[\frac{m^3}{s} \right]$	n_v	n_T	P_c [KW]	Q_c [KW]	COP
R407A	0.0268	1.36×10^{-3}	0.8	0.64	2.056	6.12	2.34
R448A	0.029	1.39×10^{-3}	0.8	0.64	1.86	6.08	2.53

En la tabla 2.25., se resume las características de seguridad de cada uno de los refrigerantes analizados junto con la potencia del compresor y el coeficiente de operación de cada uno, con el fin de seleccionar uno de estos para el sistema de preenfriamiento. Las características de seguridad se toman de las fichas técnicas que facilita GASSERVEI Anexos 15 y 16.

Tabla 2.25. Características de seguridad de los refrigerantes seleccionados

Fuente: Propio

Refrigerante	Formula química	PM [g/ml]	Grupo de seguridad	Temperatura critica [° C]	ODP	GWP	Pc [KW]	COP
R407F	-	82.06	A1	82.65	0	1825	2.056	2.34
R448A	-	86.3	A1	-	0	1387	1.863	2.53

Se puede apreciar que en vista de los resultados obtenidos en la tabla 2.25., el mejor refrigerante que se puede seleccionar es el R448A debido a su baja potencia de compresión y alto coeficiente de operación. En referencia al mercado nacional de refrigerantes que existen a la venta actualmente en Ecuador el refrigerante R448A es una selección adecuada en base al precio y a la existencia de este en stock de algunas empresas comercializadoras de estos tipos de gases. Hay que mencionar también que el refrigerante seleccionado entre las dos opciones es el que tiene el menor GWP.

En el rubro de la refrigeración industrial y comercial, existen distintos fabricantes de los dispositivos que conforman un sistema de preenfriamiento y cada uno de ellos tiene recomendaciones diferentes con las cuales los técnicos pueden basarse al momento de seleccionar los distintos componentes. Por lo que en este caso específico toda la selección componentes se la realizara utilizando las recomendaciones de los catálogos de fabricantes y los softwares que estos puedan proporcionar para selección de estos.

Selección de evaporador

La carga nominal total determinada se verá afectada por un factor de corrección (f), el cual dará como resultado la capacidad nominal con la cual será instalado el evaporador finalmente. La capacidad nominal o corregida se relaciona con las pérdidas por el escarce en los evaporadores ya que al ser estos dispositivos máquinas térmicas estos no son completamente eficientes. (Lijó, 2012) Al ser aire el fluido a refrigerarse dentro de la cámara de preenfriamiento se recomienda un salto térmico de $\Delta T = 5.5^{\circ} C$, con lo cual se tiene una

temperatura de evaporación de $-1.56\text{ }^{\circ}\text{C}$. (Lijó, 2012) Con los datos del salto térmico y temperatura de evaporación de proceder a seleccionar el factor de corrección f con la ayuda de la figura 2.8.

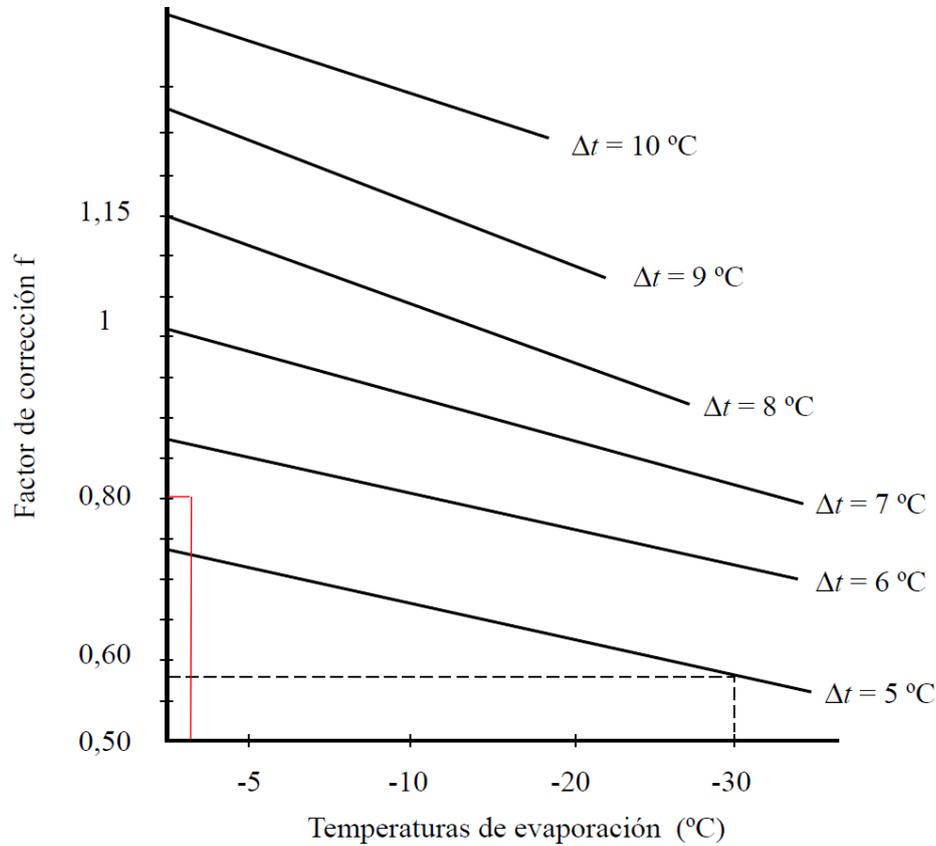


Figura 2.8. Factor de corrección

Fuente: Lijó, 2012)

Se obtiene el factor de corrección (f) de 0.8, con el cual mediante la ecuación 2.27 se determina la capacidad nominal real del dispositivo. Lijó, 2012)

$$\dot{Q}_n = \frac{\dot{Q}_{NT}}{f}$$

Ecuación 2.27. Capacidad nominal

Donde: \dot{Q}_n es la Capacidad nominal medida en [kW], \dot{Q}_{NT} es la carga nominal total medida en [kW] y f es el factor de corrección.

Considerando la ecuación 2.27 y los datos obtenidos se tiene que la capacidad nominal real es:

$$\dot{Q}_n = \frac{4.8217[\text{kW}]}{0.8}$$

$$\dot{Q}_n = 6.027[\text{kW}]$$

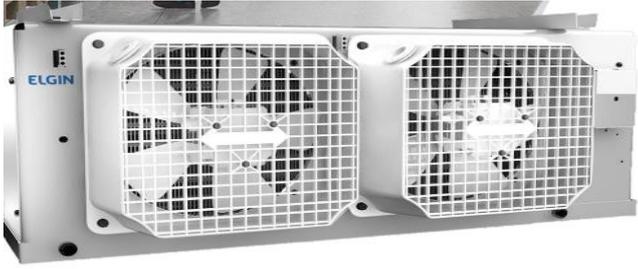
$$\dot{Q}_n = 5182.29[\text{kcal/hr}]$$

Para la selección por catálogo del evaporador se debe considerar los siguientes datos de trabajo del dispositivo: salto térmico en el evaporador de 5.5 [° C], carga nominal de 6.027 [KW], temperatura de evaporación de -1.5 [° C] y uso de refrigerante R448A.

En la tabla 2.26., se observa el evaporador seleccionado mediante catálogo.

Tabla 2.26. Evaporador seleccionado

Fuente: Propio

ELGIN - FBA4180

<p>Evaporador cubico Capacidad: 6.41 [kW]. Temperatura de evaporación: -5 [° C]. Salto térmico: 6 [° C]. Tiro de aire: 13 [m]. Numero de ventiladores: 4. Diámetro de ventiladores: 254 [mm]. Presión de trabajo: 520 [psig]. Caudal: 3911 [m³/h].</p>

Las demás características se muestran en el Anexo 17.

Selección del condensador

La función de este dispositivo es condensar el fluido refrigerante interno que sale del compresor ya que de este sale en estado de vapor recalentado y así es como entra al condensador. (Lijó, 2012) Para la selección del dispositivo se determina la capacidad nominal de instalación de este con la ecuación 2.28, para lo cual se toma en cuenta que el fluido refrigerante externo será aire cuya temperatura es de 21.1 ° C. Además, se considera que para esta aplicación se debe emplear un modelo de dispositivo de tubo con aletas cuyo diferencial térmico es de 15 ° C dando como resultado una temperatura de condensación de 36.1 ° C. Además, se considera la temperatura de evaporación de -1.56 ° C. Lijó, 2012)

$$Q_n = Q_e \cdot F_c \cdot F_r \cdot F_a \cdot \left(\frac{15}{D_t}\right)$$

Ecuación 2.28. Capacidad nominal

Donde: Q_n es la capacidad nominal del condensador medida en [kw], Q_e es la capacidad del evaporador medida en [kw], F_c es el factor calor compresión medida en [kw], F_r es el factor por refrigerante, F_a es el factor por altitud y D_t es el diferencial térmico en [° C].

Mediante el catálogo del fabricante FRIMETAL se obtiene el factor de compresión $F_c = 1.24$ en la figura 2.9.

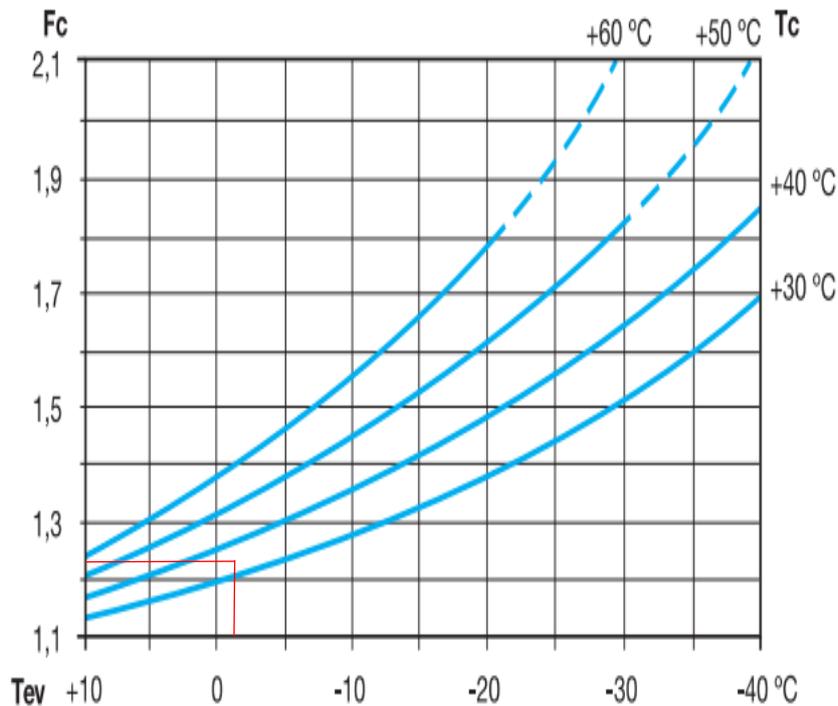


Figura 2.9. Factor por compresión F_c

Fuente: (FRIMETAL, 2022)

En la tabla 2.27., se dispone del factor $Fr = 0.98$ debido al refrigerante R448A empleado en sistema.

Tabla 2.27. Factor por refrigerante Fr

Fuente: (ENERGIA, 2018).

Media temperatura para condensadores	Factor de corrección (Fr)				
	R22	R134a	R407A	R407F	R448A
Refrigerante					
Factor de corrección	0.86	0.57	0.90	0.96	0.98

El factor $Fa = 1.23$ debido a la altura a la que se encuentra el sistema se lo obtiene de la tabla 2.28.

Tabla 2.28. Factor por altura Fa

Fuente: BOHN, 2007).

Altitud (m)	Factor de corrección Fa
0.0	1
305	1.02
1220	1.10
1830	1.15
2745	1.22
2850	1.23
3050	1.25

Con la ecuación 2.28., junto con los valores obtenidos en tablas se obtiene la capacidad calorífica a disipar por el condensador. Hay que recalcar que para esta ecuación se toma en consideración la capacidad nominal del evaporador obtenido por el fabricante.

$$Q_n = 6.41[\text{kw}] \cdot 1.24 \cdot 0.98 \cdot 1.23 \cdot \left(\frac{15}{15}\right)$$

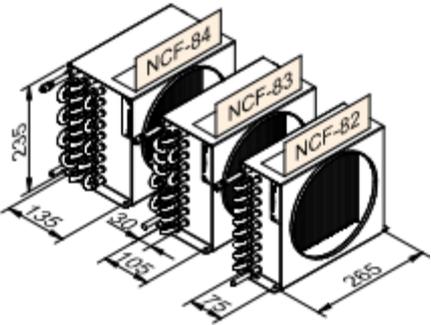
$$Q_n = 9.58 [\text{kw}]$$

Para la selección por catálogo del condensador se debe considerar los siguientes datos de trabajo del dispositivo: salto térmico en el condensador de 15 [° C], capacidad calorífica para disipar por el condensador de 9.58 [KW], temperatura de condensación de 36.1 [° C] y uso del refrigerante R448A.

En la tabla 2.29., se observa el condensador seleccionado mediante catálogo.

Tabla 2.29. Condensador seleccionado

Fuente: (FRIMETAL, 2022)

FRIMETAL NCF 83

Capacidad: 1040 [W]. Salto térmico: 15 [° C]. Número de ventiladores: 1. Diámetro de ventiladores: 200 [mm]. Potencia de ventiladores: 29 [W]. Caudal: 310 [m³/h].

Las demás características se muestran en el Anexo 18.

Selección del compresor

Con referencia a la capacidad obtenida de 6.41 [kw] y a la temperatura de evaporación de -15.6 del evaporador se puede determinar nuevamente que respecto al compresor el \dot{m} es 139 [kg/h], el \dot{v}_c es 6.67 [m³/h] y la potencia P_c de este es de 2.48 [kw]. Con estos nuevos

datos obtenidos y considerando el refrigerante R448A se procede a seleccionar un compresor mediante catálogo.

En la tabla 2.30., se observa el condensador seleccionado mediante catálogo.

Tabla 2.30. Compresor seleccionado

Fuente: (REF, 2018)

Bitzer 2JES-07Y

Capacidad: 2.82 [kw]. Caudal volumétrico: 5.21 [m ³ /h]. Te: -5 [° C]. Tc: 48 [° C]. Potencia: 3/4 Hp.

Las demás características del componente se muestran en el Anexo 19.

Tuberías

Para la selección y dimensionamiento de tuberías se debe tener en cuenta que en el sistema de preenfriamiento hay tres tipos de tubería (descarga, líquido, aspiración), para las cuales se dimensionan tanto los diámetros interiores como las longitudes de estas. Para el cálculo de diámetros se considera la ecuación 2.29 (Manrique & Pilatasig, 2015)..

$$D_i = 2 \sqrt{\frac{\dot{m}_r}{\rho V \pi}}$$

Ecuación 2.29. Diámetro interno de tubería

Donde: D_i es el diámetro interior medido en [m], \dot{m}_r es el flujo masico del refrigerante medido en [kg/h], V es la velocidad recomendada del gas refrigerante medida en [m/s] y ρ es la densidad del refrigerante en condiciones deseadas medida en [kg/m³].

En la tabla 2.31., se resumen las magnitudes necesarias para el uso de la ecuación 2.29 obtenidas de coolselectos2. Las velocidades en esta tabla son el promedio recomendadas para cada línea de tubería. Manrique & Pilatasig, 2015)

Tabla 2.31. Compresor seleccionado

Fuente: (Danfoss, 2020)

Tubería	\dot{m}_r [kg/h]	ρ [kg/m ³]	V [m/s]	D_i [m]	D_i [mm]
Líquido	0.0386	1054	0.5 – 1.5	0.00682	6.82
Succión	0.0386	13.05	5 – 8	0.02169	21.69
Descarga	0.0386	53.31	15 -20	0.00783	7.83

Con la magnitud del diámetro interno de la tubería de cada línea obtenida en la tabla 2.31., se puede determinar el tamaño estándar de cada una de estas mediante la norma ASTM B280 para tuberías de cobre aplicadas en servicios de refrigeración tabla 2.32.

Tabla 2.32. Tubería de cobre para servicios de refrigeración

Fuente: (ASTM, 2020)

Tamaño estándar [in]	Diám. Exte. [Plug].(mm)	Diám. Inte. [Plug].(mm)	Espesor de pared Pulg. (mm)	Área sección transversal del hueco (mm ²)
1/4	0.250 (6.35)	0.2000 (5.0)	0.025 (0.635)	
3/8	0.375 (9.52)	0.3150 (8.0)	0.030 (0.762)	71.181
1/2	0.500 (12.7)	0.430 (10.9)	0.035 (0.889)	93.690
5/8	0.625 (15.9)	0.545 (13.8)	0.040 (1.020)	150.874
3/4	0.750 (19.1)	0.666 (16.9)	0.042 (1.07)	225.913
7/8	0.875 (22.3)	0.785 (20.0)	0.045 (1.14)	314.787
1 1/8	1.125 (28.6)	1.025 (26.0)	0.050 (1.27)	533.382

De la tabla 2.32., se determina que para la tubería de líquido el diámetro estándar es de 1/4 [in], para la tubería de succión el diámetro estándar es de 1 1/8 [in] y para la tubería de descarga el diámetro estándar es de 3/8 [in].

Es de relevante importancia determinar si cada uno de los tramos está en el rango aceptable de caídas de presión para evitar pérdidas. Con la ecuación 2.30 se determina la caída de presión. Manrique & Pilatasig, 2015)

$$h_f = f \frac{LV^2}{D_i 2g}$$

Ecuación 2.30. Caída de presión

Donde: h_f son las pérdidas por fricción medidas en [m], f es el factor de fricción, L es la longitud total de tubería medidas en [m], D_i es el diámetro interior de la tubería medida en [mm] y V es la velocidad del gas refrigerante medidas en [m/s].

Para la ecuación 2.30., el valor de la longitud L se considera como una longitud equivalente, debido a que, en cada tramo de las líneas de operación del sistema, existen conexiones como codos, elementos, etc. Por lo tanto, se considera que con la ecuación 2.31. se puede determinar la longitud equivalente de las tuberías. Manrique & Pilatasig, 2015)

$$L_e = k \frac{D_i}{f}$$

Ecuación 2.31. Longitud equivalente

Donde: K es el coeficiente de resistencia de los elementos de las tuberías, D_i el diámetro interior y f es el factor de fricción.

Las pérdidas de la tubería de descarga no se tomarán en cuenta ya que en la unidad de condensación seleccionada por catálogo, el diseñador ya a previsto una pérdida máxima en su diseño, esta puede llegar a rondar los 0.15 [Kg/cm²]. Para las tuberías de líquido y de succión se tiene que las pérdidas no deben sobrepasar los valores recomendados de 0.280 [kg/cm²] y 0.21 [kg/cm²] respectivamente. (Manrique & Pilatasig, 2015) Además, se considera que para tuberías comerciales el valor del factor de fricción está en el rango de 0.025 a 0.030, por lo que se toma un estimado de 0.027 por razones de cálculo. Manrique & Pilatasig, 2015) En la tabla 2.33., se resume cada uno de estos valores.

Tabla 2.33. Caída de presión en las tuberías

Fuente: (ASTM, 2020)

Tubería	f	L [m]	# de codos	K	D _i [mm]	L _e [m]	V [m/s]	g [m/s ²]	h _f [m]	Δp [kg/cm ²]
Líquido	0.027	4.65	8	30f	6.82	6.28	1	9.8	1.26	0.03
Succión	0.027	6.22	13	30f	21.69	14.6	8	9.8	59.2	0.02
Descarga	0.027	-	-	-	7.83	-	15	9.8	-	0.15

Se puede observar que las pérdidas están en el rango y que la selección de tuberías es correcta. En el anexo 20, se encuentran los valores recomendados de K para las conexiones y la gráfica de pérdidas de presión en las líneas de operación para el refrigerante R448A.

Dispositivos mecánicos de control

En la tabla 2.34., se aprecian los dispositivos mecánicos de control del sistema de preenfriamiento seleccionados del catálogo de Danfoss mediante el software coolselector2.

Tabla 2.34. Dispositivos mecánicos de control del sistema de preenfriamiento

Fuente: (Danfoss, 2020)

Dispositivo	Modelo	
Válvula de expansión termostática	T2-4 068Z3727, 068-2094	
Visor	SGP 10s	
Válvula solenoide	AKVH 10-6	
Separador de aceite	040B004	
Filtro deshidratador	DML 032.5	

Las características técnicas de cada uno de los componentes de la tabla 2.34., se los puede encontrar en el Anexo 21.

Cálculo y selección del módulo 2

Para el dimensionamiento de la estructura de recepción de producto se emplea el método de elementos finitos aplicado a través del software de SolidWorks ya que este permite

realizar simulaciones estáticas y dinámicas bajo condiciones de carga diversas, los resultados de estas simulaciones son aceptables y rápidos.

Selección de rueda para transporte

La rueda de la figura 2.10. es utilizada para movilizar la estructura, el material del que este hecho es de poliuretano – nylon y su capacidad de carga máxima es de 150 kg. Anexo 22.



Figura 2.10. Garrucha inoxidable giratoria con freno poliuretano - nylon.

Fuente: (ALEX, 2020)

Estructura

La estructura de recepción de producto figura 2.11 será analizada estáticamente, este análisis permite el estudio de los elementos sometidos a las diferentes cargas que delimitan el funcionamiento de esta estructura. Los resultados para analizar en la estructura son: tensión de Von Mises, desplazamiento y F.S.

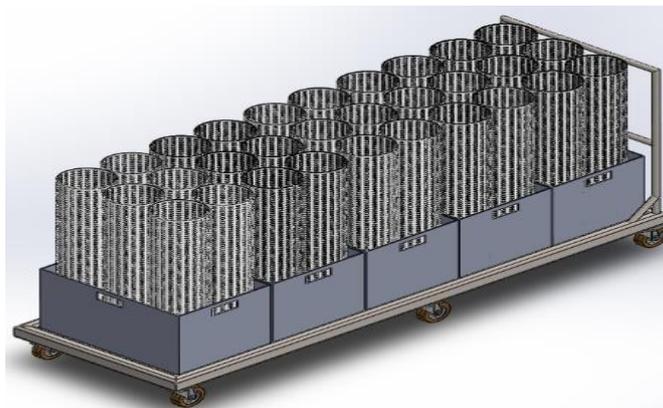


Figura 2.11. Factor por compresión F_c

Fuente: Propio

Modelamiento

Como se mencionó en el apartado del modelamiento para la estructura de transporte de mercadería se toma la forma de $[k]\{u\} = \{F\}$ donde k es una matriz de rigidez, u es un

vector incógnito que puede ser temperaturas o desplazamientos nodales dependiendo del problema tratado y F es un vector de fuerza nodal que al igual de u puede representar algunas magnitudes dependiendo del caso de estudio. (Montachana, 2022)

Análisis estático

Para el estudio de la estructura de recepción de producto, se toma en consideración la carga total que representan las tinajas, el a, como se vio en apartado gua en las tinajas y las mallas. Además, se considera que la estructura está constituida por perfiles rectangulares, perfiles cuadrados y tubo estructural cuyas dimensiones se determinan mediante el análisis de elementos finitos. Para ejecutar el análisis se considera que: el material de los perfiles es de acero estructural A-36, la carga máxima es de 317 [kg], que corresponde a una estructura de recepción completamente cargada y toda la estructura se une mediante soldadura.

En la figura 2.12. se observa la representación de las restricciones y cargas externas que se encuentran sobre la estructura de recepción de producto debido a las condiciones dadas en este apartado.

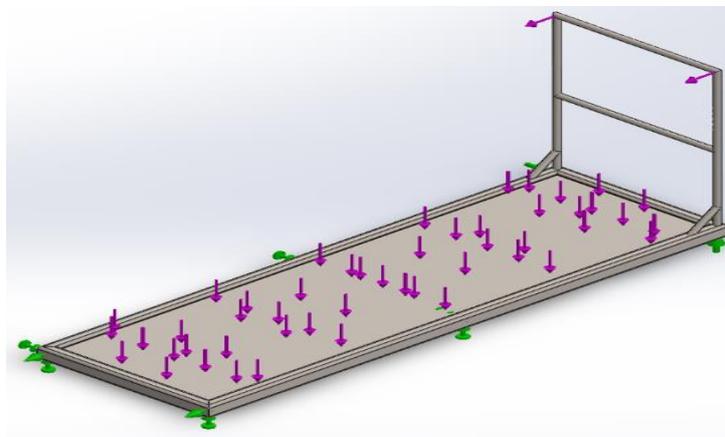


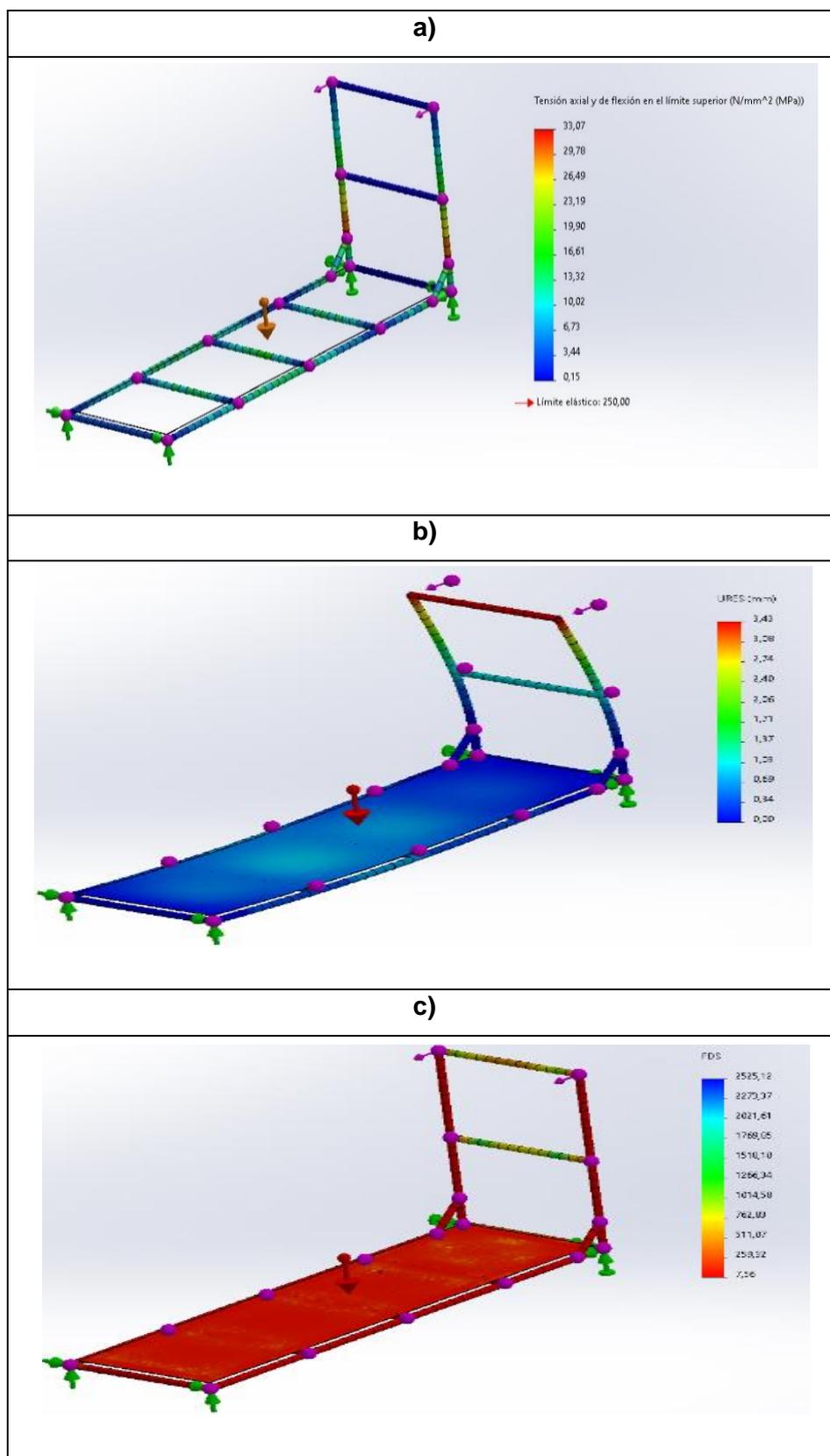
Figura 2.12. Estado de carga de la estructura

Fuente: Propio

El análisis determina que la tensión y flexión en el límite superior es de 33.07 [MPa] la cual está por debajo del límite elástico del material; la magnitud de la deformación máxima obtenida es de 3.43 [mm] en la baranda en la que se empuja a la estructura. El factor de seguridad mínimo es de 7.76 por lo que se considera que la estructura trabaja adecuadamente frente a las cargas a las que está expuesta. Los resultados se aprecian en la figura 2.13.

Figura 2.13. a) tensión axial y flexión en limite, b) deformación, c) factor de seguridad

Fuente: Propia



Considerando el análisis realizado de la estructura se pueden determinar las dimensiones de los perfiles (Anexo 23) que la configuraran: perfil tubular: 26.90 x 2.3, perfil principal: 76.2 x 50.80 x 6.35, perfil secundario: 30 x 30 x 2.6. El análisis adicionalmente muestra que la estructura puede rediseñarse utilizando otras dimensiones de perfiles para que así haya un ahorro en costos y que esta pueda desempeñarse de mejor en sus funciones.

Cálculo y selección del módulo 3

En relación con los resultados obtenidos por el análisis de funciones respectivo a esta modulo, se tiene que el control de variables de la cámara de preenfriamiento es la única alternativa a la que se le puede brindar una solución por medio de este trabajo. Por lo tanto, como se establece en la alternativa dos seleccionada en este módulo, el tablero de mando es la mejor solución que engloba las funciones tratar el aire de preenfriamiento y detectar la temperatura idónea. El tablero de mando está compuesto por componentes eléctricos y electrónicos los cuales son seleccionados mediante catalogo considerando que el sistema completo funciona con una tensión de 220v. En la tabla 2.35 se aprecian los elementos de los que está compuesto el tablero y en el Anexo 23 las características por catálogo.

Tabla 2.35. Componentes del del tablero de control

Fuente: Propia

Presostato KP7BS	Breaker riel DIN 2P 40A EASY9	Relé térmico NR2+268151.	Contactores tripolares
			
Panel de control MMILDS.	Selectores amperímetros y voltímetros	Relé electromagnético.	Pilotos- pulsadores
			

2.8 Simulación de la cámara de preenfriamiento

Para la simulación del cuarto de preenfriamiento de rosas de exportación, en esta sección se desarrolla la metodología o proceso utilizado para el presente estudio. El estudio pretende demostrar la relevancia y utilidad del preenfriamiento del producto antes de pasar a la postcosecha para así ser procesado, almacenado y exportado. Las etapas de desarrollo del estudio se determinan por medio del diagrama de flujo de la figura 2.14.

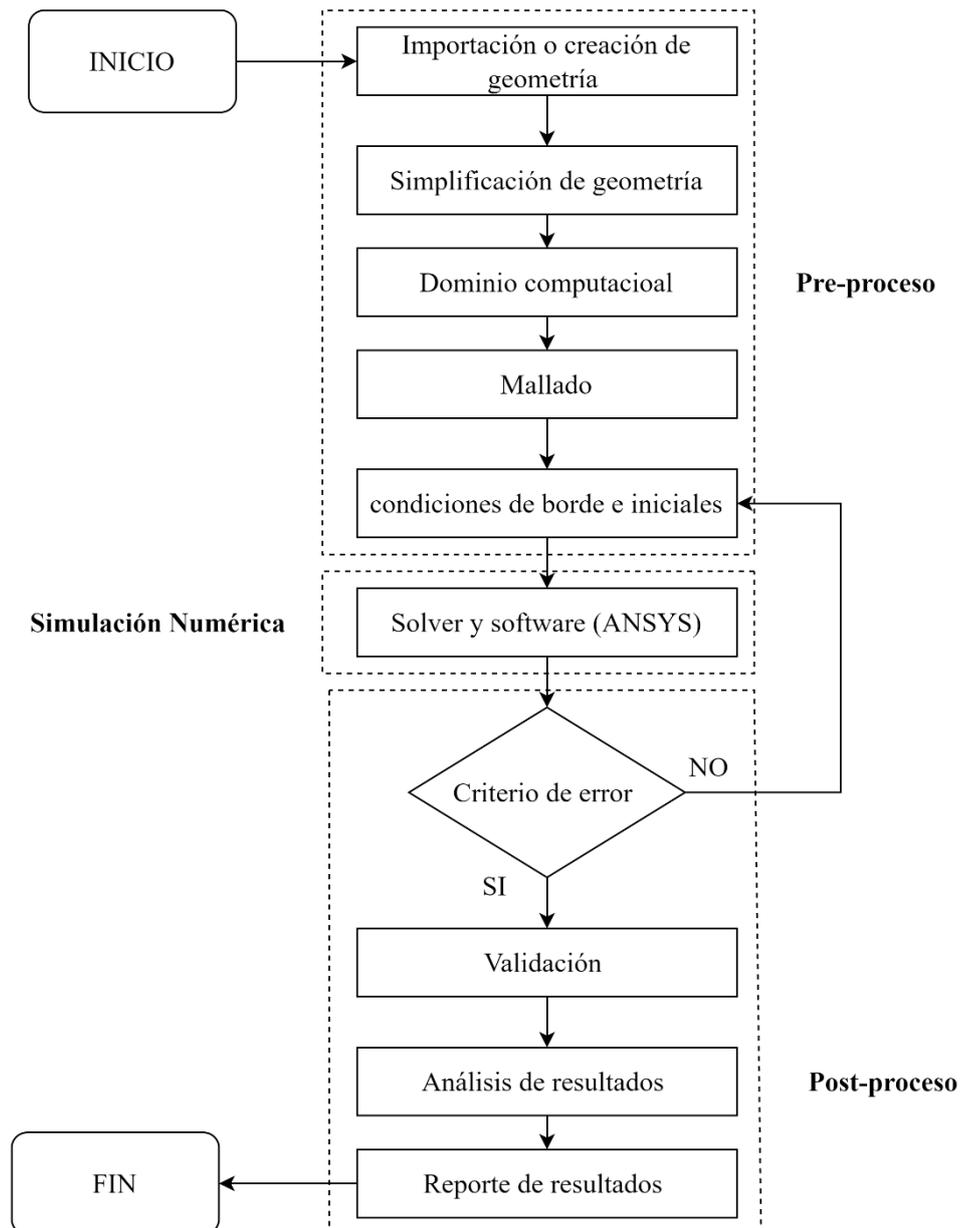


Figura 2.14. Diagrama de flujo de la metodología de simulación

Fuente: Propio.

Modelo 3D del caso de estudio

El proceso del estudio comienza con la creación de la geometría o la importación de esta de un programa CAD. El modelo 3D de la figura 2.15., utilizado en este estudio es el de un cuarto de preenfriamiento para rosas de exportación generado en el software SOLIDWORKS.

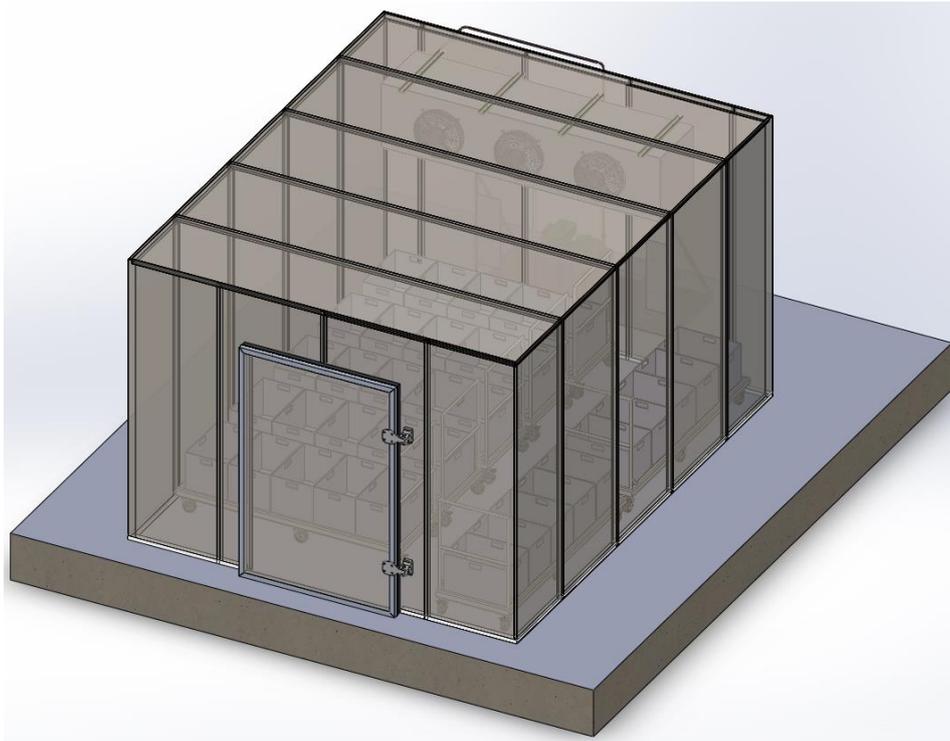


Figura 2.15. Cámara de preenfriamiento para rosas de exportación

Fuente: Propio.

Simplificación geométrica

En la simplificación geométrica se debe tener en consideración que los componentes más importantes de la geometría original no deben desaparecer para poder realizar la simulación correctamente. La geometría resultante de la simplificación debe asegurar la correcta limitación del fluido en la cámara, por lo que algunos criterios con los que se puede optimizar el modelo son: reconstrucción de la conectividad geométrica entre los componentes, eliminación de detalles, eliminación de entradas complejas, eliminación de componentes que no estén expuestos al flujo y unión de superficies complejas. (GUASCAL & QUISPE, 2019) En la figura 2.16., se puede apreciar el modelo geométrico real.

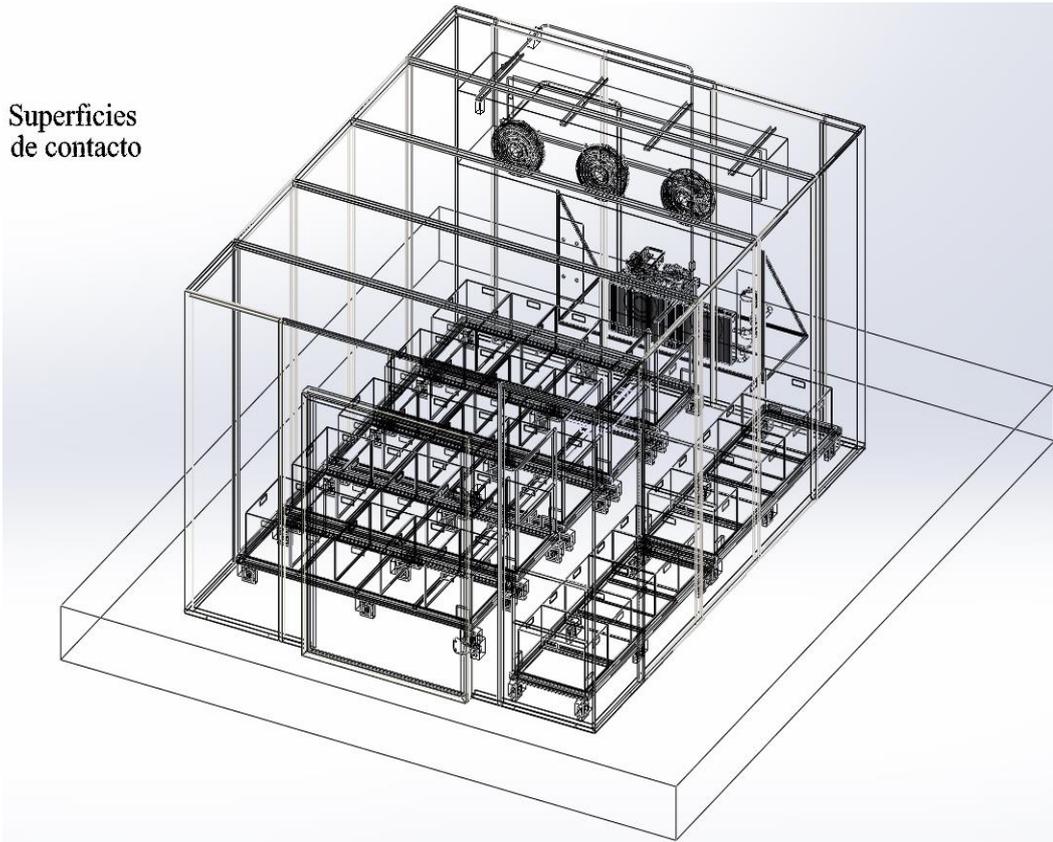


Figura 2.16. Modelo geométrico real

Fuente: Propio.

Si el modelo reducido presenta superficies superpuestas, en la malla generada para la simulación pueden evidenciarse errores junto con la creación de volúmenes negativos, lo cual en un mallado se busca evitar. (GUASCAL & QUISPE, 2019)

La simplificación geométrica se la realizara en el entorno de modelación de ANSYS DesignModeler ya que en este se puede modificar tanto las superficies, puntos y líneas del modelo, con el fin de generar una geometría con suaves transiciones. (VELASCO, 2020)

Como se puede apreciar en la figura 2.16., el modelo geométrico real posee distintas curvas y superficies superpuestas al interior de la cámara de preenfriamiento por lo que se requiere la eliminación de estas. En la figura 2.17., se muestra el modelo geométrico simplificado de la cámara de preenfriamiento, en este se aprecia que las superficies superpuestas en las uniones se han eliminado junto con las superficies en las que se encuentran ubicados los ventiladores del evaporador.

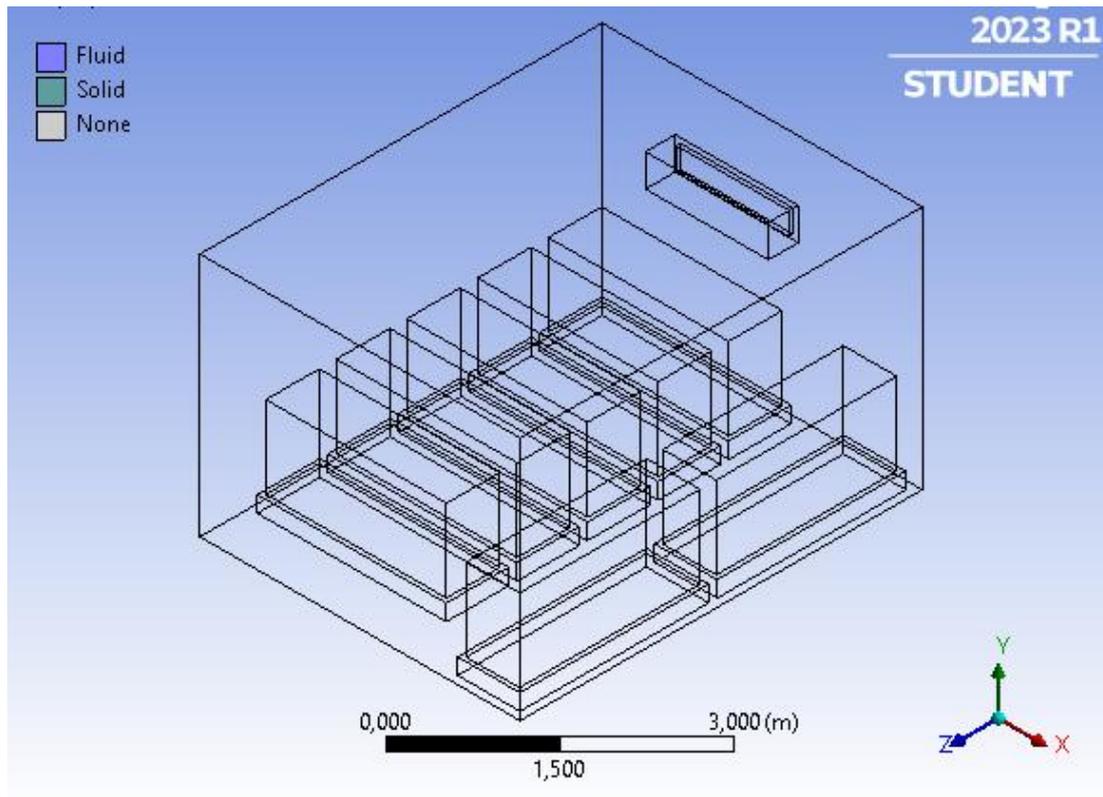


Figura 2.17. Modelo geométrico simplificado

Fuente: Propio.

Se considero que el producto en mallas junto con las tinas en las que este se guarda es un solo sólido como se aprecia en la figura 2.17., debido a que morfológicamente en la realidad no hay espacios entre mallas ni entre tinas en una sola estructura de transporte. Sin embargo, entre estructuras de transporte si existen espacios para que el aire pueda circular. De la misma manera la geometría de los sistemas de transporte en esencia las estructuras en la que se posiciona las tinas se reducen a un sólido como se puede apreciar en la figura 2.17., ya que estas no afectan significativamente en la circulación del aire dentro de la cámara ni en la distribución de temperatura del producto.

Mallado

Para el mallado en este estudio se tiene en consideración la capacidad computacional con la que se cuenta, por lo que se aplica la técnica de mallado paramétrico no estructurado sobre todo el dominio de interés, debido a que un mallado estructurado resulta complejo y demanda de mayor capacidad computacional. Se usan herramientas de mallado paramétrico de ANSYS para cumplir los parámetros de calidad de la malla. En la figura 2.18., se aprecia el mallado general del cuarto de preenfriamiento.

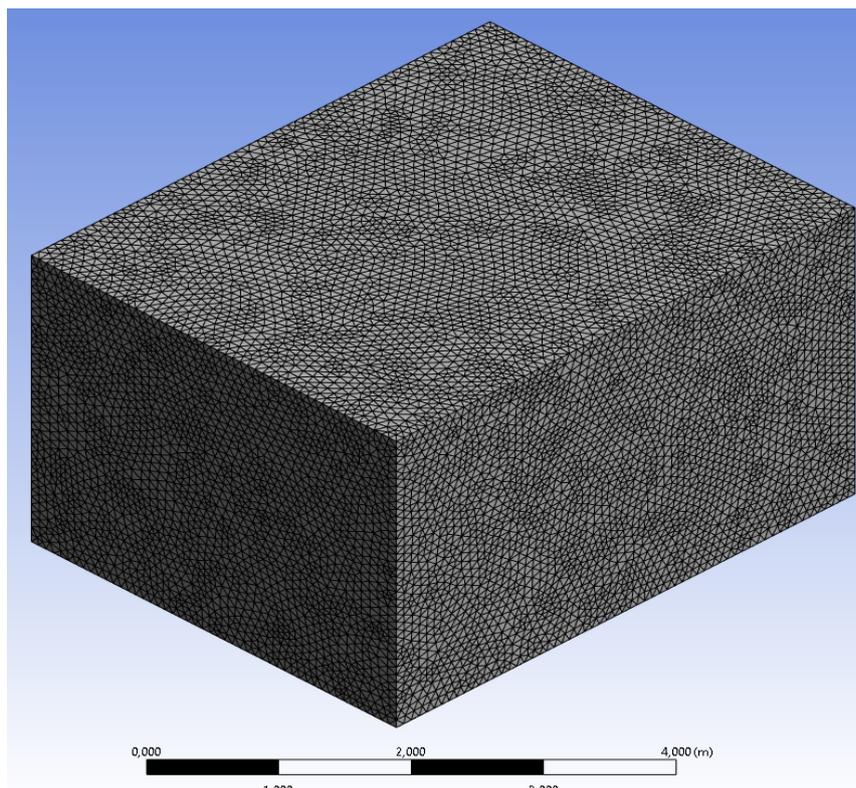


Figura 2.18. Mallado de la cámara de cámara de refrigeración

Fuente: Propio.

El mallado presente en la figura 2.18., presenta una cantidad de nodos de 49594 y una cantidad de elementos tetraédricos es de 242102, con estos datos se puede verificar la calidad de la malla generada con la ecuación 2.31. GUASCAL & QUISPE, 2019)

$$\Omega = \frac{NE}{ND}$$

Ecuación 2.31. Omega

Donde: NE es el número de elementos de la malla y ND es el número de nodos.

De esta relación entre el NE y el ND se obtiene que el número adimensional omega de 4.88. Considerando que cuando el número adimensional omega se acerca a 1 este representa un equilibrio entre el tamaño de malla y el recurso de cómputo requerido, por lo que, en este caso se va a tener un tiempo elevado de simulación por la calidad de malla generada en el software. Para mejorar la malla está se puede refinar, pero el software utilizado para el análisis es la versión estudiantil que delimita un número de nodos totales para poder simular, por lo tanto, se considera que en vista de las limitaciones la malla es de una calidad adecuada para realizar el análisis planteado en este trabajo.

Condiciones de frontera

Las condiciones de borde o frontera son generadas por medio de partes de ingreso, salida y paredes, en las cuales se controlará el flujo de salida, el flujo de entrada y temperaturas. En este caso el dominio en el que se establecerán las condiciones de borde para el análisis es el evaporador como se muestra en la figura 2.19.

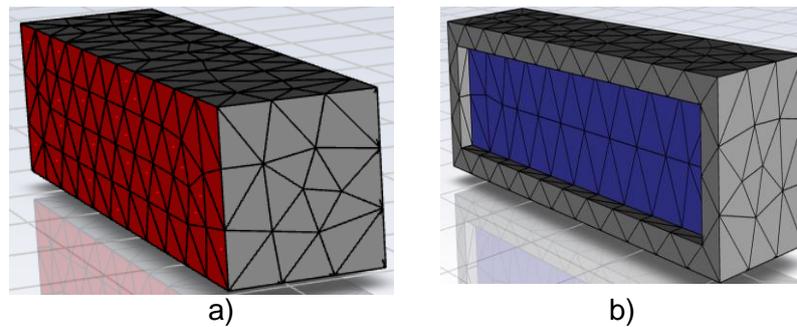


Figura 2.19. Condiciones de borde en el dominio del evaporador a) Entrada, b) Salida

Fuente: Propio.

Los parámetros o condiciones para la simulación son los del atabla 2.36.

Tabla 2.36. Condiciones para la simulación

Fuente: Propia

Condición	Tipo	Valor
Entrada	Presión [Pa]	71444.258
Salida	Velocidad [m/s]	21.46
Gravedad	[m/s ²]	9.81
Fluido	Aire	-
Modelo	K – Omega	-
Temp. entrada de aire	[° C]	-2
Análisis	Estacionario	-
Tipo de limites	Paredes	-

Validación

Para la validación de las características técnicas valoradas en este trabajo se acude al libro “Manual de refrigeración” elaborado por Jan Manuel Franco Lijó, donde se pueden apreciar que los valores con los que se trabajan para selección de componentes principales (evaporador, condensador pág:113) están en el rango adecuado según cálculos de este

trabajo. (Lijó, 2012) Además, se considera que según el manual de refrigeración de la ASHRAE “2018 ASHRAE HANDBOOK REFRIGERATIO” la técnica de preenfriamiento seleccionada para la conservación de rosas de exportación, es la adecuada y más conveniente para mantener el producto libre de daños biológicos y físicos (pág:28.11). (ASHRAE, 2018)

Análisis y reporte de resultados

Para el análisis, se presentan los siguientes resultados obtenidos de la simulación. En la figura 2.20., se puede apreciar el flujo de aire provocado por el evaporador en el interior de la cámara, el suministro de aire que sale del evaporador pasa sobre el producto para luego chocar con la pared frontal de la cámara y regresar cerca del suelo con una velocidad aproximada de 2.5 [m/s]. El flujo de retorno se divide en dos ya que como se puede observar parte de este es afectado por el constante suministro de aire del dispositivo y la parte restante del flujo regresa directamente al evaporador así reciclando el aire interno.

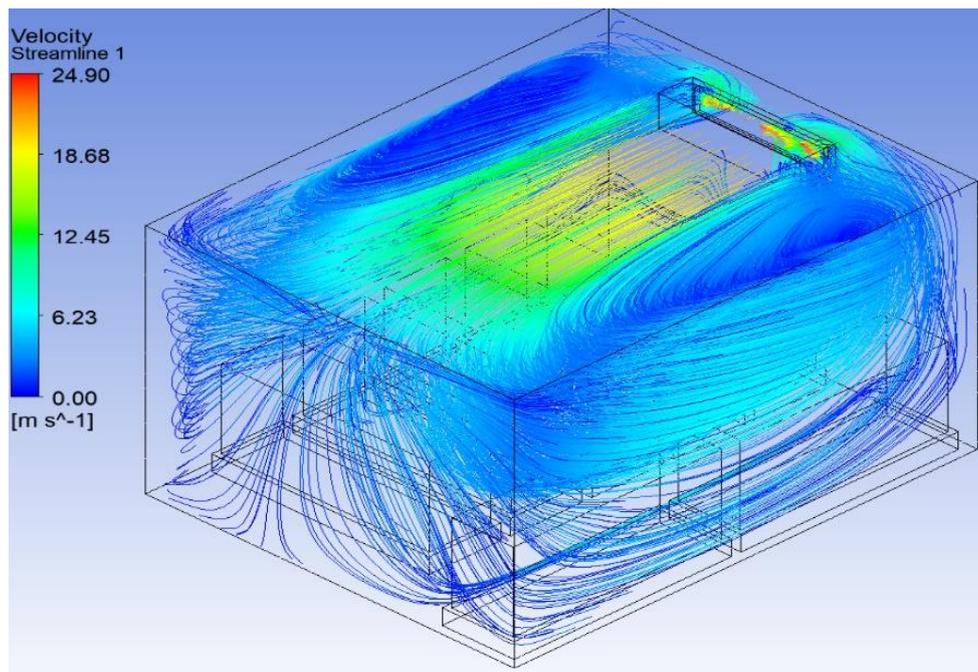


Figura 2.20. Líneas de corriente de Flujo

Fuente: Propio

La distribución del flujo de aire dentro de la cámara afecta al preenfriamiento del producto, por lo que como se puede apreciar la figura 2.21., la magnitud de velocidad es baja en el centro de esta sección 1.5 [m/s] y alta en las paredes de la cámara 19 [m/s], por lo que este tipo de distribución afectara la velocidad en la que el producto se preenfriara.

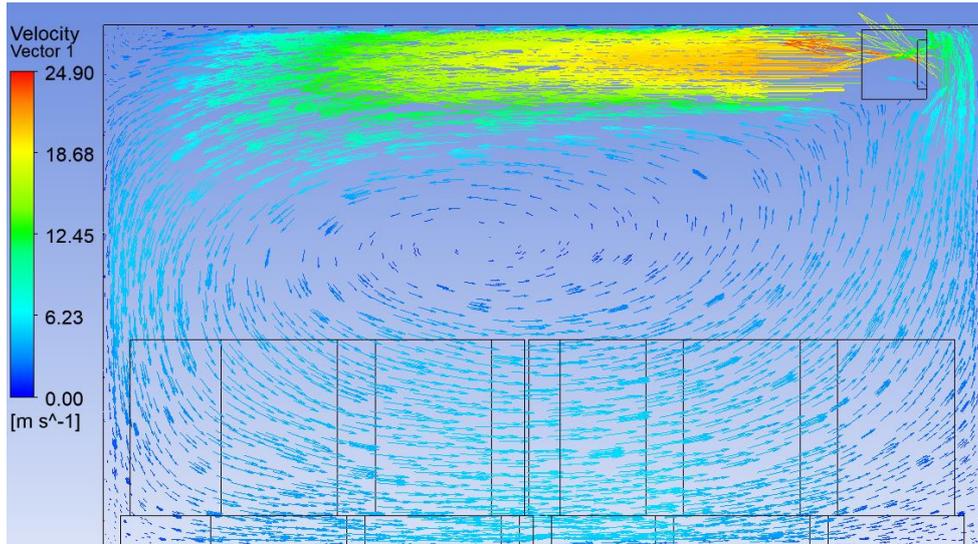


Figura 2.21. Perfil del flujo de aire por vectores

Fuente: Propio.

En figura 2.22., se puede evidenciar que los productos que están más cerca de la pared frontal son los que más rápido van a enfriarse debido a que en esta zona se tiene una velocidad de enfriamiento considerablemente alta. Pero todo lo contrario pasa en el centro de la cámara ya que en este sector hay una velocidad de enfriamiento lenta debido al mal flujo de aire distribuido. La temperatura máxima que alcanza el cuarto de preenfriamiento se encuentra en el techo de la cámara debido a que el evaporador está ubicado muy cerca de este, lo cual como se aprecia en la figura 2.22., provoca pérdidas aumentando el costo de refrigeración.

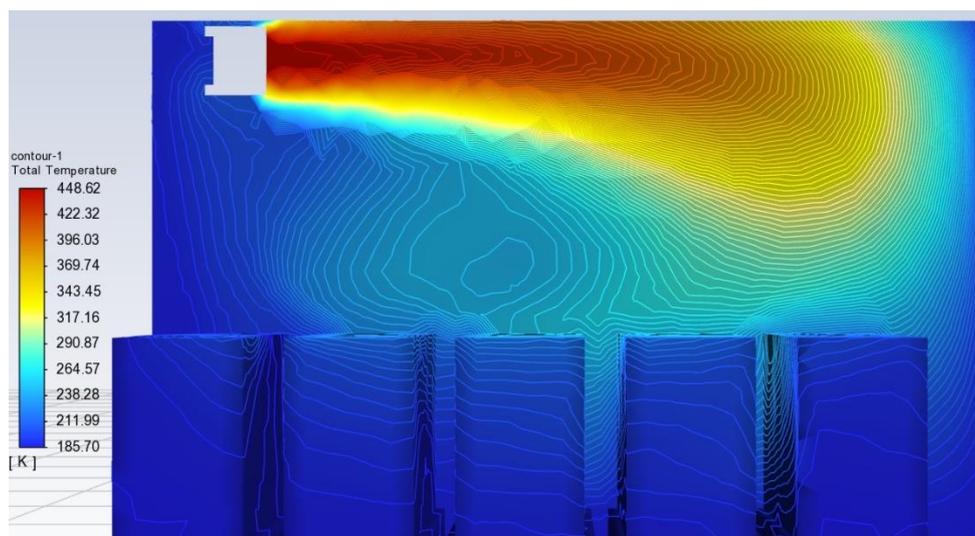


Figura 2.22. Contorno de temperatura

Fuente: Propio

2.9 Análisis de costo

El análisis de costos de este apartado busca dar una respuesta financiera en una relación beneficio costo de la implementación de la cámara de preenfriamiento desarrollada en este trabajo. Se considera que la PYME familiar en la cual se tiene planeado implementar el sistema, tiene como presupuesto base 5000 USD. En el Anexo 24, se pueden apreciar las tablas de los valores a considerar para la implementación de la cámara de preenfriamiento.

3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1 Conclusiones

- Las temperaturas recomendadas comercialmente para conservación de flores cortadas son de 3.5 a 5 ° C, con la que se puede determinar que el diseño de la cámara resulta en una temperatura de conservación que se encuentran en el límite del rango comercial. Esto debido a que los datos de los procesos de postcosecha brindados por la PYME son erróneos ya que el producto a granel captado en el galpón de postcosecha es mal manejado haciendo que este ingrese a la cámara con temperaturas variadas.
- La distribución del flujo de aire afectara el comportamiento de refrigeración, por lo que se deberá tener en consideración una mejor ubicación del evaporador en el interior de la cámara o se deberá seleccionar este dispositivo bajo consideración más específicas de funcionamiento y operación para así evitar que existan pérdidas significativas.
- La variación de temperatura observada en la simulación de la cámara se debe a las condiciones de ingreso del producto, a la variedad de rosas y a la distribución del aire suministrado dentro de la cámara por el sistema de preenfriamiento. Esta variación afecta a la tasa de respiración, el contenido de agua y la producción de etileno dentro del producto dentro del recinto preenfriamiento.
- El análisis de la estructura de recepción muestra que esta puede ser rediseñarse utilizando otras dimensiones de perfiles para que así haya un ahorro en costos y que esta pueda desempeñarse de mejor manera en sus funciones.
- El costo estimado de implementación de la cámara de preenfriamiento para rosas de exportación resulta ser considerablemente elevado para el costo base requerido. Esto debido a que la opción ecológica que se tomó como refrigerante para el sistema es aún nuevo en el país aunque ya existe en el mercado frigorífico

nacional, por lo que la disponibilidad de los dispositivos y elementos en el mercado que funciones con este gas, es aún baja aumenta su costo.

- El sistema de preenfriamiento seleccionado para la cámara de preenfriamiento resulta ser el adecuado para el producto ya que este cumple con el tiempo estimado para preenfriar el producto y evita la proliferación de bacterias o microorganismos, que afecten en la calidad de exportación de las rosas.
- El coeficiente de operación (COP) del sistema de 2.58 del refrigerante R448A es el más eficiente, indicando que 2.58 [kW] de calor se sustrae del recinto preenfriado por cada KW de trabajo suministrado a la unidad compresora.
- Los resultados obtenidos se pueden constituir como criterios de utilidad para acometer de mejor manera la gestión de las condiciones interiores de las cámaras de preenfriamiento para rosas.

3.2 Recomendaciones

- Antes de realizar los cálculos correspondientes a las cargas que se deben mitigar en el cuarto de preenfriamiento, se deben recabar datos lo suficiente mente reales para evitar que haya un sesgo de error considerable en las magnitudes controladas en la cámara.
- Evaluar el ciclo del sistema de preenfriamiento par más de dos refrigerantes comerciales para determinar en función de la seguridad y operación de estos cual es el más conveniente.
- Para la selección de componentes del sistema se debe tomar en consideras específicamente las recomendaciones técnicas de cada uno de los fabricantes de estos.
- El sistema de transporte desarrollado en este trabajo puede ser repotenciado al seleccionar sus componentes estructurales de tal manera de que este no este sobredimensionado para el desempeño de sus funciones.
- El sistema de preenfriamiento debe estar diseñado de tal manera que el mantenimiento de este se oportuno y fácil.

4 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agricultura, M. d. (2022). *BOLETÍN SITUACIONAL CULTIVO DE ROSAS*. Quito: Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- ALEX. (2020). *alex*. Obtenido de alex: <https://www.alex.es/assets/pdf/ruedas-alex-catalogo-31.pdf>
- ASHRAE. (2018). 2018 ASHRAE HANDBOOK REFRIGERATION. En ASHRAE, *METHODS OF PRECOOLING FRUITS, VEGETABLES, AND CUT FLOWERS* (pág. 28.3). Atlanta: SI Edition.
- ASTM. (2020). Standard Specification for Seamless Copper Tube for Air Conditioning and Refrigeration Field Service. *ASTM*, 3.
- Baquerizo, E. A. (2019). *Análisis de la exportación de flores del Ecuador a diferentes mercados y su aporte al Producto Interno Bruto, período 2015- 2018*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- Barletta, G. (2021). *BUENAS PRÁCTICAS EN LOS PROCESOS DE INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO*. Quito: Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca de Ecuador .
- BOHN. (2007). *Condensadores Enfriadores por Aire Modelos BR, Catálogo de Especificaciones*. REGISTERED FIRM UL ISO 9001.
- CALÉ, F. E. (10 de 08 de 2019). *Blog del Florista*. Obtenido de Blog del Florista: <https://www.blogdelflorista.es/index.php/2019/08/10/como-se-transportan-las-flores/>
- Calvache, A. (2017). Cultivo de Rosas para Exportación. *ResearchGate*, 6.
- Carvajal, L. (2006). *Metodología de la Investigación Científica. Curso general y aplicado* (28 ed.). Santiago de Cali: U.S.C.
- CATOTA, G., & COFRE, J. (2009). *ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA UNA NUEVA EMPRESA DE SERVICIOS DE INGENIERÍA EN AIRE ACONDICIONADO Y REFRIGERACIÓN CON ENFOQUE A PROCESOS EN QUITO*. Quito: FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS .
- Cedillo, C., Gonzáles, C., Salcedo , V., & Sotomayor, J. (2021). El sector florícola del Ecuador y su aporte a la Balanza Comercial Agropecuaria: período 2009 – 2020. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 9.
- CENGEL, Y. A. (2011). *TRANSFERENCIA DE CALOR Y MASA* (Cuarta edición ed.). Mexico: Mc Graw Hill.
- Chen, M. (12 de 02 de 2021). *made-in-china*. Obtenido de made-in-china: https://es.made-in-china.com/co_cryosystems/product_Cold-Room-Outdoor-Condenser-Refrigeration-Air-Condensers-Price_rgnuhhgeg.html
- chint. (2023). *chint empower the world*. Obtenido de chint empower the world: <https://www.chint.eu/es/material-electrico/soluciones-para-la-industria/reles-termicos/serie-nr2#nav-tabs-downloadshttps://www.chint.eu/es/material-electrico/soluciones-para-la-industria/reles-termicos/serie-nr2#nav-tabs-downloads>
- Columbec. (12 de 6 de 2019). *columbec*. Obtenido de columbec: <http://www.columbec.com/kryovak-enfriamiento-por-vacio>

- CORZO, D. (2011). *DISEÑO DE UNA MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA PARA LA FABRICACIÓN DE ADOQUINES Y BLOQUES*. Quito: EPN.
- Danfoss. (12 de 08 de 2021). *Danfoss*. Obtenido de Danfoss: <https://store.danfoss.com/es/es/Product-Type/Electronic-controls/ERC-211%2C-Electronic-Controls/c/ERC%20211%2C%20Electronic%20Controls>
- Danfoss. (23 de 07 de 2020). *Danfoss ENGINEERING TOMORROW*. Obtenido de Danfoss ENGINEERING TOMORROW: <https://www.danfoss.com/es-es/about-danfoss/our-businesses/cooling/refrigerants-and-energy-efficiency/refrigerants-for-lowering-the-gwp/r407a-f/>
- ENERGIA, S. D. (2018). *RESPUESTAS a los comentarios recibidos al Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-012-ENER-2017, Eficiencia energética de unidades condensadoras y evaporadoras para refrigeración. Límites, métodos de prueba y etiquetado, publicado el 9 de octubre 2017*. Mexico : SECRETARIA DE ENERGIA.
- EXPOFLORES. (2022). *REPORTE ESTADÍSTICO MENSUAL MARZO*. Quito: EXPOFLORES.
- feng, n. (8 de 10 de 2021). *omch*. Obtenido de omch: <https://www.omch.co/es/electromagnetic-relay/>
- FlyCarpet. (12 de 12 de 2022). *flycarpet.net*. Obtenido de flycarpet.net: <https://www.flycarpet.net/en/psyonline>
- FRIMETAL. (2022). Catálogo general. *Catálogo general*. España: FRIMETAL.
- Funes, C. M. (2017). *Diseño de una instalación frigorífica*. San Cristóbal de La Laguna: Universidad de La Laguna.
- GARCÍA, C. D. (2021). *DISEÑO DE 2 CAMARAS FRIGORÍFICAS DE 1728 M3 Y UN SISTEMA DE 1728 M3 Y UN SISTEMA DE HIDROCOOLING EN ARGELIA PARA LA CONSERVACIÓN DE CEREZAS*. Valencia : Universidad Politecnica de Valencia.
- Garzón, N., & Rea, M. (2020). *Análisis de los factores que influyen en la producción de rosas en Ecuador 2018*. Quito: Universidad Central del Ecuador.
- GEVARA, N. E. (2010). *DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE PUNTOS CRÍTICOS EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE PYGANFLOR S.A*. Quito: Escuela Politécnica Nacional .
- GUASCAL , E., & QUISPE, P. (2019). *DESARROLLO Y ESTUDIO DE UN MALLADO ESTRUCTURADO OPTIMIZADO PARA UNA TURBINA TIPO FRANCIS CON VALIDACIÓN EXPERIMENTAL*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Hiansa. (03 de Octubre de 2020). *hiansa*. Obtenido de hiansa: <https://www.hiansa.com/wp-content/uploads/2020/11/HIANSA-PANEL-FACHADA-ficha-producto.pdf>
- ingelcom. (2023). *ingelcom*. Obtenido de ingelcom: <https://www.ingelcom.com.ec/shop/product/g30630-luz-piloto-led-22-mm-verde-120v-9981>
- Intarcon. (20 de 08 de 2021). *Intarcon*. Obtenido de Intarcon: <https://www.intarcon.com/producto/unidad-evaporadora-tipo-plafon-de-doble-flujo-industrial/>

- León, G. X. (2015). *Diseño de una instalación frigorífica para almacenamiento de piña para exportación*. Guayaquil: ESPOL.
- Lijó, J. M. (2012). *Manual de Refrigeración*. Barcelona: EDITORIAL REVERTÉ.
- Linares, A. P. (2022). *DISEÑO DE CAMILLA DE AMBULANCIA BASADO EN ERGONOMÍA PARA REDUCIR LESIONES EN PARAMÉDICOS*. Lima: UTEC.
- Manrique, D., & Pilatasig, A. (2015). *CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN FRIGORÍFICA PARA UNA CÁMARA DE REFRIGERACIÓN PARA BRÓCOLI*. Guayaquil: ESPOL.
- MATUTE, R. (2017). *APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DMAMC EN EL ÁREA DE CULTIVO DE LA FINCA FLORÍCOLA ROSE CONNECTIONROSECON CIA. LTDA. PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD*. Ibarra: UTN.
- Mendoza, C. N. (10 de Julio de 2021). *DISEÑO DE SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN. REFRIGERACIÓN*. Quito, Pichincha, Ecuador: EPN.
- Molina, N. (2012). *Estandarización y Mejora de los procesos del área de post-cosecha de la empresa florícola FLORELOY S.A. en la ciudad de Cayambe*. Ibarra: UTN.
- Montachana, A. (2022). *DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UNA ESTRUCTURA MEDIANTE EL MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS, PARA UN VEHÍCULO TIPO BUGGY*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Naranjo, C. (2021). *CAPÍTULO 2 ELEMENTOS CONSTITUTIVOS*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- plc-city. (2023). *PLC CITY*. Obtenido de PLC CITY: https://www.plc-city.com/shop/en/siemens-simatic-logo-basic-modules-with-display/sie-6ed1052-1md08-0ba1-nfs.html?SubmitCurrency=1&id_currency=3&gclid=Cj0KCQiAz9ieBhCIARIsACB0oGK4IkNfwjZ_ErrprD_Je_Dq-GdSDnhiWxnxtIXjCEZru0EKsgyGI-AaAkLwEALw_wcB
- RAMÍREZ, J. (2019). *"DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN CUARTO FRÍO PARA LA CONSERVACIÓN DE 250000 PLÁNTULAS DE FRESA"*. ROBAMBA: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.
- REF, B. (2018). *beijer*. Obtenido de beijer: <https://www.beijer.es/pdf-catalogos/CATALOGO-GENERAL-2018-2019.pdf>
- ROMERO, Y. (2013). *RENDIMIENTO Y CALIDAD DE PRODUCCIÓN DE CINCO CULTIVARES DE ROSA EN EL MUNICIPIO DE TENANCINGO, ESTADO DE MÉXICO*. Tenancingo: UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO.
- Romeva, C. R. (2002). *Diseño concurrente*. Barcelona: Universidad Politécnica de catalunya.
- Rosero, D. (2020). *rodaseros*. Obtenido de rodaseros: Figura 4.16. Factor de seguridad (min. 7.76).
- SÁNCHEZ, E. J. (2018). *Diseño de tres cámaras frigoríficas de conservación y una de congelación para almacenamiento de productos avícolas situada en la población de Hellín (Albacete)*. Valencia : Univerddidad Politècnica de València.
- SANTACRUZ, A. (2008). *EFFECTO DE TRES TIEMPOS DE REFRIGERACION Y TRES SOLUCIONES HIDRATANTES EN EL MANEJO POSTCOSECHA DE TRES VARIEDADES DE ROSAS DE EXPORTACION EN QUICHINCHE-IMBABURA*. IBARRA: UTN.

- Schneider. (2023). *Almacenes Marriott*. Obtenido de Almacenes Marriott:
https://almacenesmarriott.com/producto/breaker-riel-din-2p-40a-10ka-230vac-easy9-c-schneider-electric/?gclid=Cj0KCQiAz9ieBhCIARIsACB0oGlaLHNDv8eXn7BssdiZ26ozMrvW75mO31QiNjQtKdKBW9-loyq27IaAsQ0EALw_wcB
- Sechler, B. (18 de 5 de 2013). *THE WALL STREET JOURNAL*. Obtenido de Las flores frescas ahora viajan cada vez más en barco:
<https://www.wsj.com/articles/SB10001424127887323582904578489592112104874>
- Sierra, C. G. (2012). *Refrigeración Industrial. Montaje Y Mantenimiento De Instalaciones Frigoríficas*. Barcelona: Ceysa.
- sirioed. (2023). *sirioed*. Obtenido de sirioed: <https://www.sirioed.com/selectores-de-posicion.html>
- Técnico, A. (2022). *electricoindustrial*. Obtenido de electricoindustrial:
<https://electricoindustrial.com.ec/2021/03/15/elementos-de-control-y-senalizacion/>
- tramontina. (2023). *tramontina*. Obtenido de tramontina:
<https://www.tramontina.com.br/es/p/58015137-599-contactor-tripolar-tramontina-trc1-2510z-25-a-24-vcc-1-na>
- VELASCO, M. (2020). *ESTUDIO DE MALLADO ESTRUCTURADO 3D ROTATIVO EN OPENFOAM PARA APLICACIONES EN TURBINAS TIPOFRANCIS*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Vélez Velásquez, M., & Sozoranga, H. (2016). LA FLORICULTURA EN EL ECUADOR. *REVISTA CARIBEÑA DE CIENCIAS SOCIALES*, 6.
- viaindustrial. (2023). *viaindustrial.com*. Obtenido de viaindustrial.com:
<https://www.viaindustrial.com/vigilante-de-tension-trifasico-180-260vac-riel-din-con-display-54000-mac3/pp/P101100/>
- WENDY, G. (2017). *CALCULADORA DE HUELLA DE CARBONO PARA EL CULTIVO DE ROSAS COMPRANDO GHG PROTOCOL VS. PAS 2050: CASO DE ESTUDIO ECOROSSES S.A.* Quito: 2017.
- YÁNEZ, M. (2015). *“PROYECTO DE FACTIBILIDAD PARA LA EXPORTACIÓN DE FLORES HACIA EL PAÍS DE JAPÓN, CIUDAD DE TOKIO. DE LA EMPRESA OPERFLOR CARGO CÍA. LTDA. UBICADA EN EL CANTÓN QUITO PROVINCIA DE PICHINCHA. PERIODO 2015-2019”*. Riobamba: ESPOCH.
- Yépez, M. (2017). *Cobro de regalías por la venta de variedad de rosas, utilizada en la producción y comercialización de este producto*. Quito: Dirección Nacional de Estudios de Mercado.
- ZANOTTI. (20 de 10 de 2021). *zanottiappliance*. Obtenido de zanottiappliance:
<https://zanottiappliance.com/es/equipos/spo-equipos-partidos-horizontales-2/>
- Zina, G., & Tahar, K. (2018). 3D CFD Modelling of the Airflow and Heat Transfer in Cold Room Filled with Dates. *International Journal of Nutrition and Food Engineering*, 350.

5 ANEXOS

ANEXO I

Casa de la calidad

QFD: Casa de la calidad
 Project: Diseño de trabajo de integración curricular
 Revisión: 1

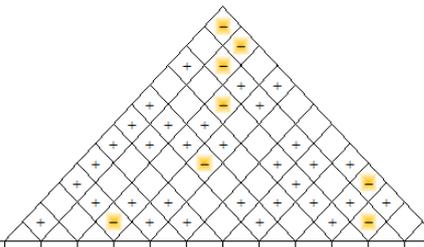
Date: 8/2/2022

Básico	B
Unidimensional	O
Estimulante	E

Correlaciones:	
Positive	+
Negative	-
No Correlation	

Relaciones:	
Fuerte	●
Medio	○
Débil	▽

Factor de peso:	
Fuere	1,5 ●
Possible	1,2 ○
Ningun	1 ▽



Número de fila	Demandas	Número de columna	Evaluación competitiva del																					
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12										
	Voz del usuario (necesidades y deseos de los usuarios)		Eficiencia del compresor	Eficiencia de aislamiento	Higiene	Costo de fabricación	Medicación de ruido	Disponibilidad de repuestos	Costo computacional	Rango de temperatura de refrigeración (enfriador sistema)	Eficiencia del volumen (Total/Usable)	Número de características ajustables	Costo de ingeniería	Plataforma de aire	Propia empresa	Competencia 1	Competencia 2	Objetivos	Indice de usabilidad	Índice de costo	Importancia	Ponderación	Ponderación %	
1	B	Fácil mantenimiento.			○	○	▽	●			●	▽	▽		1	2	5	5	5	1,2	5	30	11,61	
2	B	Fácil limpieza.			○	○						▽			1	3	4	4	4	1	4	16	6,192	
3	B	Frescura del producto por tiempo prolongado	○	●	▽	○			○	●		○	▽	○	1	5	4	4	4	1,5	5	30	11,61	
4	O	Capacidad del volumen interior	▽	○	○	●			○	▽	○	○	○	▽	1	2	5	4	4	1	3	12	4,644	
5	B	Bajo consumo de energía eléctrica	●	○		▽	▽	▽	○	○	▽	▽	○	▽	1	3	4	5	5	1,5	4	30	11,61	
6	O	Bajo costo	○	○	○	○	▽	○	▽	○	▽	○	▽	○	1	2	4	4	4	1,5	3	18	6,666	
7	O	Fácil recepción de producto			●	▽			○		▽				1	3	4	5	5	1,5	4	30	11,61	
8	B	Flexibilidad para cambiar las necesidades de almacenamiento	○	▽	●	○		▽	▽	○	●	●	▽	▽	1	3	3	3	3	1,2	3	11	4,196	
9	B	Velocidad de refrigeración	●	○		▽			○	○	○	▽	▽	▽	1	4	3	4	4	1,2	4	19	7,430	
10	O	Duradero	○	●		○	▽	▽				▽	▽	▽	1	4	4	4	4	1,2	3	14	5,578	
11	O	Larga vida útil	○	▽	▽	▽	▽	○				●	○	○	1	4	4	4	4	1,2	4	19	7,430	
12	O	Silencioso	○	○	▽	○	●					▽	○	○	1	4	3	3	3	1,2	4	14	5,578	
13	B	No congelar	○		○	○	▽	▽		○				○	1	4	3	4	4	1,2	3	14	5,578	
		Valores de referencia	5,8	Cantidad máxima de 120g 95% de eficiencia	Menor proporción de espesor de aislamiento	\$3000	Más bajo que el estándar actual (1200)	Todos los repuestos necesarios en el momento	CPD-FEX en cada modificación	00-2 a 17°C	00-5 a 37°C	5x-4x-2,5 [in]	Más del 90%	Cinco porcentajes bajo	90 a 95 [Pa]								258,4	100
		Propia empresa	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
		Competencia 1	2	4	4	3	4	3	3	4	3	3	4	3	2	4	3	3	3					
		Competencia 2	4	4	3	4	3	5	4	4	4	4	3	3	4	4	3	3	4					
		Incidencia	818,4	667,2	658,8	650,4	255,6	451,2	392,4	573,6	538,8	388	433	343	610									
		Incidencia en %	13,26	10,81	10,68	10,54	4,142	7,312	6,359	9,296	8,732	6,288	7,017	5,559	100									

ANEXO II

Especificaciones técnicas

Empresa Cliente: Deli flor		Producto: cámara de preenfriamiento		Fecha inicial: 20/05/2022
Diseñador: Jhonatan Yajamín				Ulti. revisión: 09/02/2023
Especificaciones				
Concepto	Fecha	Propone	Tipo	Descripción
Función	12/08/2022	C	R	Sistema de preenfriamiento para retirar el calor de campo de rosas de exportación.
		C	R	Recepción máxima de 1 Toneladas de rosas de exportación por poda.
Dimensión	12/08/2022	C	R	Dimensión de la cámara 5 x 4 x 3 [m].
Movimientos	12/08/2022	D	R	El tiempo de funcionamiento del sistema es de 16 horas diarias.
Energía	12/08/2022	C	R	Energía eléctrica.
Seguridad y ergonomía	12/08/2022	D	R	Sistema de recepción de rosas de exportación de capacidad de 30 [Kg].
Costes y plazos	12/08/2022	C	R	El costo total de 5000\$.
Impacto ambiental	12/08/2022	D	D	Utilización de refrigerante R448A.
Aspectos legales	12/08/2022	C	R	El diseño del sistema de preenfriamiento debe ser de acuerdo con lo estipulado en ASHRAE y permisos de funcionamiento medioambientales

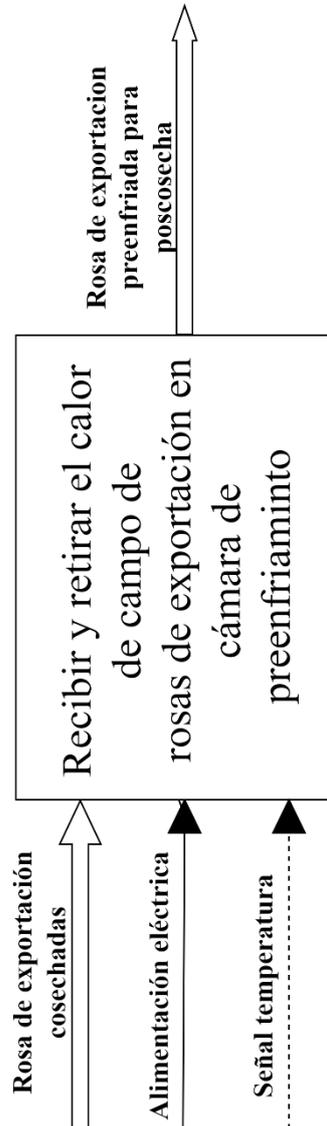
Propone: M: Márquetin, D: Diseño, P: Producción, F: Fabricación.

Tipo [R/D]: R: Requerimiento, D: Deseo, MR: modificación de Requerimiento.

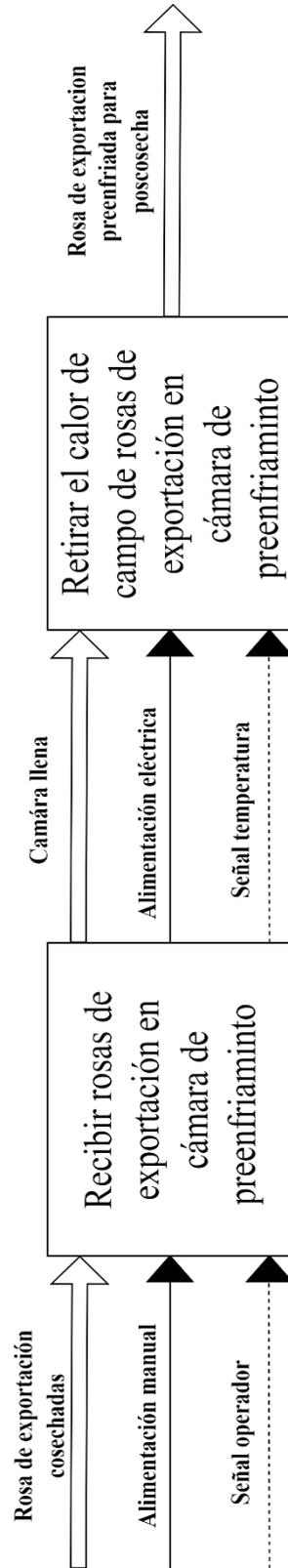
ANEXO III

Diagramas funcionales

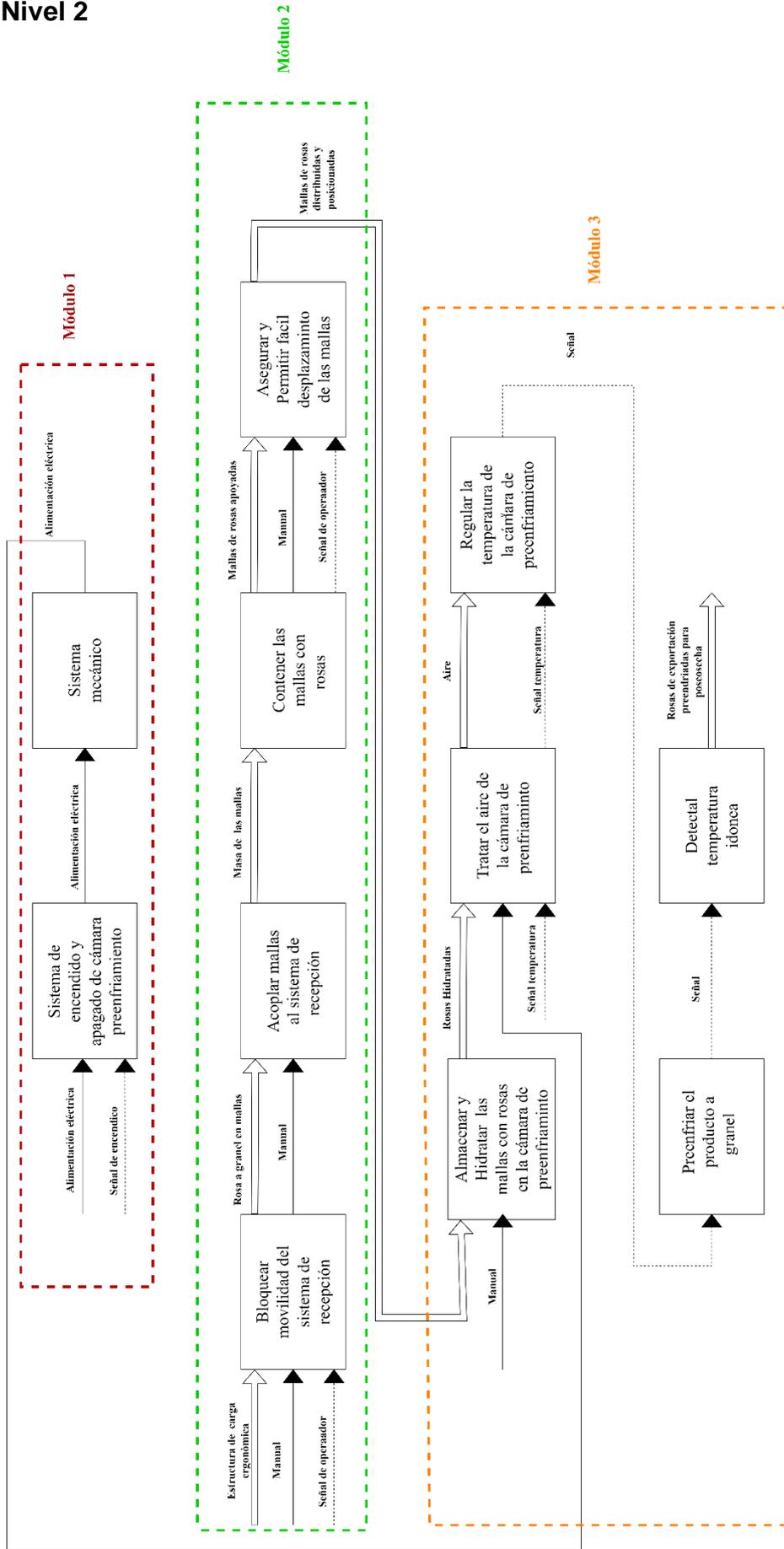
Nivel 0



Nivel 1

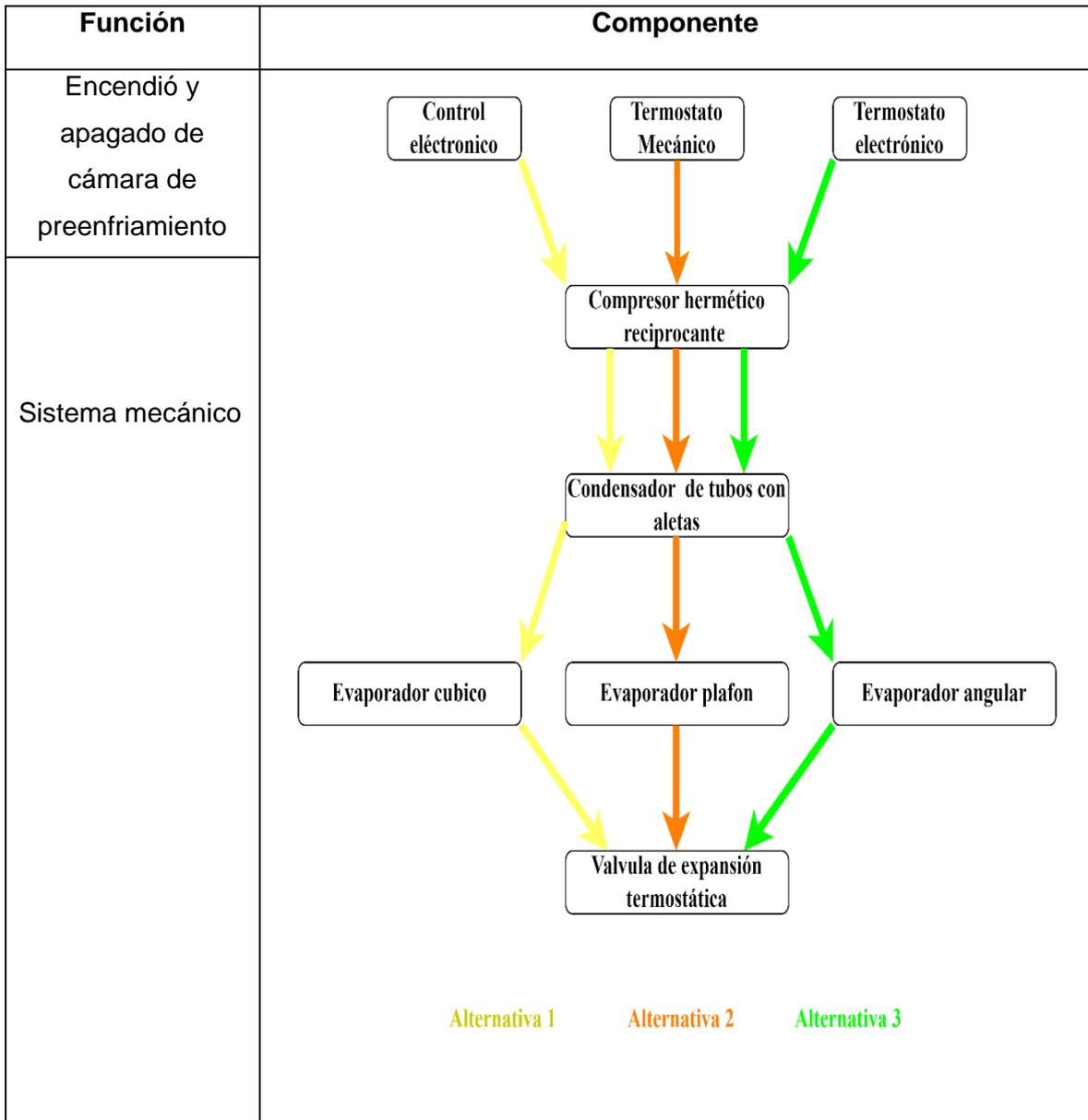


Nivel 2



ANEXO IV

Alternativas de solución del módulo 1



ANEXO V

Tablas de evaluación de criterios módulo 1

Criterio	Fácil mantenimiento	Mecanismo funcional	Costo del equipo	Fiabilidad	$\Sigma + 1$	Ponderación
Fácil mantenimiento		0.5	0	0.5	2	0.19
Mecanismo funcional	0.5		1	0	2.5	0.23
Costo del equipo	1	0.5		0.5	3	0.29
Fiabilidad	0.5	1	0.5		3	0.29
				Suma	10.5	1

Costo del equipo = Fiabilidad > Mecanismo funcional > Fácil mantenimiento

Fácil mantenimiento	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	$\Sigma + 1$	Ponderación
Alternativa 1		0.5	1	2.5	0.38
Alternativa 2	0.5		0.5	2	0.31
Alternativa 3	0.5	0.5		2	0.31
			Suma	6.5	1

Alternativa 1 > Alternativa 2 = Alternativa 3

Mecanismo funcional	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	$\Sigma + 1$	Ponderación
Alternativa 1		1	1	3	0.4
Alternativa 2	0.5		1	2.5	0.33
Alternativa 3	0.5	0.5		2	0.27
			Suma	7.5	1

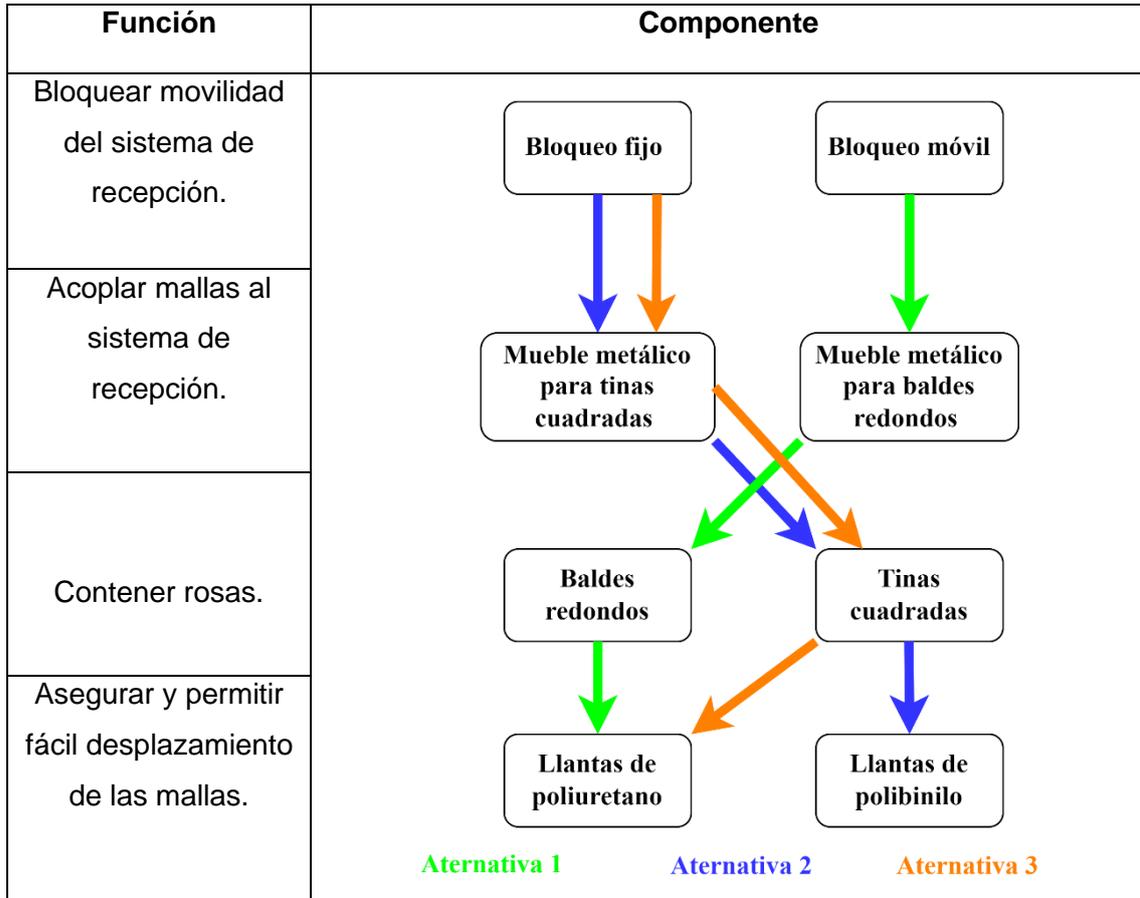
Alternativa 1 > Alternativa 2 > Alternativa 3

Costo de equipo	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	$\Sigma + 1$	Ponderación
Alternativa 1		0.5	0	1.5	0.21
Alternativa 2	1		0.5	2.5	0.36
Alternativa 3	1	1		3	0.43
			Suma	7	1
Alternativa 3 > Alternativa 2 > Alternativa 1					

Fiabilidad	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	$\Sigma + 1$	Ponderación
Alternativa 1		1	0.5	2.5	0.38
Alternativa 2	0.5		0.5	2	0.31
Alternativa 3	0	1		2	0.31
			Suma	6.5	1
Alternativa 1 > Alternativa 2 = Alternativa 3					

ANEXO VI

Alternativas de solución del módulo 2



ANEXO VII

Tabla de evaluación de criterios módulo 2

Criterio	Costo de fabricación	Fácil mantenimiento	Fiabilidad	Capacidad almacenamiento	$\Sigma + 1$	Ponderación
Costo de fabricación		1	0.5	0.5	3	0.3
Fácil mantenimiento	0.5		0.5	0	2	0.2
Fiabilidad	0.5	0		1	2.5	0.25
Capacidad de almacenamiento	0.5	0.5	0.5		2.5	0.25
				Suma	10	1
Costo de fabricación > Fiabilidad = Capacidad de almacenamiento > Fácil mantenimiento						

Costo de fabricación	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	$\Sigma + 1$	Ponderación
Alternativa 1		0.5	1	2.5	0.33
Alternativa 2	1		0	2	0.27
Alternativa 3	1	1		3	0.4
			Suma	7.5	1
Alternativa 3 > Alternativa 1 > Alternativa 2					

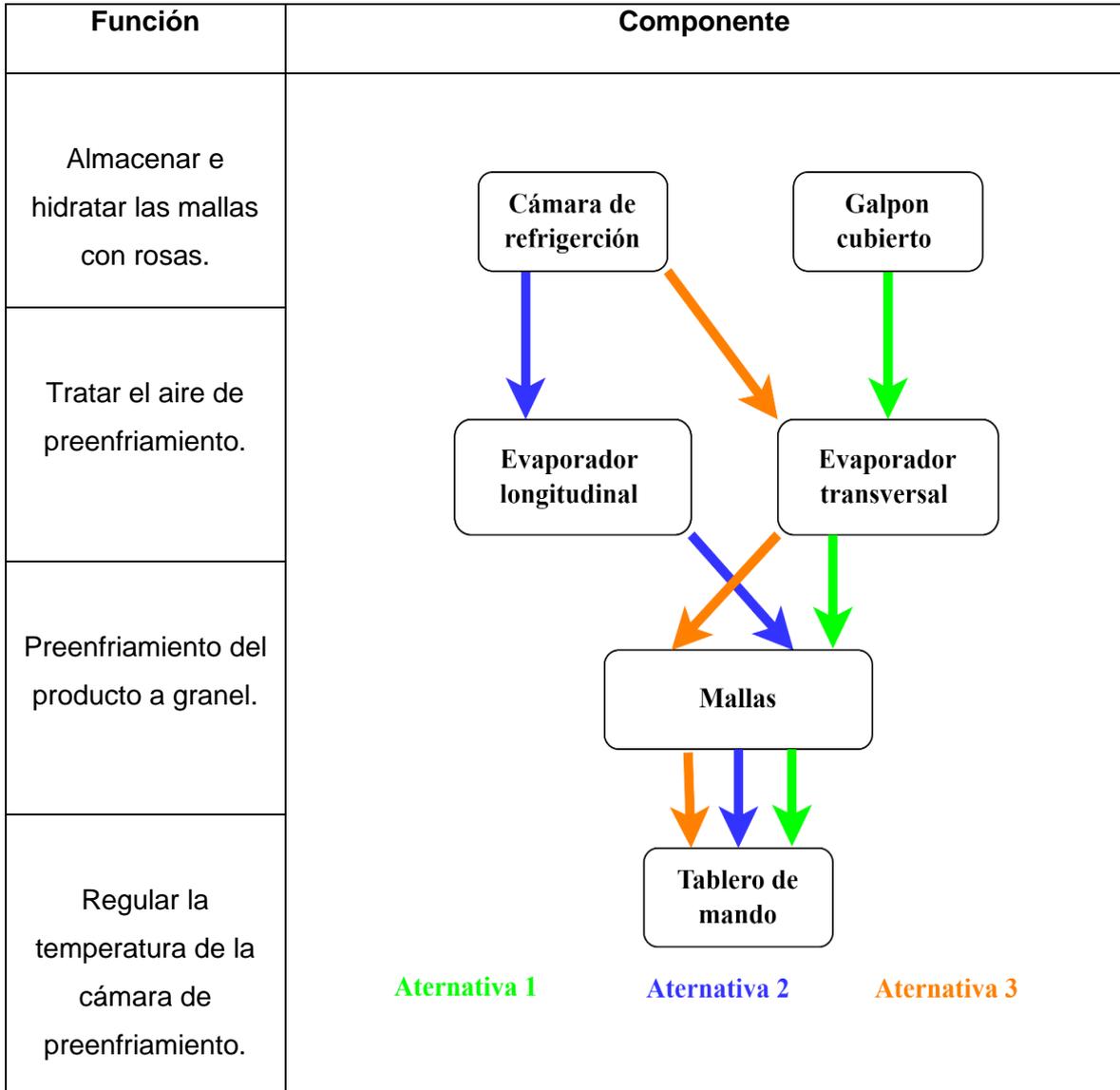
Fácil mantenimiento	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	$\Sigma + 1$	Ponderación
Alternativa 1		0.5	0.5	2	0.31
Alternativa 2	0.5		0.5	2	0.31
Alternativa 3	1	0.5		2.5	0.38
			Suma	6.5	1
Alternativa 3 > Alternativa 1 = Alternativa 2					

Fiabilidad	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	$\Sigma + 1$	Ponderación
Alternativa 1		0.5	0	1.5	0.25
Alternativa 2	0		1	2	0.33
Alternativa 3	0.5	1		2.5	0.42
				Suma	6
					1
Alternativa 3 > Alternativa 2 > Alternativa 1					

Capacidad de almacenamiento	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	$\Sigma + 1$	Ponderación
Alternativa 1		1	0.5	2.5	0.30
Alternativa 2	1		1	3	0.35
Alternativa 3	1	1		3	0.35
				Suma	8.5
					1
Alternativa 2 = Alternativa 3 > Alternativa 1					

ANEXO VIII

Alternativas de solución del módulo 3



ANEXO IX

Tabla de evaluación de criterios módulo 3

Criterio	Costo de adqui.	Fácil mant.	Circ. del aire	Capacidad de almacen.	$\Sigma + 1$	Ponderación
Costo de adqui.		0.5	0.5	0.5	2.5	0.20
Fácil mant.	1		0.5	0.5	3	0.25
Circ. de aire	0.5	1		0.5	3	0.25
Capacidad de almacena.	1	1	0.5		3.5	0.3
				Suma	12	1
Capacidad de almacenamiento > Circulación de aire = Fácil mantenimiento > Costo de adquisición						

Costo de fabricación	Alterna tiva 1	Alterna tiva 2	Alterna tiva 3	$\Sigma + 1$	Ponderación
Alternativa 1		0.5	1	2.5	0.33
Alternativa 2	1		1	3	0.4
Alternativa 3	0.5	0.5		2	0.27
			Suma	7.5	1
Alternativa 2 > Alternativa 1 > Alternativa 3					

Fácil mantenimiento	Alterna tiva 1	Alterna tiva 2	Alterna tiva 3	$\Sigma + 1$	Ponderación
Alternativa 1		1	1	3	0.40
Alternativa 2	0.5		1	2.5	0.33
Alternativa 3	0.5	0.5		2	0.27
			Suma	7.5	1
Alternativa 1 > Alternativa 2 > Alternativa 3					

Fiabilidad	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	$\Sigma + 1$	Ponderación
Alternativa 1		0.5	0.5	2.5	0.31
Alternativa 2	1		1	3	0.38
Alternativa 3	1	0.5		2.5	0.31
			Suma	8	1
Alternativa 2 > Alternativa 1 = Alternativa 3					

Capacidad de almacenamiento	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	$\Sigma + 1$	Ponderación
Alternativa 1		1	0.5	2.5	0.36
Alternativa 2	0.5		1	2.5	0.36
Alternativa 3	0.5	0.5		2	0.29
			Suma	7	1
Alternativa 1 = Alternativa 2 > Alternativa 3					

ANEXO X

Panel de aislamiento térmico seleccionado



Hiansa Panel
Grupo Híspanica

REV. 03 - Octubre 2020

PANEL FACHADA MPF/PRF/SML/LIS



<p>CARA EXTERIOR Acero prelacado</p> <p>CARA INTERIOR Acero prelacado</p> <p>ANCHO ÚTIL: 1100 mm</p>	<p>PANEL FACHADA</p> <p>AISLANTE Poliuretano (PUR) y Poli-isocianurato (PIR)</p> <p>ESPESORES (mm) 35/40/50/60/80/100</p> <p>USO Fachadas</p>
--	--

ISO 9001
BUREAU VERITAS
Certification



CE

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Panel para cerramiento de fachada compuesto por 2 chapas de acero y núcleo aislante PUR o PIR que garantiza las máximas prestaciones de aislamiento térmico. Se puede instalar tanto en vertical como en horizontal. En ambos casos la unión entre paneles es mediante junta machihembrada con sistema de tornillería con fijación oculta. Su acabado superficial puede ser liso, semiliso, grecado o microperfilado.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES PARA PANEL DE 35mm	
Esesor nominal	35 mm (+/- 3 mm)
Densidad media de la espuma	40 kg/m ³ (+/-10%)
Peso	10.80 kg/m ²
Volumen	35 m ³ /m ²
Ancho útil	1.100 mm (+/- 3 mm)
Rectitud	0 mm (+/- 5 mm)
Contracción - Combadó longitudinal	0 mm (+/- 5 mm)
Resistencia a compresión	0,096 MPa
Resistencia a tracción	0,092 MPa
Reacción al fuego PUR-UNE 13501-1	C-s3-d0
Reacción al fuego PIR-UNE 13501-1	B-s2-d0
Comportamiento al fuego exterior	Broof (t1) para espesor chapa >=0,4mm

AISLAMIENTO TÉRMICO

PANEL NERVADO	TRANSMISIÓN TÉRMICA		PESO (0,5/0,5)
Esesor nominal en mm	K en Kcal/m ² h, °C	K en W/m ² k	Kg/m ²
35	0.50	0.59	10.80
40	0.44	0.52	11.00
50	0.36	0.43	11.40
60	0.30	0.36	11.80
80	0.23	0.27	12.60
100	0.18	0.21	13.40

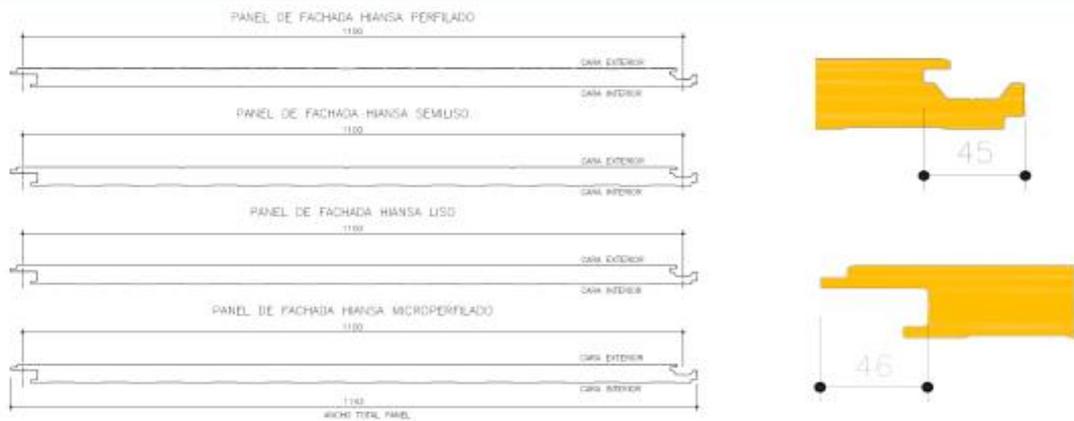
El peso incluye la parte proporcional de los elementos accesorios.

AISLAMIENTO ACÚSTICO

VALORES EXPERIMENTALES PARA PANEL 35mm						
Frecuencia Hz	125	250	500	1000	2000	4000
Aislamiento acústico dB	25	27,5	29	28,5	31	37,5

Panel estándar de 35 mm de espesor. Media (TL) 28,5 db

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

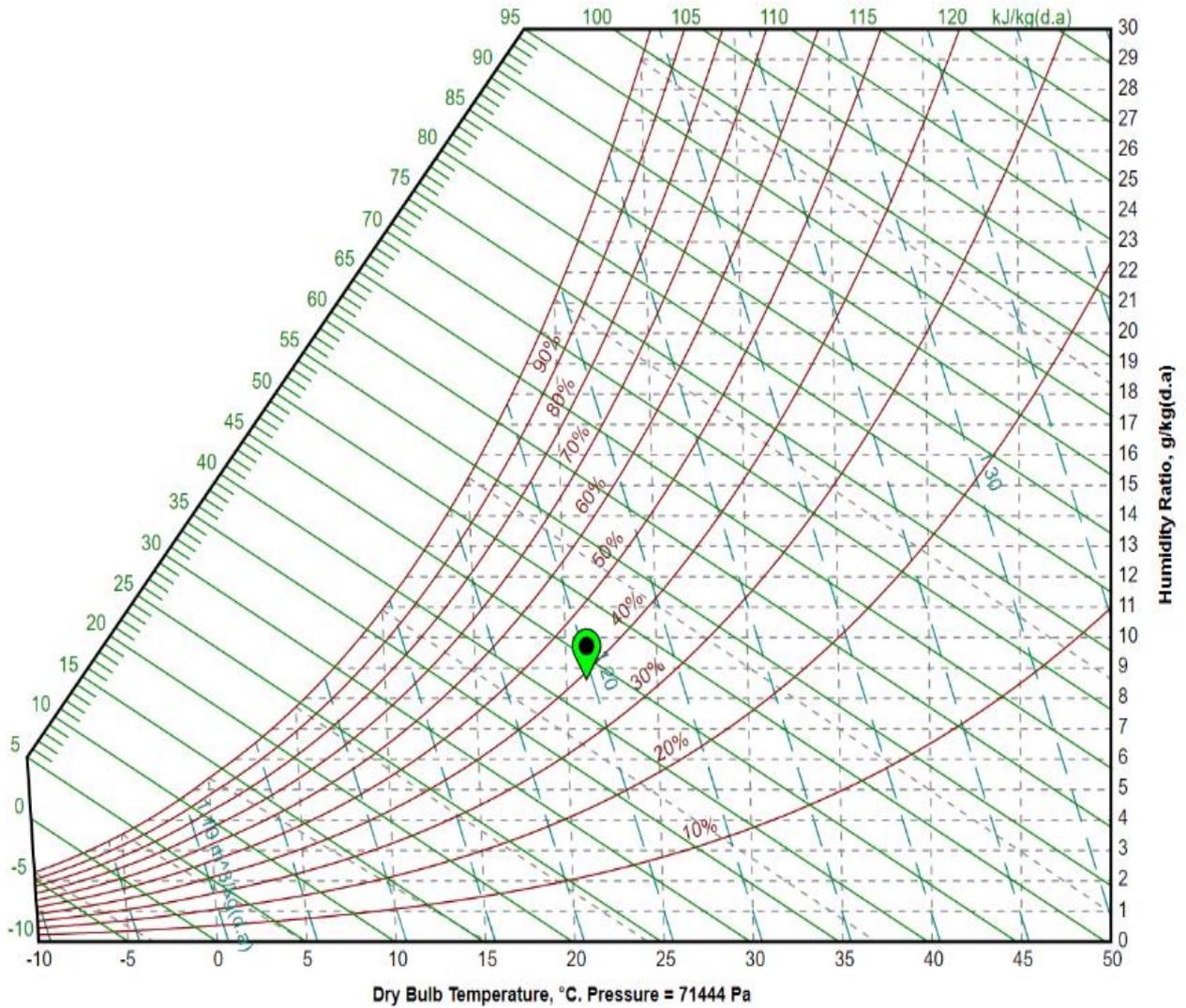


ESPESORES: 35, 40, 50, 60, 80, 100 mm

HIANSA PANEL S.A. Polígono Ind. Dehesa de las Cigüeñas. Parc A-1 14420 Villavieja de Córdoba. Telf 957198900 FAX 957198910 comercial@hiansa.com - www.hiansa.com

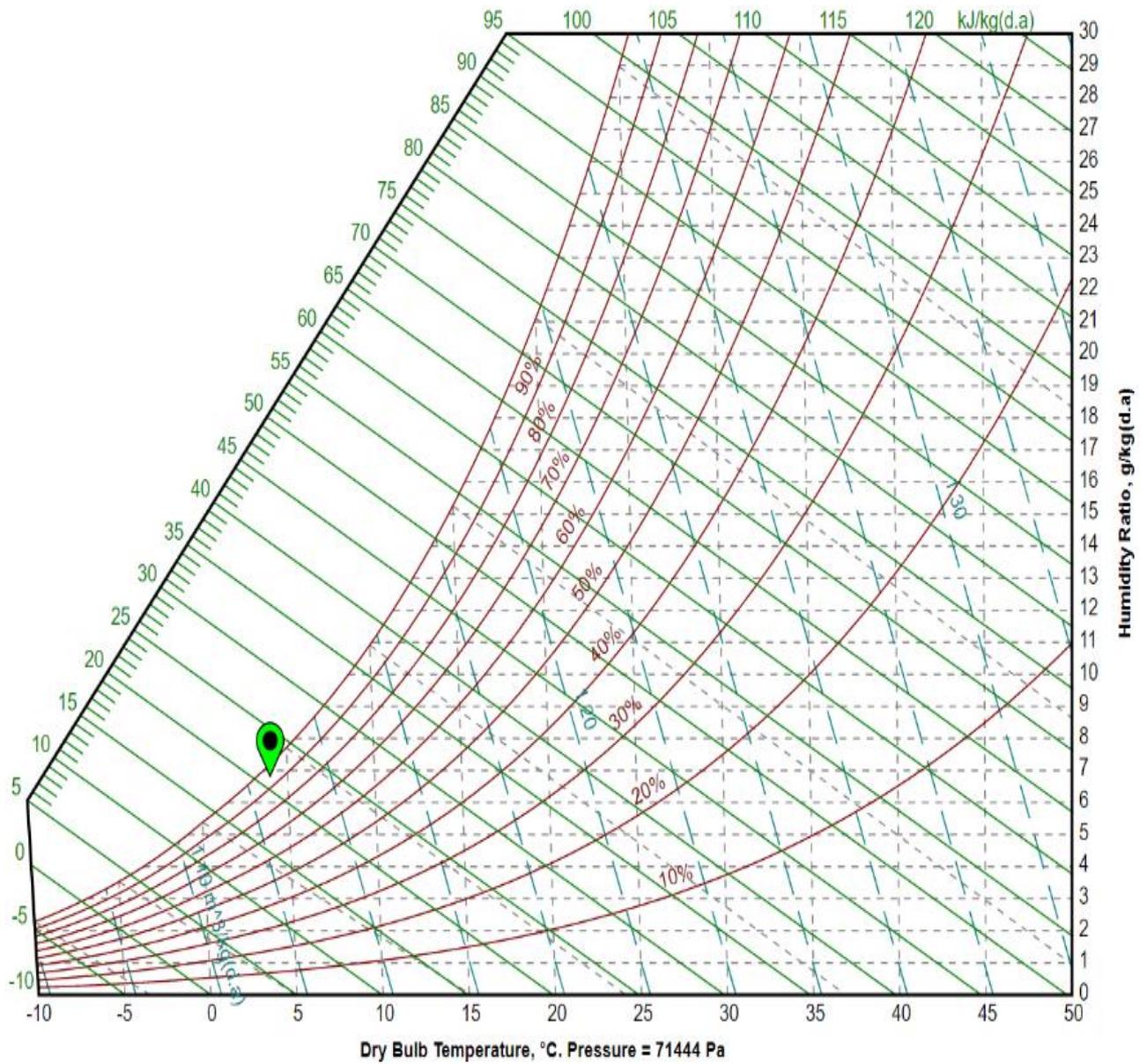
ANEXO XI

Entalpia aire exterior gráfico psicrométrico a 2850 msnm



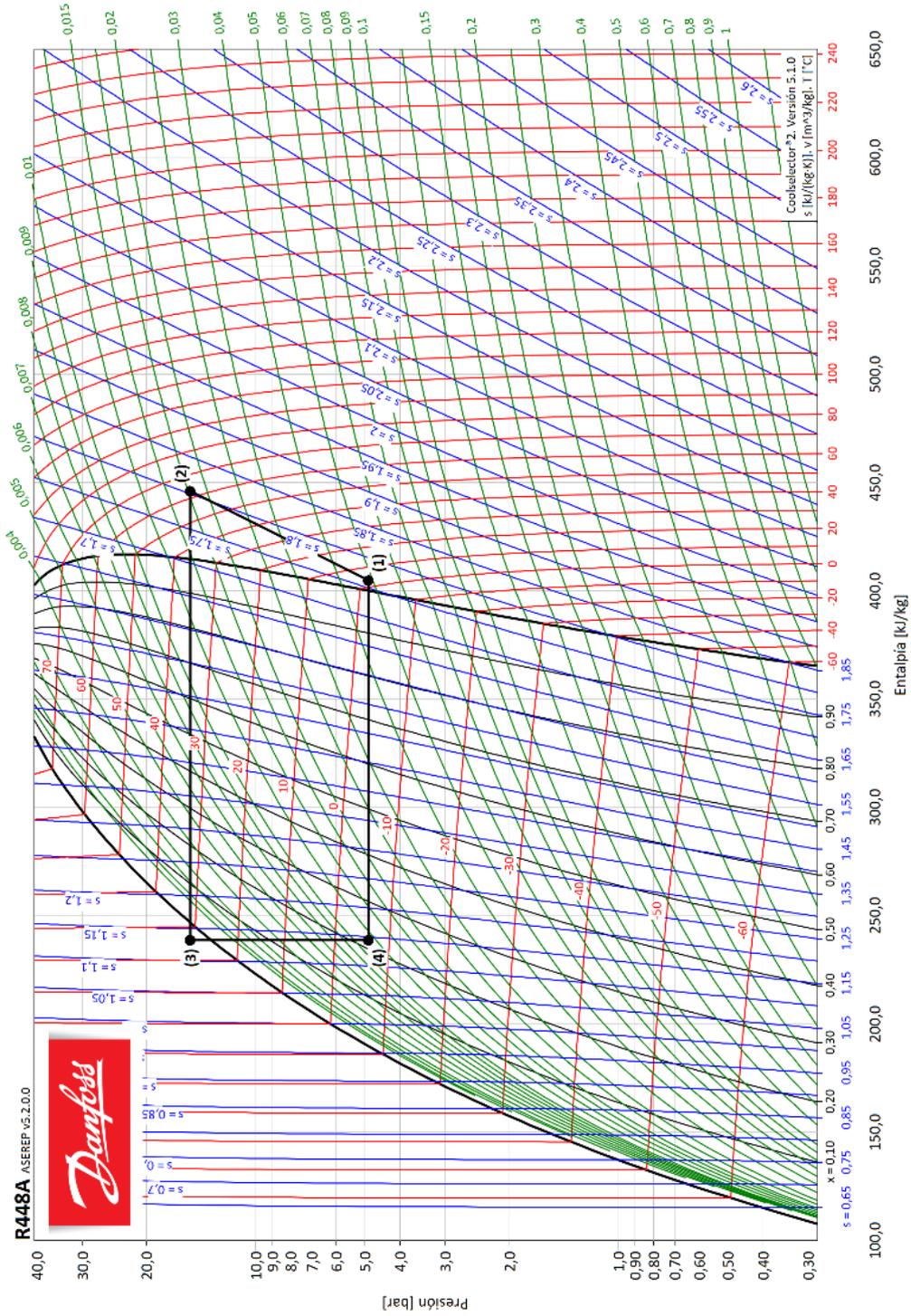
ANEXO XII

Entalpia aire interior gráfico psicrométrico a 2850 msnm



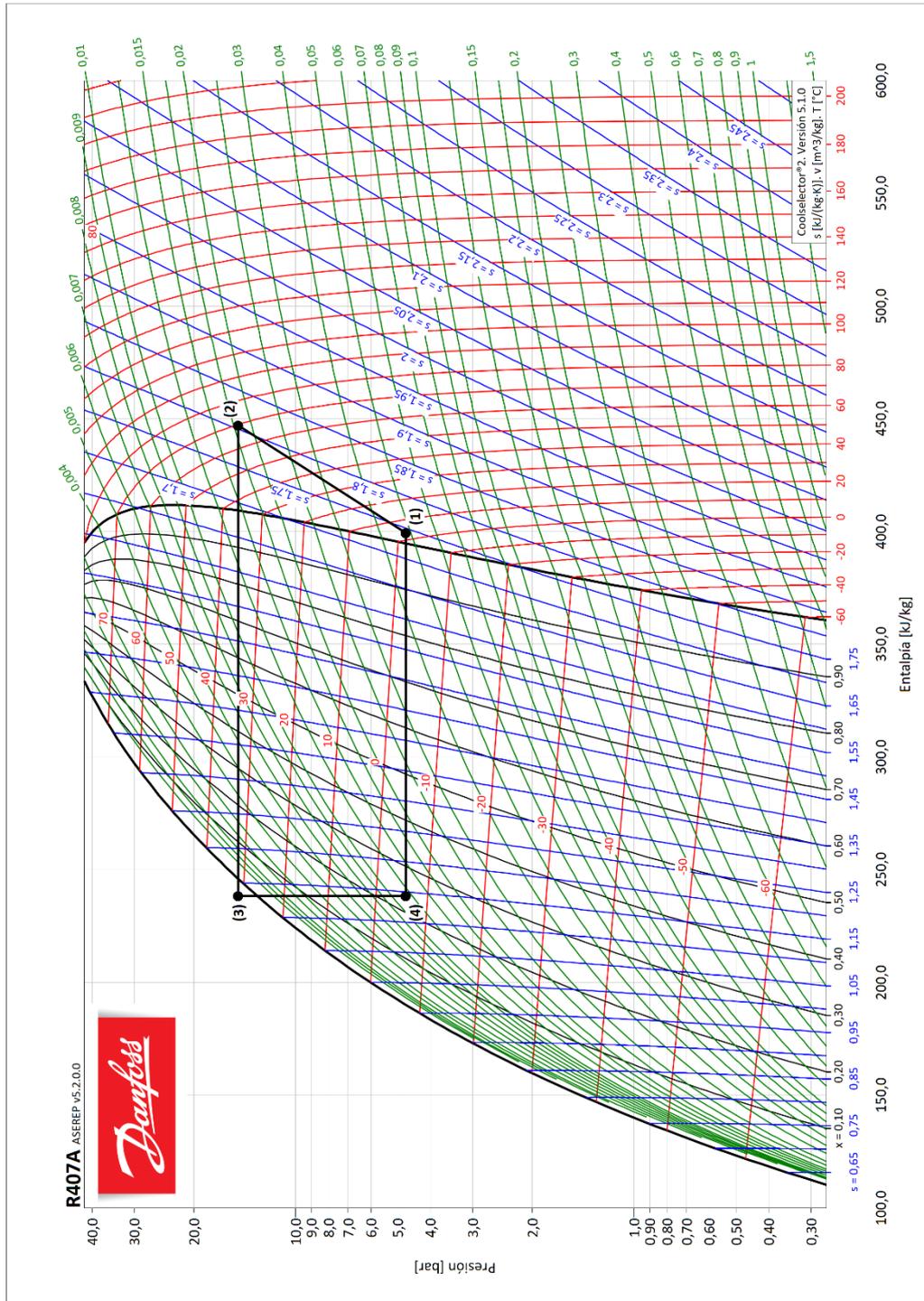
ANEXO XIII

Representación del ciclo de refrigeración por compresión del refrigerante R448A



ANEXO XIV

Representación del ciclo de refrigeración por compresión del refrigerante R407a



ANEXO XV

Ficha técnica refrigerante R407A.



FICHA TÉCNICA R-407A

Propiedades físicas

PROPIEDADES FÍSICAS	UNIDADES	R-407A	R-404A	R-22
Peso molecular	(kg/kmol)	90,1	97,6	86,5
Punto de ebullición (1 atm.)	(°C)	-45,3	-46,2 (1)	-40,8 (1)
Temperatura crítica	(°C)	82,3	72,1	96,1
Presión crítica	(bar a)	45,2	37,3	49,9
Densidad líquido a 25°C	(kg/m³)	1145.1	1044	1191
Densidad vapor saturado a 25°C	(kg/m³)	49,74	65,3	44,2
Capacidad calor. esp. sat. Líquido a 25 °C	(kJ/kg.K)	1.430	1.531	1.261
Capacidad calor. Esp. Sat. Vapor a 25°C y 1.013 bar.	(kJ/kg.K)	1.115	1.197	0.869
Cp/Cv (25°C y 1bara)		1,152	1,118	1,185
Presión vapor 25 °C	(bar a)	10,93	12,42	10,44
Calor latente de vaporización a 25 ° C	(kJ/kg)	182,59	140	182,5
Deslizamiento temp.	(K)	4,6	0,5	0
Inflamabilidad en aire a 1 atm	%vol.	No	No	No
ODP		0	0	0,055
PCA (GWP)		2107*	3922	1810
Exposición por inhalación (8h/día y 40 h/semana)	(ppm)	1000	1000	1000

* De acuerdo con IPPCC-AR4/CIE (Cuarto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático)-2007

Tabla de presión/temperatura

TEMP. (°C)	PRESIÓN ABSOLUTA (bar)		DENSIDAD (Kg/m³)		ENTALPÍA (kJ/Kg)		ENTROPÍA (kJ/Kg.K)	
	BURBUJA	ROCÍO	BURBUJA	ROCÍO	BURBUJA	ROCÍO	BURBUJA	ROCÍO
-40	1.28	0.94	1387.40	4.57	146.44	374.73	0.7896	1.7838
-35	1.60	1.20	1371.20	5.75	152.93	377.71	0.8171	1.7744
-30	1.99	1.52	1354.80	7.16	159.47	380.44	0.8441	1.7658
-25	2.44	1.89	1338.10	8.84	166.07	383.22	0.8708	1.7580
-20	2.97	2.34	1321.10	10.81	172.72	385.95	0.8972	1.7507
-15	3.58	2.86	1303.70	13.11	179.43	388.61	0.9233	1.7440
-10	4.29	3.47	1285.90	15.78	186.21	391.72	0.9491	1.7377
-5	5.09	4.17	1267.70	18.87	193.06	393.72	0.9746	1.7319
0	6.00	4.98	1248.90	22.44	200.00	396.15	1.0000	1.7264
5	7.03	5.90	1229.60	26.53	207.03	398.47	1.0252	1.7211
10	8.19	6.94	1209.70	31.22	214.15	400.69	1.0502	1.7161
15	9.49	8.12	1189.00	36.59	221.38	402.78	1.0752	1.7112
20	10.93	9.45	1167.50	42.73	228.74	404.73	1.1001	1.7064
25	12.53	10.93	1145.10	49.74	236.23	406.51	1.1249	1.7016
30	14.29	12.58	1121.60	57.78	243.86	408.11	1.1498	1.6966
35	16.23	14.42	1096.90	67.00	251.67	409.48	1.1748	1.6915
40	18.37	16.45	1070.70	77.62	259.68	410.60	1.1999	1.6860
45	20.70	18.69	1042.70	89.92	267.90	411.41	1.2253	1.6801
50	23.24	21.16	1012.50	104.29	276.40	411.85	1.2510	1.6735

ANEXO XVI

Ficha técnica refrigerante R448A



FICHA TÉCNICA
R-448A

Propiedades físicas

PROPIEDADES FÍSICAS	UNIDADES	R-448A
Peso molecular	(g/mol)	86,3
Punto de ebullición (a 1,013 bar)	(°C)	-45,9
Temperatura crítica	(°C)	83,7
Presión crítica	(bar)	46,6
Densidad crítica	(Kg/m³)	480,2
Densidad de vapor en punto de ebullición	(Kg/m³)	4,701
Densidad de líquido (0°C)	(Kg/m³)	1192,5
Densidad de líquido (25°C)	(Kg/m³)	1092,3
Calor de vaporización en punto de ebullición	(KJ/Kg)	241,1
Presión de vapor (25°C)	(bar)	11,07
Temperatura de deslizamiento o glide	(K)	-4
Inflamabilidad		No
ODP	-	0
PCA (GWP)	-	1387 *

* De acuerdo con IPPCC-AR4/CIE (Cuarto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático)-2007

Tabla de presión/temperatura

TEMP. (°C)	PRESION ABSOLUTA (bar)		DENSIDAD (Kg/m³)		ENTALPIA (Kj/Kg)		ENTROPIA (Kj/Kg.K)	
	BURBUJA	ROCIO	BURBUJA	ROCIO	BURBUJA	ROCIO	BURBUJA	ROCIO
-50	0,77	0,56	1359,90	2,72	132,84	375,34	0,730	1,833
-46	0,94	0,69	1348,00	3,33	137,99	377,75	0,753	1,824
-42	1,15	0,85	1335,90	4,03	143,18	380,14	0,776	1,816
-38	1,38	1,04	1323,80	4,85	148,40	382,51	0,798	1,808
-34	1,65	1,26	1311,40	5,79	153,65	384,86	0,820	1,800
-30	1,96	1,51	1298,90	6,87	158,94	387,18	0,842	1,793
-26	2,31	1,80	1286,30	8,10	164,27	389,46	0,864	1,787
-22	2,71	2,13	1273,40	9,50	169,63	391,72	0,885	1,781
-18	3,15	2,50	1260,30	11,09	175,05	393,93	0,906	1,775
-14	3,66	2,93	1247,00	12,88	180,50	396,10	0,927	1,770
-10	4,22	3,41	1233,40	14,89	186,01	398,23	0,948	1,765
-6	4,84	3,94	1219,60	17,15	191,56	400,31	0,969	1,760
-2	5,53	4,54	1205,50	19,67	197,17	402,33	0,990	1,755
2	6,29	5,21	1191,00	22,49	202,84	404,30	1,010	1,751
6	7,13	5,95	1176,20	25,63	208,57	406,20	1,031	1,747
10	8,04	6,76	1161,00	29,13	214,37	408,02	1,051	1,743
14	9,05	7,66	1145,40	33,02	220,24	409,77	1,071	1,739
18	10,14	8,64	1129,30	37,34	226,19	411,43	1,092	1,735
22	11,33	9,72	1112,70	42,14	232,22	412,99	1,112	1,731
26	12,61	10,89	1095,60	47,48	238,34	414,44	1,132	1,727
30	14,01	12,18	1077,80	53,42	244,56	415,76	1,152	1,723
34	15,51	13,57	1059,20	60,04	250,88	416,95	1,172	1,719
38	17,12	15,08	1039,90	67,43	257,33	417,99	1,193	1,714
42	18,86	16,72	1019,50	75,71	263,91	418,84	1,213	1,710
46	20,73	18,49	998,15	85,02	270,64	419,50	1,234	1,705
50	22,72	20,41	975,44	95,54	277,55	419,91	1,255	1,699

ANEXO XVII

Evaporador ELGIN FBA4180

Capacidade 60Hz / Capacidad 60Hz

Para 50Hz multiplicar por 0,86

Modelo / Modelo	Capacidade em kcal/h* / Capacidad em kcal/h* - DTI = 6°C											Dados dos Ventiladores / Datos de los Ventiladores			
	Temperatura de Evaporação / Temperatura de Evaporación											Vazão Caudal (m³/h)	Ventiladores / Fans	Diâm. / Diám. (mm)	Flecha de ar / Tiro de Aire (m)
	10°C	5°C	0°C	-5°C	-10°C	-15°C	-20°C	-25°C	-30°C	-35°C	-40°C				
Modelos FBA's - 4 Aletas por polegada / 4 aletas por pulgada															
FBA4030	1153	1145	1129	1102	1096	1095	1090	1075	1067	1059	1044	1135	1	254	13
FBA4050	1539	1529	1508	1472	1466	1462	1456	1435	1425	1414	1394	982	1	254	13
FBA4070	2046	2027	2016	1998	1973	1963	1955	1944	1923	1882	1829	2304	2	254	13
FBA4080	2392	2371	2330	2284	2271	2267	2257	2236	2215	2174	2132	2118	2	254	13
FBA4090	2725	2673	2631	2590	2558	2550	2547	2517	2496	2454	2423	1946	2	254	13
FBA4110	3401	3349	3276	3224	3193	3203	3150	3141	3110	3068	3047	3048	3	254	13
FBA4140	4493	4420	4316	4233	4202	4191	4160	4118	4087	4006	4014	2928	3	254	13
FBA4160	5158	5075	4982	4878	4867	4836	4794	4753	4867	4670	4597	4071	4	254	13
FBA4180	5824	5741	5637	5512	5481	5470	5429	5387	5346	5273	5200	3911	4	254	13
FBA4210	6666	6552	6417	6302	6261	6240	6198	6146	6094	6022	5938	5092	5	254	13
FBA4240	7540	7426	7270	7051	6843	6822	6770	6729	6656	6583	6500	4893	5	254	13
FBA4320	8441	8291	8109	7979	7905	7894	7850	7786	7665	7614	7518	6111	6	254	13
FBA4370	9558	9407	9193	8872	8479	8447	8383	8340	8233	8157	8060	5875	6	254	13
Modelos FBA - 6 Aletas por polegada / 6 aletas por pulgada															
FBA6050	1724	1712	1689	1648	1642	1638	1631	1607	1596	1584	1561	949	1	254	13
FBA6090	2679	2656	2609	2558	2544	2539	2528	2504	2481	2434	2388	2045	2	254	13
FBA6100	3052	2994	2947	2900	2865	2856	2853	2819	2796	2749	2714	1892	2	254	13
FBA6130	3809	3751	3669	3611	3576	3555	3528	3518	3483	3436	3413	3239	3	254	13
FBA6170	5032	4950	4834	4741	4706	4694	4659	4613	4578	4496	4496	2828	3	254	13
FBA6190	5777	5684	5579	5463	5451	5416	5370	5323	5451	5230	5148	3932	4	254	13
FBA6220	6523	6430	6313	6173	6138	6127	6080	6034	5987	5906	5824	3777	4	254	13
FBA6250	7466	7338	7187	7059	7012	6989	6942	6884	6826	6744	6651	4918	5	254	13
FBA6280	8445	8317	8142	7897	7864	7841	7803	7536	7455	7373	7280	4726	5	254	13
FBA6370	9454	9286	9062	8937	8853	8841	8792	8720	8473	8528	8420	5902	6	254	13
FBA6430	10705	10536	10296	9937	9497	9461	9389	9340	9221	9136	9027	5675	6	254	13

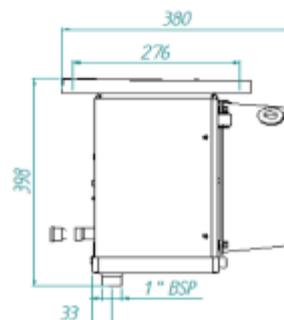
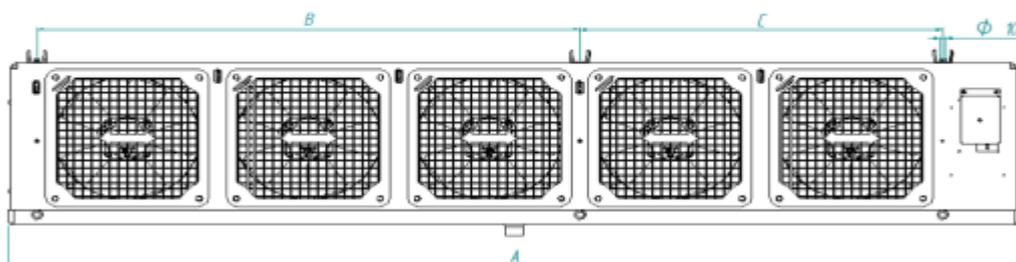
Motores e resistências / Motores y resistencias

Modelo / Modelo	Ventiladores / Ventiladores	Motores / Motores		Resistências / Resistencias			
		Potência / Potencia Consumida (Watts)	Corrente (A) / Corriente (A) 220 - 1F	Potência / Potencia Consumida (Watts)	Corrente (A) / Corriente (A) 220 - 1F	Quantidade / Cantidad	
						Bandeja	Serpentina
4 aletas por polegada / 4 aletas por pulgada							
FBA4030	1	16	0,14	680	3,1	1	1
FBA4050	1	16	0,14	680	3,1	1	1
FBA4070	2	16	0,14	1200	5,5	1	1
FBA4080	2	32	0,29	1200	5,5	1	1
FBA4090	2	32	0,29	1200	5,5	1	1
FBA4110	3	32	0,29	1800	8,2	1	1
FBA4140	3	48	0,43	1800	8,2	1	1
FBA4160	4	48	0,43	2320	10,5	1	1
FBA4180	4	64	0,57	2320	10,5	1	1
FBA4210	5	64	0,57	2900	13,2	1	1
FBA4240	5	80	0,72	2900	13,2	1	1
FBA4320	6	80	0,72	3400	15,5	1	1
FBA4370	6	96	0,86	3400	15,5	1	1

Dados Físicos / Datos Físicos

Modelo / Modelo		Linha / Línea		Equalizador Externo/ Ecualizador Externo	Dreno / Drenaje	Peso (Kg)		Referência de carga refrigerante / Referencia del refrigerante (Kg)
		Líquido	Suocção / Succión			Líquido / Neto	Bruto	
FBA4030	x	1/2	7/8	1/4	1" BSP	9,0	11,0	0,5
FBA4050	FBA6060	1/2	7/8	1/4	1" BSP	10,0	12,0	0,9
FBA4070	x	1/2	7/8	1/4	1" BSP	13,0	16,0	0,9
FBA4080	FBA6090	1/2	7/8	1/4	1" BSP	14,0	17,0	1,3
FBA4090	FBA6100	1/2	7/8	1/4	1" BSP	16,0	19,0	1,8
FBA4110	FBA6130	1/2	7/8	1/4	1" BSP	19,0	22,0	2,0
FBA4140	FBA6170	1/2	7/8	1/4	1" BSP	21	24	2,7
FBA4160	FBA6190	1/2	7/8	1/4	1" BSP	24,0	28,0	2,5
FBA4180	FBA6220	1/2	7/8	1/4	1" BSP	26	30	3,6
FBA4210	FBA6250	1/2	7/8	1/4	1" BSP	30,0	35,0	3,4
FBA4240	FBA6280	1/2	7/8	1/4	1" BSP	33	38	4,5
FBA4320	FBA6370	1/2	7/8	1/4	1" BSP	34,0	39,0	4,1
FBA4370	FBA6430	1/2	7/8	1/4	1" BSP	39	44	5,5

Ventiladore / Fans	Modelo	Dimensional produto			Dimensional embalado		
		A	B	C	Altura	Largura	Comprimento
1	FBA4030 x	544	354	-	397	362	702
1	FBA4050 FBA6060	544	354	-	397	362	702
2	FBA4070 FBA6080	847	656	-	397	362	1024
2	FBA4090 FBA6100	847	656	-	397	362	1024
3	FBA4110 FBA6130	1174	983	-	397	362	1354
3	FBA4140 FBA6170	1174	983	-	397	362	1354
4	FBA4160 FBA6190	1500	1310	-	397	362	1682
4	FBA4180 FBA6220	1500	1310	-	397	362	1682
5	FBA4210 FBA6250	1829	981	656	397	362	2020
5	FBA4240 FBA6280	1829	981	656	397	362	2020
6	FBA4320 FBA6370	2157	981	983	397	362	2392
6	FBA4370 FBA6430	2157	981	983	397	362	2392



ANEXO XVIII

Condensador FRIMETAL NCF 83

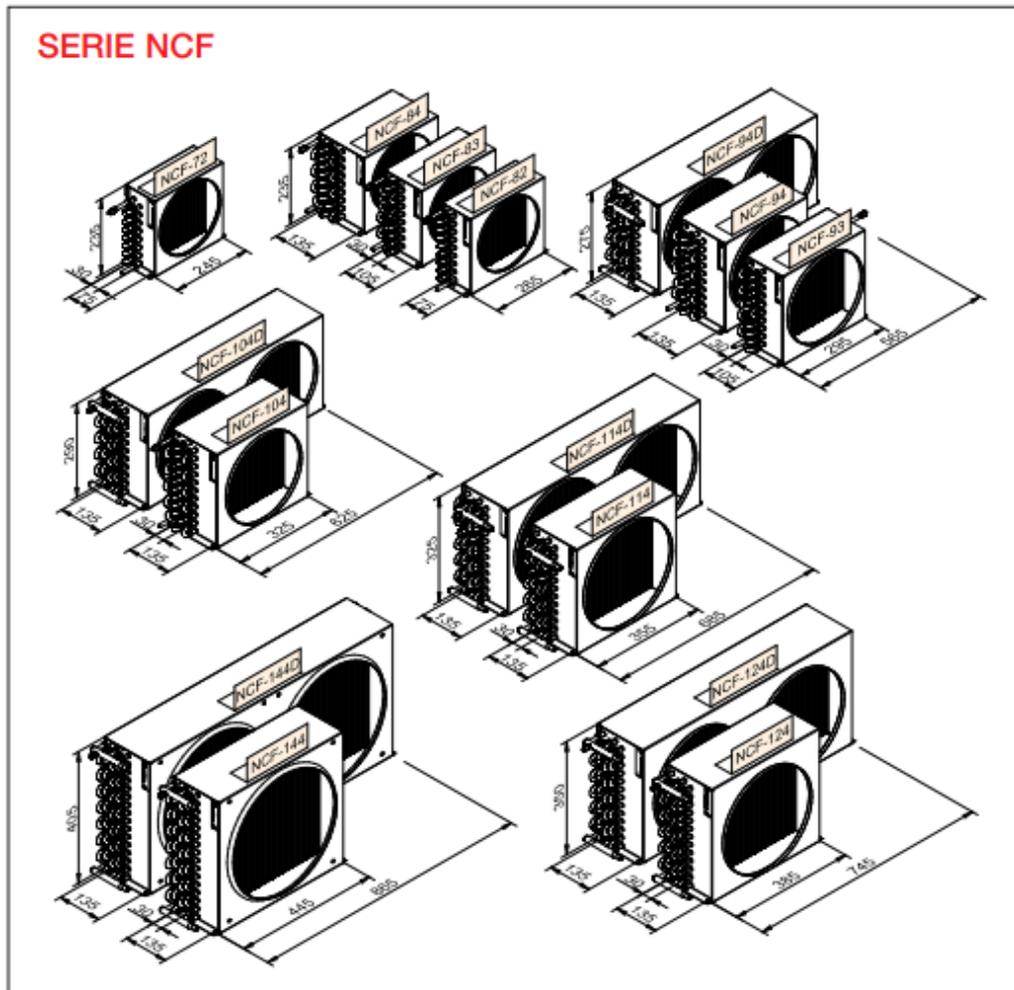
SERIE NCF

R-448A

MODELO MODEL		NCF 72	NCF 82	NCF 83	NCF 84	NCF 93	NCF 94	NCF 104	NCF 114	NCF 124	NCF 144	NCF 94D	NCF 104D	NCF 114D	NCF 124D	NCF 144D
Capacidad nominal Nominal capacity	Δt 15K W	630	770	1040	1150	1660	1850	2120	3550	3900	6650	3700	4240	7100	7800	13300
Nº de tubos / Nr. of tubes	n	8x2	9x2	9x3	9x4	10x3	10x4	11x4	12x4	13x4	16x4	10x4	11x4	12x4	13x4	16x4
Superficie / Surface	m ²	1,7	2,0	3,1	4,1	3,8	5,1	6,2	7,5	8,8	12,7	10,2	12,5	15,0	17,7	25,4
Ventiladores / Fan motors	nxØ	1x200	1x200	1x200	1x200	1x254	1x254	1x254	1x300	1x300	1x350	2x254	2x254	2x300	2x300	2x350
Potencia / Power input	W	29	29	29	29	36	36	36	70	70	140	2x36	2x36	2x70	2x70	2x140
Caudal de aire / Air flow	m ³ /h	300	320	310	290	510	480	530	960	1050	1880	960	1060	1920	2100	3760
Compresor	M-A	1/6	1/5	1/4	1/3	1/3	3/8	1/2	3/4	1	1-1/4	1	1-1/4	2	2-1/2	3
Compresor	(1) B	1/5	1/4	1/3	3/8	3/8	1/2	3/4	1	1-1/4	1-1/2	1-1/4	--	2-1/2	--	--
Peso neto / Net weight	Kg	1,3	1,5	2,0	2,5	2,5	3,2	3,9	4,7	5,4	7,2	6,0	7,3	8,8	10,2	13,5

(1) - **M-A** = Media y alta presión - Medium and high back pressure. **Te_v** = -10° C.
B = Baja presión - Low back pressure. **Te_v** = -25° C.

Øt = Salto térmico - Temperature difference.
Te_v = Temperatura de evaporación - Evaporation temperature.



ANEXO XIX

Compresor Bitzer 2JES-07Y

C.1
96

Capítulo 1

Compresores Semi-Herméticos Serie ECOLINE

Novedad



APLICACIÓN ALTA / MEDIA / BAJA TEMPERATURA

R-449A / R-448A / R-404A

HP	Cilind. m³/h	Potencia frigorífica (kW) a la Temperatura de Evaporación					MODELO	CÓDIGO	Precio EUROS
		0°C	-5°C	-10°C	-25°C	-30°C			
1/2	4,06	2.640	2.100	1.650	670	450	2KES-05Y	103.100.0001	1.477,00
3/4	5,21	3.510	2.820	2.230	950	660	2JES-07Y	103.100.0002	1.494,00
1	6,51	4.460	3.600	2.860	1.250	890	2HES-2Y	103.100.0003	1.540,00
1,5	7,58	5.250	4.240	3.380	1.500	1.070	2GES-2Y	103.100.0025	1.540,00
2	9,54	6.630	5.360	4.270	1.910	1.360	2FES-3Y	103.100.0004	1.683,00
3	11,4	8.290	6.720	5.380	2.450	1.770	2EES-3Y	103.100.0005	2.441,00
3	13,4	9.900	8.040	6.450	2.980	2.180	2DES-3Y	103.100.0006	2.452,00
4	16,2	12.180	9.920	7.980	3.770	2.810	2CES-4Y	103.100.0007	2.548,00
5	18,1	13.420	10.900	8.740	4.090	3.030	4FES-5Y	103.100.0008	2.940,00
6	22,7	16.840	13.660	10.950	5.100	3.760	4EES-6Y	103.100.0009	3.124,00
7	26,8	19.820	16.070	12.870	5.960	4.390	4DES-7Y	103.100.0010	3.604,00
9	32,5	24.400	19.830	15.940	7.500	5.630	4CES-9Y	103.100.0011	3.912,00
9	36,13						4BES-9Y	103.100.0224	4.196,00
10	34,7	25.500	20.500	16.320	7.290	5.250	4VES-10Y	103.100.0012	4.938,00
12	41,3	30.800	24.900	19.890	9.110	6.670	4TES-23Y	103.100.0013	5.086,00
15	48,5	35.200	28.300	22.400	9.870	7.060	4PES-15Y	103.100.0014	5.514,00
20	56,2	42.100	34.000	27.100	12.480	9.180	4NES-20Y	103.100.0015	6.318,00
22	63,5	47.000	28.200	30.600	14.040	10.180	4JE-22Y	103.100.0016	8.079,00
25	73,7	55.200	45.000	36.300	17.200	12.720	4HE-25Y	103.100.0017	8.114,00
30	84,6	63.200	51.700	41.800	20.000	14.950	4GE-30Y	103.100.0018	9.009,00
35	102	75.500	62.100	50.600	24.900	18.760	4FE-35Y	103.100.0019	8.926,00
33	95,3	69.700	56.500	45.300	20.700	14.970	6JE-33Y	103.100.0020	10.916,00
35	111	81.000	66.200	53.400	25.300	18.730	6HE-35Y	103.100.0021	11.226,00
30	127	91.900	75.400	61.100	29.500	22.000	6GE-40Y	103.100.0022	11.988,00
50	152	111.900	91.900	74.700	36.200	27.000	6FE-50Y	103.100.0023	13.976,00
60	185	-	-	-	-	-	8GE-60Y	103.100.0173	16.494,00
70	221	-	-	-	-	-	8FE-70Y	103.100.0163	18.536,00

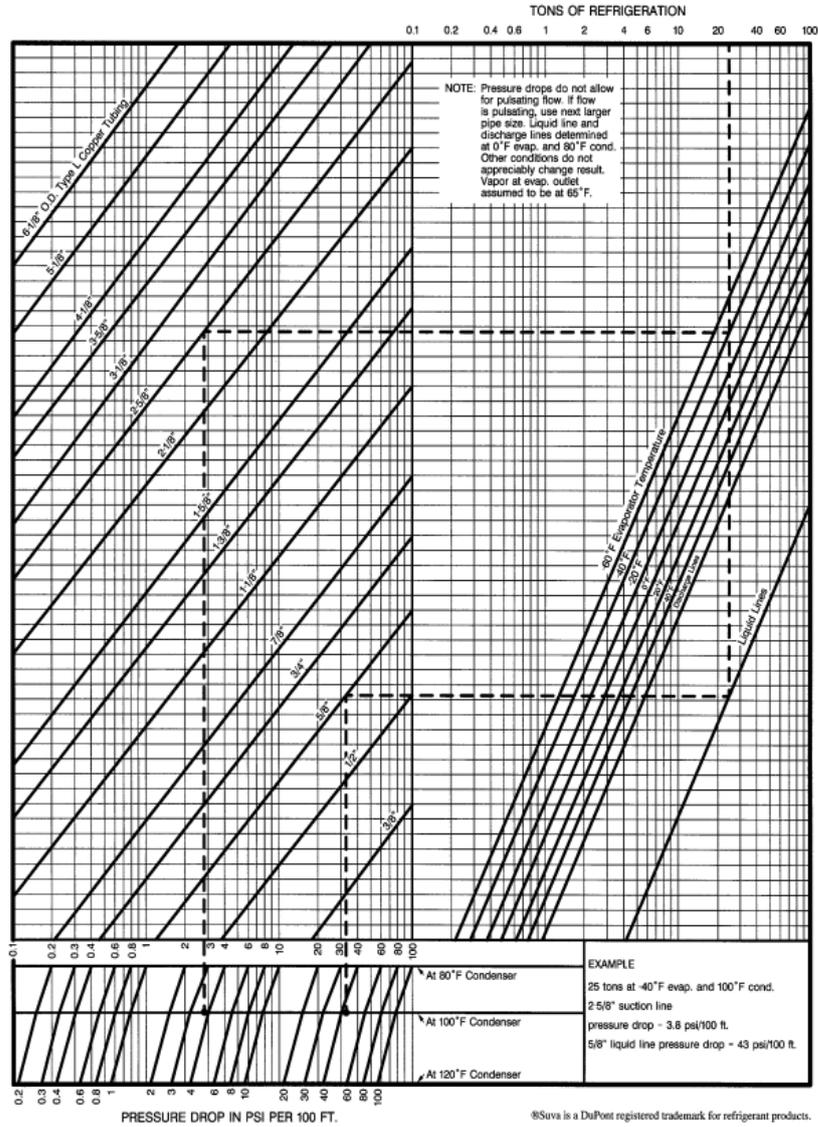
Rendimientos calculados con refrigerante R449A
Rendimientos aproximados para R448A y R404A

APLICACIÓN MEDIA / BAJA TEMPERATURA



ANEXO XX

Diagrama de caídas de presión de las líneas de operación del sistema para el R448A.



Características del flujo en válvulas y conexiones

A-24. TABLA DEL FACTOR "K" (página 4 de 4)
Coefficientes de resistencia (K) válidos para válvulas y accesorios

VÁLVULAS DE MACHO Y LLAVES

Paso directo tres entradas

Si: $\beta = 1$, $K_s = 18 f_T$ Si: $\beta = 1$, $K_s = 30 f_T$ Si: $\beta = 1$, $K_s = 90 f_T$

Si: $\beta < 1$ $K_s = \text{Formula 6}$

CODOS ESTÁNDAR

90° 45°

$K = 30 f_T$ $K = 16 f_T$

CURVAS EN ESCUADRA O FALSA ESCUADRA

α	K
0°	2 f_T
15°	4 f_T
30°	8 f_T
45°	15 f_T
60°	25 f_T
75°	40 f_T
90°	60 f_T

CONEXIONES ESTÁNDAR EN "T"

Flujo directo $K = 20 f_T$
 Flujo desviado a 90° . . . $K = 60 f_T$

CURVAS Y CODOS DE 90° CON BRIDAS O CON EXTREMOS PARA SOLDAR A TOPE

r/d	K	r/d	K
1	20 f_T	8	24 f_T
1.5	14 f_T	10	30 f_T
2	12 f_T	12	34 f_T
3	12 f_T	14	38 f_T
4	14 f_T	16	42 f_T
6	17 f_T	20	50 f_T

El coeficiente de resistencia K_B , para curvas que no sean de 90° puede determinarse con la fórmula:

$$K_B = (n - 1) \left(0.25 \pi f_T \frac{r}{d} + 0.5 K \right) + K$$

n = número de curvas de 90°

K = coeficiente de resistencia para una curva de 90° (según tabla)

ENTRADAS DE TUBERÍA

Con resalte hacia el interior A tope

r/d	K
0.00*	0.5
0.02	0.28
0.04	0.24
0.06	0.15
0.10	0.09
0.15 y más	0.04

*de cantos vivos Véanse los valores de K en la tabla

$K = 0.78$

CURVAS DE 180° DE RADIO CORTO

$K = 50 f_T$

SALIDAS DE TUBERÍA

Con resalte De cantos vivos Redondeada

$K = 1.0$ $K = 1.0$ $K = 1.0$

ANEXO XX

Elementos mecánicos de control

Válvula de expansión térmica Danfoss

Coolselector2



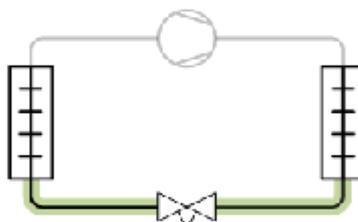
Válvula de expansión termostática: Válvula de expansión termostática 1

Condiciones de funcionamiento

Refrigerante:	R448A	Capacidad de refrigeración:	6,410 kW
Caudal másico en la línea:	145,8 kg/h	Capacidad de calefacción:	8,138 kW
Temperatura de evaporación, punto d	-1,6 °C	Temperatura de condensación, punto de	36,1 °C
Presión de evaporación:	4,883 bar	Presión de condensación:	17,10 bar
Temperatura media de evaporación:	-4,0 °C	Subenfriamiento:	5,0 K
Recalentamiento útil:	5,0 K	Subenfriamiento adicional:	0 K
Recalentamiento adicional:	0 K		
Temperatura de descarga:	67,0 °C		

Sistema y línea: Sistema de expansión seca. Línea de líquido

Criterios de selección: Carga: 100 %. Caída de presión en el distribuidor: 0 bar

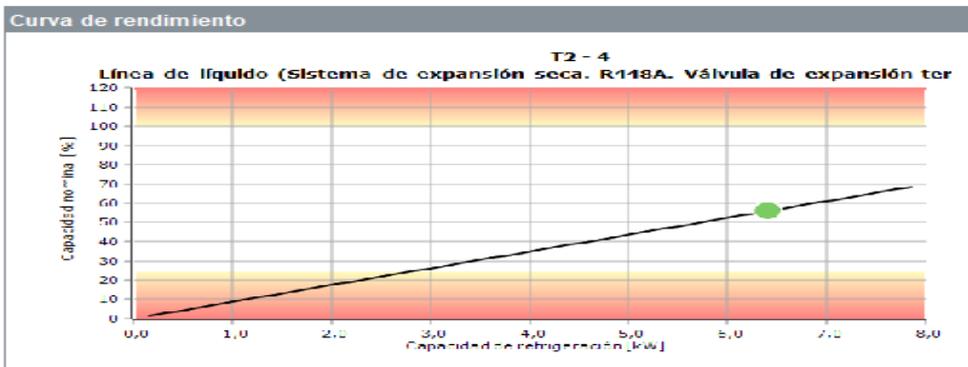


Selección: T2 - 4



Tipo	T2 - 2	T2 - 3	T2 - 4	T2 - 5	T2 - 6
NS	10	10	10	10	10
Rango	N	N	N	N	N
Capacidad nominal [kW]	4,481	7,805	11,46	14,94	18,15
Capacidad mínima [kW]	1,120	1,901	2,866	3,736	4,536
Carga [%]	143	84	56	43	35
DP [bar]	12,22	12,22	12,22	12,22	12,22
Velocidad, entrada [m/s]	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75

Códigos seleccionados para T2 - 4	
T2. Válvula de expansión termostática:	068Z3727
Orificio. Orificio para válvula de expansión:	068-2094



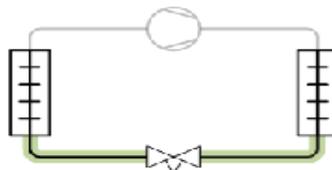
Válvula solenoide AKVH10-6

Coolselector2



Válvula solenoide: Válvula solenoide 1

Condiciones de funcionamiento			
Refrigerante:	R448A	Capacidad de refrigeración:	6,410 kW
Caudal máxico en la línea:	145,8 kg/h	Capacidad de calefacción:	8,138 kW
Temperatura de evaporación, punto d	-1,6 °C	Temperatura de condensación, punto de	38,1 °C
Presión de evaporación:	4,883 bar	Presión de condensación:	17,10 bar
Temperatura media de evaporación:	-4,0 °C	Subenfriamiento:	5,0 K
Recalentamiento útil:	5,0 K	Subenfriamiento adicional:	0 K
Recalentamiento adicional:	0 K		
Temperatura de descarga:	67,0 °C		
Sistema y línea:	<i>Sistema de expansión seca. Línea de líquido</i>		
Criterios de selección:	<i>Velocidad: 1,00 m/s</i>		

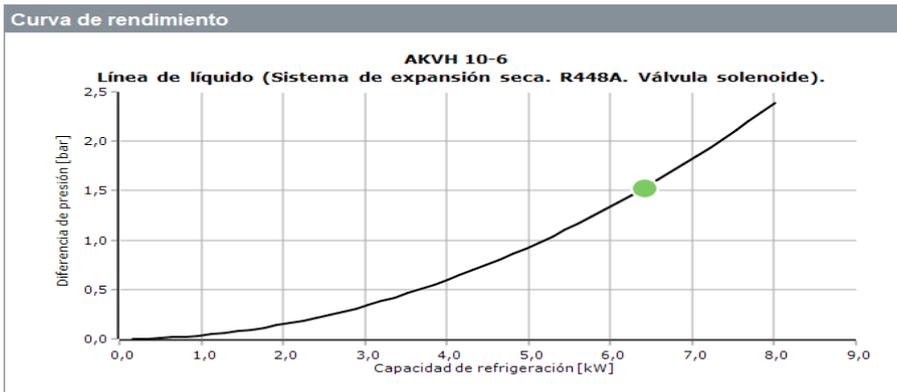


Selección: AKVH 10-6



Tipo	AKVH 10-4	AKVH 10-5	AKVH 10-6
NS	10	10	10
Kv [m³/3/h]	0,046	0,064	0,114
DP [bar]	9,393	4,853	1,529
DT_sat [K]	29,2	13,0	3,8
Velocidad, entrada [m/s]	0,75	0,75	0,75
Estado de la válvula	Abierta	Abierta	Abierta

Actualmente no hay códigos disponibles para AKVH 10-6. Por favor, póngase en contacto



Visor SGP 10s

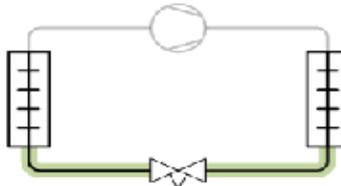
Coolselector2



Visor de líquido: Visor de líquido 1

Condiciones de funcionamiento

Refrigerante:	R448A	Capacidad de refrigeración:	6,410 kW
Caudal másico en la línea:	145,8 kg/h	Capacidad de calefacción:	8,138 kW
Temperatura de evaporación, punto d	-1,6 °C	Temperatura de condensación, punto de	38,1 °C
Presión de evaporación:	4,883 bar	Presión de condensación:	17,10 bar
Temperatura media de evaporación:	-4,0 °C	Subenfriamiento:	5,0 K
Recalentamiento útil:	5,0 K	Subenfriamiento adicional:	0 K
Recalentamiento adicional:	0 K		
Temperatura de descarga:	67,0 °C		
Sistema y línea:	<i>Sistema de expansión seca. Línea de líquido</i>		
Criterios de selección:	<i>Velocidad: 1,00 m/s</i>		

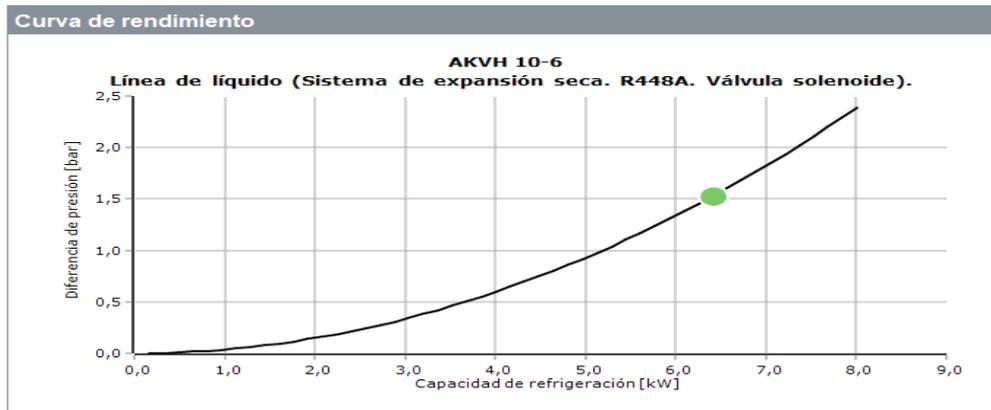


Selección: SGP 10s



Tipo	SGP 8s	SGP 10s	SGP 12s	SGP 16s
NS	8	10	12	15,88
Kv [m³/h]	0,44	1,76	2,7	4,56
DP [bar]	0,103	0,008	0,003	0,001
DT _{usl} [K]	0,2	0,0	0,0	0,0
Velocidad, entrada [m/s]	3,01	0,75	0,48	0,25

Ningún código seleccionado para SGP 10s



Filtro deshidratador DML 032.5

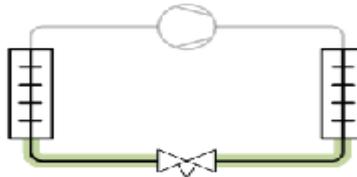
Coolselector2



Filtro deshidratador: Filtro deshidratador 1

Condiciones de funcionamiento

Refrigerante:	R448A	Capacidad de refrigeración:	6,410 kW
Caudal másico en la línea:	145,8 kg/h	Capacidad de calefacción:	8,138 kW
Temperatura de evaporación, punto d	-1,6 °C	Temperatura de condensación, punto de	36,1 °C
Presión de evaporación:	4,883 bar	Presión de condensación:	17,10 bar
Temperatura media de evaporación:	-4,0 °C	Subenfriamiento:	5,0 K
Recalentamiento útil:	5,0 K	Subenfriamiento adicional:	0 K
Recalentamiento adicional:	0 K		
Temperatura de descarga:	67,0 °C		
Sistema y línea:	<i>Sistema de expansión seca. Línea de líquido</i>		
Criterios de selección:	<i>Velocidad: 1,00 m/s</i>		

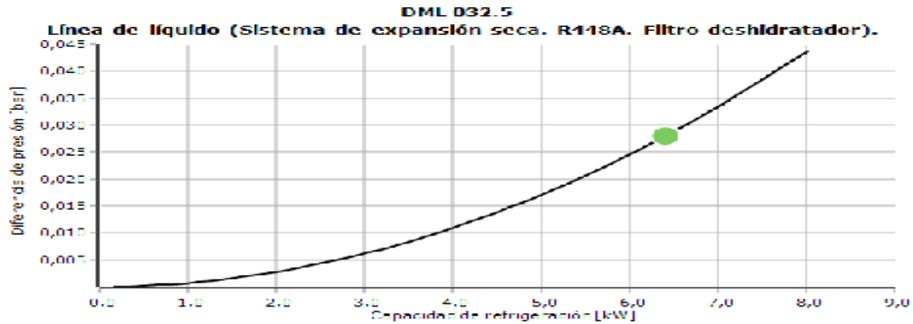


Selección: DML 032.5



Tipo	DML 082/082s	DML 162/162s	DML 032.5	DML 052.5s	DML 082.5s
NS	6	6	8	8	8
Núcleos	1	1	1	1	1
Kv [m³/h]	0,547	0,547	0,842	0,968	0,968
Kv_calc [m³/h]	0,547	0,547	0,842	0,968	0,968
DP [bar]	0,066	0,066	0,026	0,021	0,021
DT_sat [K]	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
Velocidad, entrada [m/s]	2,09	2,09	1,21	1,21	1,21
Capacidad de secado a 24,0 °C [kg]	13,21	25	5,193	8,263	13,21
Capacidad de secado a 52,0 °C [kg]	11,83	25,96	4,651	7,401	11,83
Carga [kg]	0,1221	0,2421	0,05464	0,09106	0,1221

Curva de rendimiento



Separador de aceite



Oil separator, Type OUB

Product specification

Technical data

Table 1: For type OUB

Features	Specifications
Refrigerants	R22, R134a, R290 **, R404A, R407A, R407C, R407F, R407H, R438A, R448A, R449A, R449B, R450A, R452A, R454A *, R454C *, R455A *, R507A, R513A, R600 **, R600a **, R1234ze *, R1270 ** ** - OUB 1 only * - OUB 1s only
Max. working pressure	PS/MWP = 28 bar
Max. test pressure	Pe = 40 bar
Temperature of medium	-40 – 120 °C
Net volume	OUB 1: 0.52 l OUB 4: 2.46 l
Oil reservoir	OUB 1: 0.1 l OUB 4: 0.5 l
Recommended tightening torque of unions	OUB 1: 40 Nm OUB 4: 90 Nm

⁽¹⁾ OUB 1 is evaluated for R454A, R454C, R455A, R1234ze by ignition source assessment in accordance with standard EN ISO80079-36. Flare connections are only approved for A1 and A2L refrigerants.

⁽²⁾ OUB 1s is evaluated for R290, R454A, R454C, R455A, R600, R600a, R1234ze, R1270 by ignition source assessment in accordance with standard EN ISO80079-36. Flare connections are only approved for A1 and A2L refrigerants

For complete list of approved refrigerants, visit www.products.danfoss.com and search for individual code numbers, where refrigerants are listed as part of technical data.

Dimensions and weight

Figure 2: OUB 1/OUB 4 - without connection unions

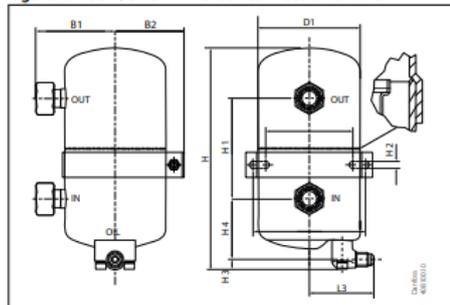


Figure 3: OUB 1/OUB 4 (flare & solder connection)

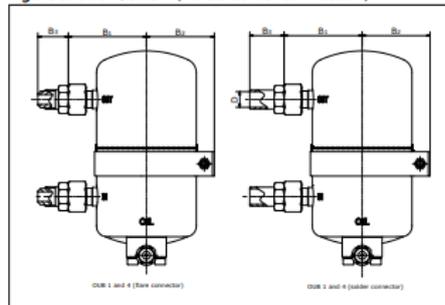


Table 2: Flare connection

Type	Flare connection		H	H ₁	H ₂	H ₃	H ₄	L ₁	L ₂	L ₃	B ₁	B ₂	B ₃	øD ₁	Net weight
	[in]	[mm]													
OUB 1	3/8	10	177	80	5.5	9	49	69	89	50	60	55	30	81	1.2
	1/2	12	177	80	5.5	9	49	69	89	50	60	55	31	81	1.3
	5/8	16	177	80	5.5	9	49	69	89	50	60	55	38	81	1.4
OUB 4	5/8	16	263	126	8.5	9	67	111	143	72	94	85	44	131	4.6
	3/4	16	263	126	8.5	9	67	111	143	72	94	85	49	131	4.7
	1	25	263	126	8.5	9	67	111	143	72	94	85	51	131	4.8

Table 3: Solder connection

Type	Solder connection		H	H ₁	H ₂	H ₃	H ₄	L ₁	L ₂	L ₃	B ₁	B ₂	B ₃	øD ₁	øD	Net weight
	[in]	[mm]														
OUB 1	3/8	10	177	80	5.5	9	49	69	89	50	60	55	29	81	9.6	1.2
	1/2	12	177	80	5.5	9	49	69	89	50	60	55	31	81	12.8	1.2
	5/8	16	177	80	5.5	9	49	69	89	50	60	55	42	81	16.0	1.3
OUB 1s	-	10	177	80	5.5	9	49	69	89	81	65	55	-	81	10.0	1.2
	-	10	177	80	5.5	9	49	69	89	50	65	55	-	81	10.0	1.2



Oil separator, Type OUB

Type	Solder connection		H	H ₁	H ₂	H ₃	H ₄	L ₁	L ₂	L ₃	B ₁	B ₂	B ₃	øD ₁	øD	Net weight
	[in]	[mm]														
OUB 4	5/8	16	263	126	8.5	9	67	111	143	72	94	85	40	131	16.0	4.3
	3/4	18	263	126	8.5	9	67	111	143	72	94	85	45	131	19.1	4.3
	7/8	22	263	126	8.5	9	67	111	143	72	94	85	45	131	22.3	4.3
	1	25	263	126	8.5	9	67	111	143	72	94	85	45	131	25.5	4.3
	1 1/8	28	263	126	8.5	9	67	111	143	72	94	85	47	131	28.7	4.3

ANEXO XX

Llanta o garrucha de sistema de transporte

Serie ZV



Rueda PGR



Goma elástica gris

Más información en página 235

-20° a +70°

bloqueo
direccional

120-400 kg



		Cojinete	Eje
80	34		
100L	34		
100	34		
125	34		
160	45		
200	45		

Código	Kg
2-3751	120
2-3756	150
2-3757	170
2-3766	225
2-3771	300
2-3777	400

Código	Kg
2-3752	120
2-3758	150
2-3759	170
2-3767	225
2-3772	300
2-3778	400

Código	Kg
2-3753	120
2-3760	150
2-3761	170
2-3768	225
2-3773	300
2-3779	400

Código	Kg
-	-
-	-
-	-
-	-
2-3776	300
2-3782	400

100-280 kg

Ampliamos
gama



				Cojinete	Eje
80	10	34			
80	12	34			
100L	10	34			
100L	12	34			
100	12	34			
125	12	34			
160	12	45			
200	12	45			

Código	Kg
2-3754	100
2-4067	100
2-3762	130
2-4101	130
2-3763	150
2-3769	200
2-3774	250
2-3780	280

Código	Kg
2-3755	100
2-4102	130
2-3764	130
2-4103	150
2-3765	150
2-3770	200
2-3775	250
2-3781	280

Código	Kg
2-3746	120
2-3746	120
2-3747	170
2-3747	170
2-3747	170
2-3748	225
2-3749	350
2-3750	400

ANEXO XXIII

Componentes del tablero de control.

Presostato KP7BS de Danfoss.



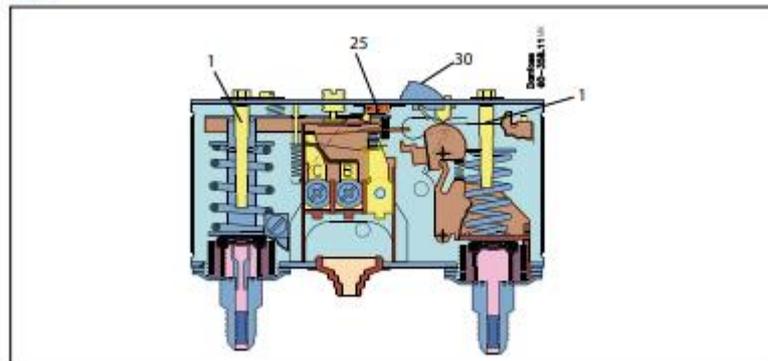
Folleto técnico | Presostato, KP

Presostatos homólogos según la directiva PED 97/23/CE, EN 12263

Para refrigerantes HFC no inflamables y HCFC

Presión	Tipo ¹⁾	Baja presión (LP)		Alta presión (HP)		Rearmado		Sistema de contacto	Código	
		Rango de regulación [bar]	Δp diferencial [bar]	Rango de regulación [bar]	Δp diferencial [bar]	Baja presión LP	Alta Presión HP		Conexión	
									1/4 in 6 mm, roscar	6 mm ODF, soldar
Baja	KP 1	-0,2 – 7,5	0,7 – 4,0	–	–	Auto.	–	SPDT	060-110166 ²⁾	060-111066 ²⁾
Baja	KP 1	-0,9 – 7	0,7	–	–	Man. (mín.)	–	SPDT	060-110366	060-110966
Baja	KP 2	-0,2 – 5	0,4 – 1,5	–	–	Auto.	–	SPDT	060-112066 ²⁾	060-112366 ²⁾
Alta	KP 6W	–	–	8 – 42	4 – 10	–	Auto.	SPDT	060-519066 ²⁾	–
Alta	KP 6B	–	–	8 – 42	4	–	Man. (máx.)	SPDT	060-519166	–
Alta	KP 7W	–	–	8 – 32	4 – 10	–	Auto.	SPDT	060-119066 ²⁾	060-120366 ²⁾
Alta	KP 7B	–	–	8 – 32	4	–	Man. (máx.)	SPDT	060-119166	–
Alta	KP 7S	–	–	8 – 32	4	–	Man. (máx.)	SPDT	060-119266 ²⁾	–
Doble	KP 7BS	–	–	8 – 32	4	–	Man. (máx.) Man. (máx.)	SPST	060-120066	–
Doble	KP 17W	-0,2 – 7,5	0,7 – 4	8 – 32	4	Auto.	Auto.	Señal SPDT+LP y HP	060-127566 ²⁾	060-127666 ²⁾
Doble	KP 17W	-0,2 – 7,5	0,7 – 4	8 – 32	4	Auto.	Auto.	Señal SPDT+LP	060-126766 ²⁾	–
Doble	KP 17B	-0,2 – 7,5	0,7 – 4	8 – 32	4	Auto.	Man. (máx.)	SPDT	060-126866	060-127466
Doble	KP 17WB	-0,2 – 7,5	0,7 – 4	8 – 32	4	Auto.	Conv. ⁶⁾	Señal SPDT+LP y HP	060-539766 ²⁾⁽¹⁾	–

KP 7BS



Panel de control MMILDS

Control panel, type MMILDS

Product specification

General features

Table 1: General features

Features	Description
Power supply	From the MCX through the RJ12 telephone connector Maximum power consumption: 1.5 W
Analog input	AI1: 0 / 20 mA, 4 / 20 mA, 0 / 5 V, 0 / 1 V AI2: NTC, default 10 kΩ a 25 °C
Operating conditions	CE: -20T60, 90% RH non-condensing
Storage conditions	-30T80, 90% RH non-condensing
Integration	In Class I and / or II appliances
Index of protection	IP65
Period of electric stress across insulating parts	Long
Resistance to heat and fire	Category D
Immunity against voltage surges	Category I
Software class and structure	Class A
Construction	To be incorporated

Configuration

Figure 1: Key reference

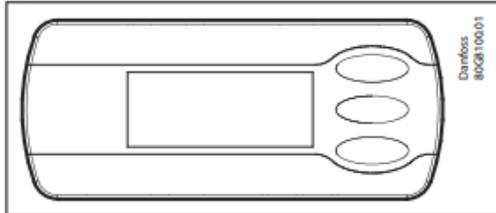


Table 2: Configuration

Function	Keys
Enter Program Mode	1+3 for 2s
Exit Program Mode	1+3
Scroll list of parameters	1 (scroll UP) and 3 (scroll DOWN)
Edit value	2
Esc and NOT Save	2
Esc and Save	2 pressed for 3 seconds

Table 3: Type of codes

Code	Description	Values	Default
NID	CAN node ID	1-127; 255=not configured	255
BAU	CAN baudrate (kBd)	0, 20, 50, 125, 250, 1000; 0=auto baud	50
CON	CAN address of the MCX connected	1-127; 255=auto detect	255
TYP	Type of AI1 analog input	2=0 / 5 V, 3=4 / 20 mA, 7=0 / 1 V, 9=0 / 20 mA	2
SEL	Analog input to be displayed	0=no, 1=AI1, 2=AI2	2

Selectores de amperímetros y voltímetros

CURRENT AND VOLTAGE SELECTOR SWITCHES



These rotary switches mainly applies to 440 V AC and below, AC 50Hz or 240 V DC circuits.
Standards IEC 60947-3 and IEC 60947-5-1.

Working conditions:

Room temperature: -25 to +40°C

Humidity: 50% with 40°C, higher humidity is allowed with lower temperature.

Technical features:

Rated working voltage: 440 V

Rated working current: 20 A

Mechanical life:

Without load: $0,1 \times 10^6$ times, operation frequency 120 times/h.

With load: $0,03 \times 10^6$ times, operation frequency 120 times/h.

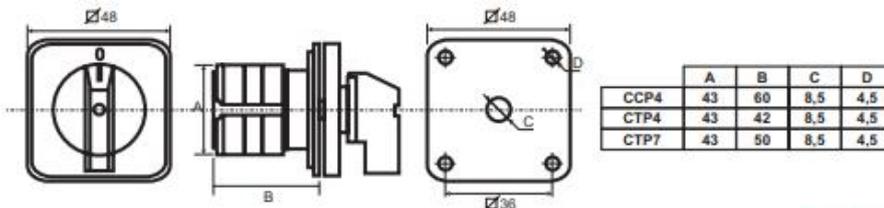
CURRENT SELECTOR SWITCH

Model: CCP4
3 current transformers, 1 pole

VOLTAGE SELECTOR SWITCH

Model: CTP4
3 phase to phase and zero

Model: CTP7
3 phase to phase, 3 phases to neutral and zero



S.A DE CONSTRUCCIONES INDUSTRIALES
Aragoneses St. 15 - 28108 Alcobendas Madrid Spain
Phone +34 - 91- 519.02.45 Fax: +34 -91-416.96.46
<http://www.sacinet.com>
e-mail: saci@saci.es



Contactor tripolar tramontina TCR1-2510Z

I CONTACTORES - TRC1

TRAMONTINA



Corriente Nominal [In]	A	9, 12, 18, 25, 32, 40, 50, 65, 80, 95
Tensión Nominal de Uso [Eu]	Vca	690
Frecuencia Nominal	Hz	50/60
Tensión de la Bobina	V	24, 110, 220, 380 Vac o 24 Vcc (z)
Categoría de Uso		AC-1, AC-3 y AC-4
Categoría de Montaje		III
Nivel de Contaminación		3
Altitud	m	≤ 2000
Montaje		En Carril EN/DIN 60715 (35 mm)
Norma		IEC/EN 60947-4-1
Temperatura Ambiente	°C	- 5 ... + 40

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

MODELO		TRC1-09	TRC1-12	TRC1-18	TRC1-25	TRC1-32	
Corriente Nominal en AC-1 [A]		20	20	32	40	50	
Corriente nominal de operación [A]	380-400 V	AC-3	9	12	18	25	32
		AC-4	3,5	5	7,7	8,5	12
	660-690 V	AC-3	6,6	8,9	12	18	21
		AC-4	1,5	2	3,8	4,4	7,5
Potencia máxima del motor aplicado	220-230 V	2,2 / 3	3 / 4	4 / 5,5	5,5 / 7,5	7,5 / 10	
	380-400 V	kW / CV	4 / 5,5	5,5 / 7,5	7,5 / 10	11 / 15	15 / 20
	660-690 V		5,5 / 7,5	7,5 / 10	10 / 15	15 / 20	18,5 / 25
Frecuencia de operación (accionamientos/hora)	Eléctrica	AC-3	1200			600	
		AC-4	300				
	Mecánica	3600					
Vida útil [x10 ⁴ accionamientos]	Eléctrica	AC-3	1000			800	
		AC-4	200				
	Mecánica	10000					
Bobina Vca	Potencia de la bobina	Cierre [VA]	70			110	
		Cerrada [VA]	9	9,5		14	
		Consumo [W]	1,8...2,7		3...4		
	Tensión de operación	85%...110% Tensión nominal					
Tensión de desconexión (Drop-out)	20%...75% Tensión nominal						
Tensión de la bobina	24, 110, 220, 380 V[50/60Hz]						
Bobina Vcc	Potencia de la bobina [W]	9	11				
	Tensión de operación (Pick-up)	85%...110% Tensión nominal					
	Tensión de desconexión (Drop-out)	10%...75% Tensión nominal					
	Tensión de la bobina	24 V					

Breaker riel DIN 2P40A EA SY9



BREAKER RIEL DIN EASY9 2P



Categoría: Schneider

Código: P0417

Referencia Schneider: EZ9F56240

Numero De Polos: 2P

Corriente Nominal: 40A

Capacidad De Corte: 6KA/230V

Tipo De Red: AC

Línea: INDUSTRIAL

Relé térmico NR2-93

4.2 Principales parámetros técnicos

Modelo		NR2-11.5						
Imagen								
Clase de corriente (A)		13						
Función de protección contra fallo de fase		Sí						
Reinicio manual y automático		Sí						
Compensación de temperatura		Sí						
Indicador de disparo		Sí						
Pulsador de prueba y parada		Sí						
Modo de instalación	Enchufable	Sí						
	Independiente	Sí						
Contactos auxiliares	Número de contactos	1NA+1NC						
	Corriente nominal (A) (AC-15 220V)	2.73						
	Corriente nominal (A) (AC-15 380V)	1.58						
	Corriente nominal (A) a (DC-13 220V)	0.2						
		Intervalo de ajuste de corriente						
Corriente nominal (A)		0.1-0.16	0.16-0.25	0.25-0.40	0.40-0.63	0.63-1	1-1.6	1.25-2
Tipo de fusible	aM(A)	0.25	0.5	1	1	2	2	4
	gG(A)	2	2	2	2	4	4	6

Modelo		NR2-93						
Imagen								
Clase de corriente (A)		93						
Función de protección contra fallo de fase		Sí						
Reinicio manual y automático		Sí						
Compensación de temperatura		Sí						
Indicador de disparo		Sí						
Pulsador de prueba y parada		Sí						
Modo de instalación	Enchufable	Sí						
	Independiente	Sí						
Contactos auxiliares	Configuración de los contactos	1NA+1NC						
	Corriente nominal (A) (AC-15 220V)	2.73						
	Corriente nominal (A) (AC-15 380V)	1.58						
	Corriente nominal (A) a (DC-13 220V)	0.2						
		Intervalo de ajuste de corriente						
Corriente nominal de funcionamiento (A)		23-32	30-40	37-50	48-65	55-70	63-80	80-93
Tipo de fusible	aM(A)	40	40	63	63	80	80	100
	gG(A)	63	100	100	100	125	125	160

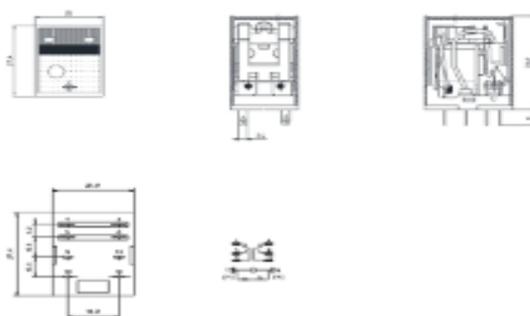
Relé electromagnético HH52P (MY2)

Especificaciones

Modelo		Serie M
Dimensiones (mm)		27,4*21,0*35,4
Formulario de contacto		2C, 3C, 4C
Material de contacto		Alación de plata
Rendimiento de resistencia de la capacidad del contactor		2C: 10 A / 28 V CC, 240 V CA
		3C: 7 A / 28 V CC, 240 V CA
		4C: 5 A / 28 V CC, 240 V CA
Resistencia de contacto (mΩ)		≤50mΩ
Poder de la bobina	AC (VA)	1.2
	DC (W)	0.9
Voltaje de la bobina	CA (V)	6 - 280V
	CC (V)	6 - 220V
Tiempo de funcionamiento		≤20ms
Tiempo de liberación		≤20ms
Voltaje de arranque		CC: ≥75%, CA: ≥80%
Voltaje de caída		CC: ≥10%, CA: ≥30%
Voltaje máximo		1.1
Resistencia dieléctrica		1000VAC / 1min (corriente de fuga 1mA)
Contacto Placas		1000VAC / 1min (corriente de fuga 1mA)
Entre bobina y contactos		1500VAC / 1min (corriente de fuga 1mA)
Resistencia de aislamiento(MΩ)		≥ 500 MΩ (500 V CC)
Vida útil (eléctrica)		≥100,000 veces (1800 operaciones / h)
Vida útil (mecánica)		≥10,000,000 veces (18000 operaciones / h)
Temperatura ambiente (°C)		-25 ~ + 55 °C
Humedad		35% ~ 85% RH
Presión atmosférica		85 ~ 106kPa
Resistencia a los golpes		10G (11 ms)
resistencia de vibración		10 ~ 55 Hz (1.0 mm)
Tipo de terminal		Tipo de inserción
Tipo de protección		Tipo de cierre
Zócalo adecuado		Serie PVF
Peso del Producto		35 ~ 40g

Diagrama De Cableado

MY2 Installation Dimensions And Connecting Diagram



Pulsadores



Pulsador Plastico SIEMENS SIRIUS ACT 22mm

\$10,70 – \$10,80 IVA incluido

- Pulsador Plastico SIEMENS SIRIUS ACT 22mm
- Protección IP69K.
- Incluye cuerpo de fijación posterior y contactos.
- Redondo, Plástico, borne de tornillo.

COLOR

Elige una opción ▼

CONTACTO

Elige una opción ▼

1

Añadir al carrito

SKU: N/D

Categorías: Aparatos de maniobra, FABRICANTE, Pulsadores, Señalización, SIEMENS

Etiquetas: *Plástico, ACT, eléctrico, Equipos, industrial, Material, Producto, Pulsador Plastico SIEMENS SIRIUS ACT 22mm, Pulsadores, siemens, Sirius

Descripción Información adicional

Pulsador Plastico SIEMENS SIRIUS ACT 22mm. Los pulsadores son aparatos de mando con salida de señal vía módulos de contactos.

Pueden ser momentáneos o sostenidos, con ello los contactos adquieren acción momentánea o sostenida respectivamente. Los botones puede cambiarlos el propio usuario por el frente.

Los pulsadores se diferencian en:

- Altura del botón.
- Altura del anillo frontal.
- Material del cuerpo y el anillo frontal.
- Color de los botones.
- Función de conmutación: Variantes con contacto momentáneo/sostenido.

ANEXO XXIV

Estimación de costo de implementación de la cámara de preenfriamiento de rosas de exportación.

Costo de equipos y accesorios

Descripción	Cantidad	Valor unitario USD	Valor tota USD
Costo del cerramiento de la cámara			
Hormigón simple 170 [kg/cm2]	11,484 m3	98,53 m3	1131
Panel tipo sanwich HIANSA de 50 mm y chapa de 0,5 mm	74m2	42 m2	3150
Costo de los componentes del sistema mecánico de preenfriamiento			
Evaporador ELGIN FBA4180 de 5512 [Kcal/h]	1	2,259	2259
Condensador FRIMETAL NFC83 DE CAPASIDAD DE 1040 [W]	1	1000	1000
Compresor Bitzer 2JES-07Y de 3/4 deHP y fujo de 5,21 m3/h	1	1935,08	1935,08
Dispositivo de control mecánico			
Valvula de expansió termica T2-4 068Z3727	1	22,56	22,56
Valvula solenoide AKVH 10-6	1	473,68	473,68
Presostato KP7BS	1	358,98	358,98
Dispositivos anexos			
Filtro deshidratador DML 032.5	1	10,12	10,12
Visor de líquido sgp 10s	1	34,47	34,47
Separador de aceite 040B004 Danfoss	1	561,71	561,71
Tubería de cobre tipo L de 1/4"	1 rollo	34,51	34,51
Tubería de cobre tipo L de 3/8"	1 rollo	61,2	61,2
Tuberíade cobre tipo L de 1 1/8"	1 rollo	35	35
Codo de cobre a 90° de 1/4"	8	1,08	8,64
Codo de cobre a 90° de 3/8"	5	1	5
Codo de cobre a 90° de 1 1/8"	13	2,48	32,24
Refrigerante R448A	1	399	399
Tubería PVC de desagüe	1	12,49	12,49
Dispositivos de control eléctrico			
Dispositivos incluyen: presostato, breaker, relé, contactores, panel, selectores, pulsador	1	390	390
		TOTAL	11914,68

Costo de construcción

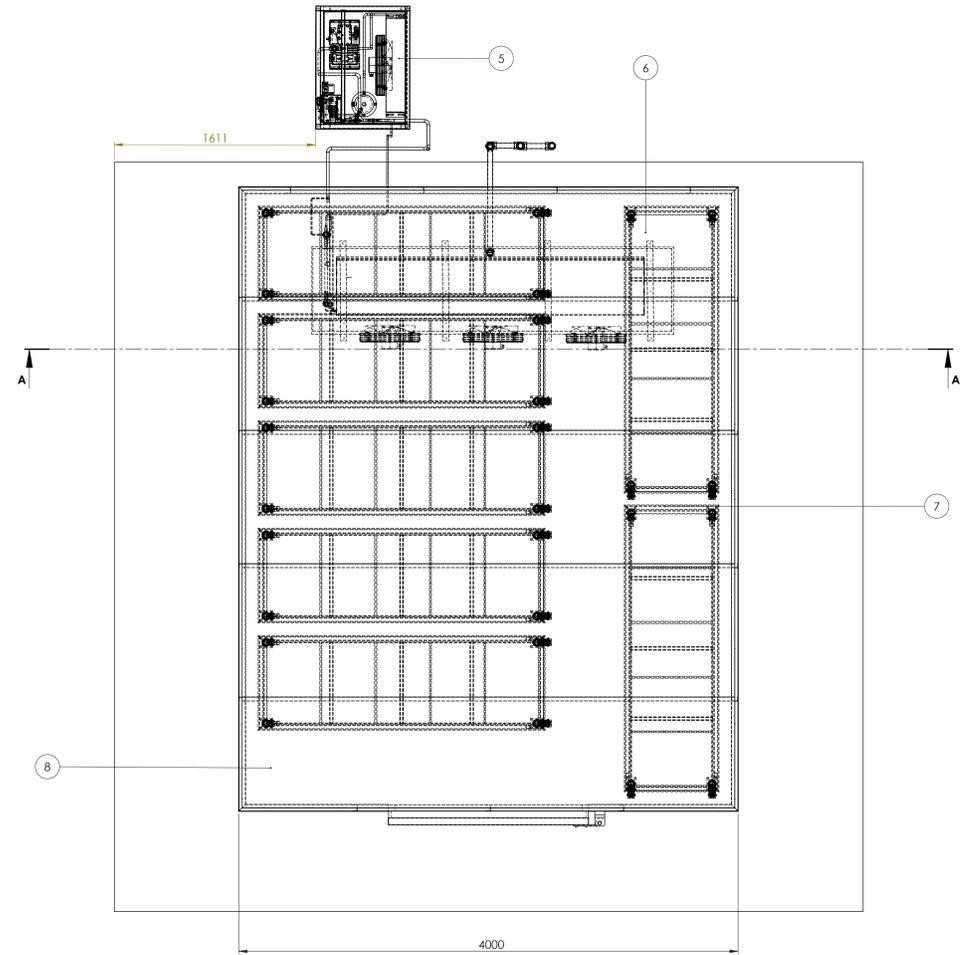
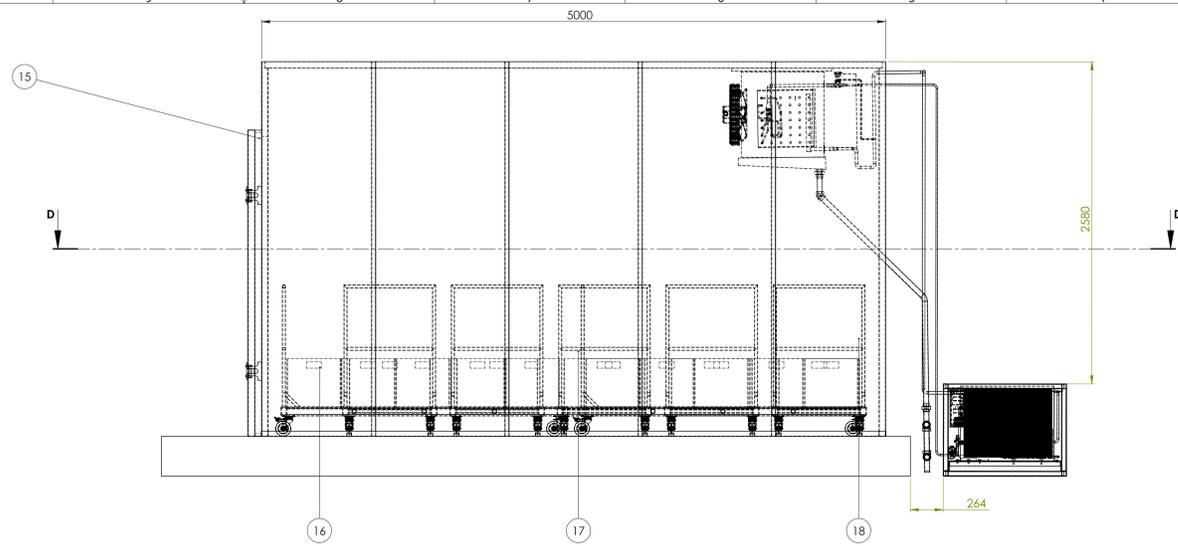
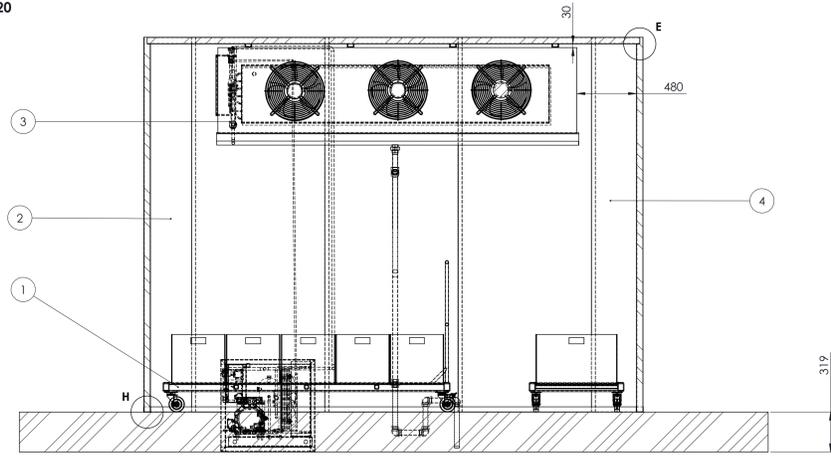
Instalación	Vlor USD
Técnicos Instaladores	450
Imprevitos	250
Otro	200
TOTAL	900

Inversión para implementar el cuarto de preenfriamiento

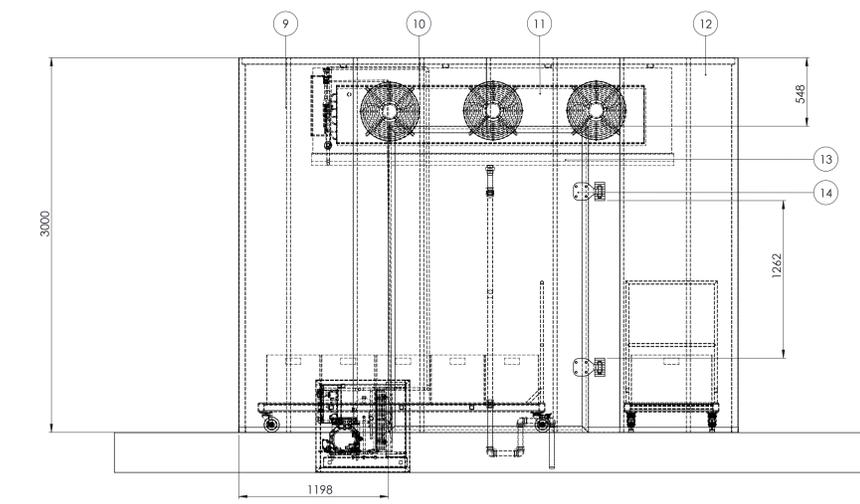
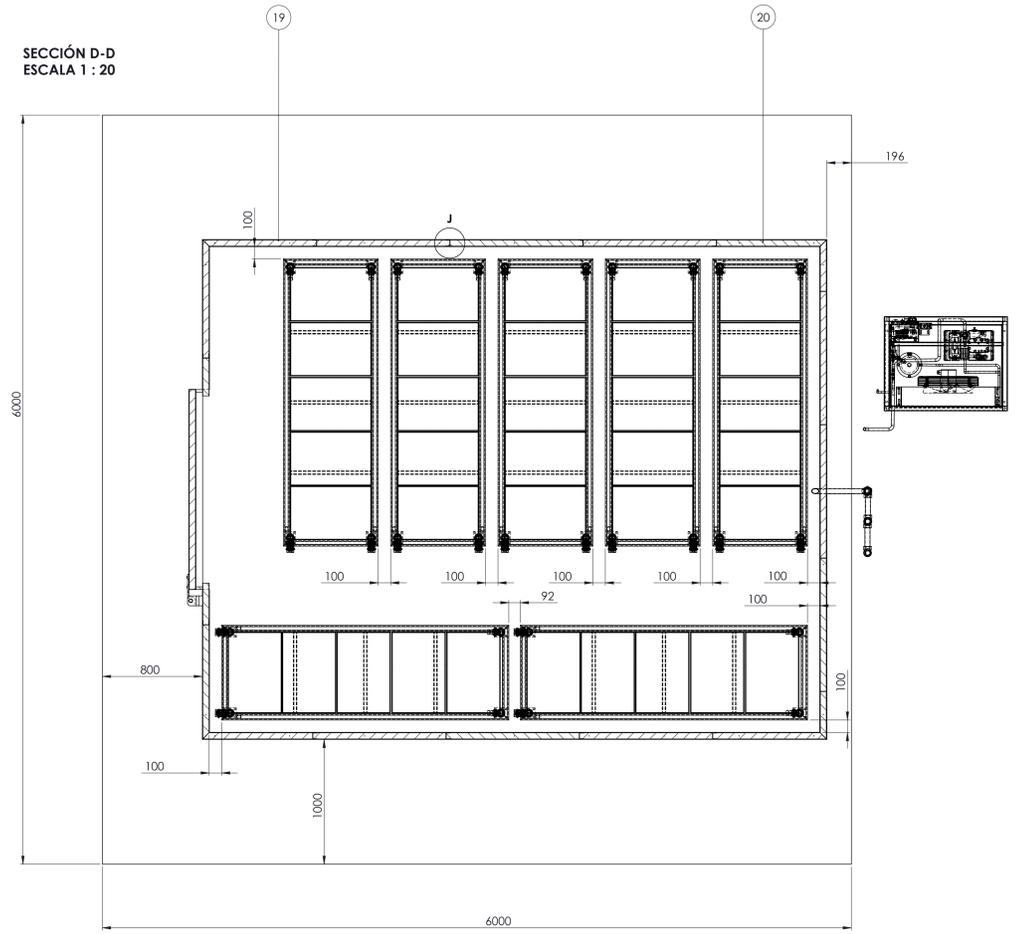
Descripción	Valor USD
Costo tentativo de equipos y accesorios	11914,68
Costo de construcción	900
TOTAL	12814,68

Planos

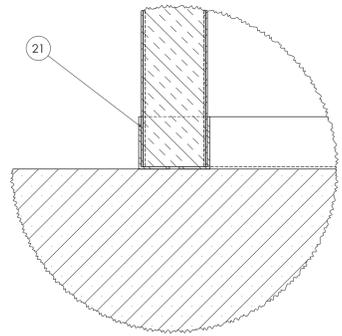
SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 20



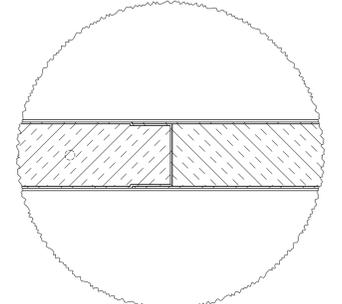
SECCIÓN D-D
ESCALA 1 : 20



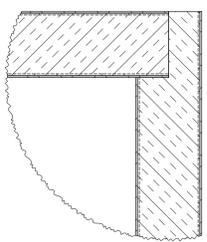
DETALLE H
ESCALA 1 : 2



DETALLE J
ESCALA 1 : 2



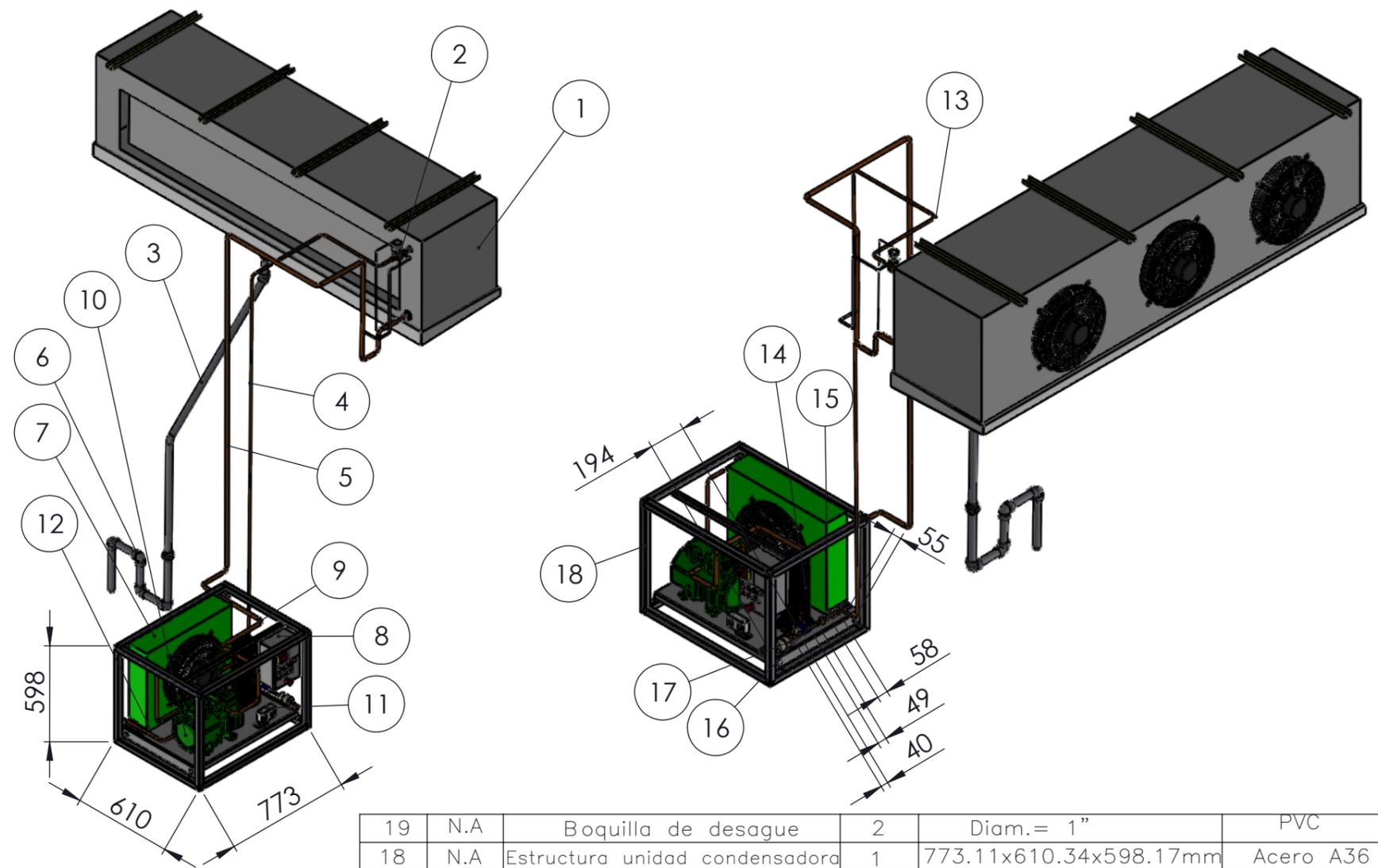
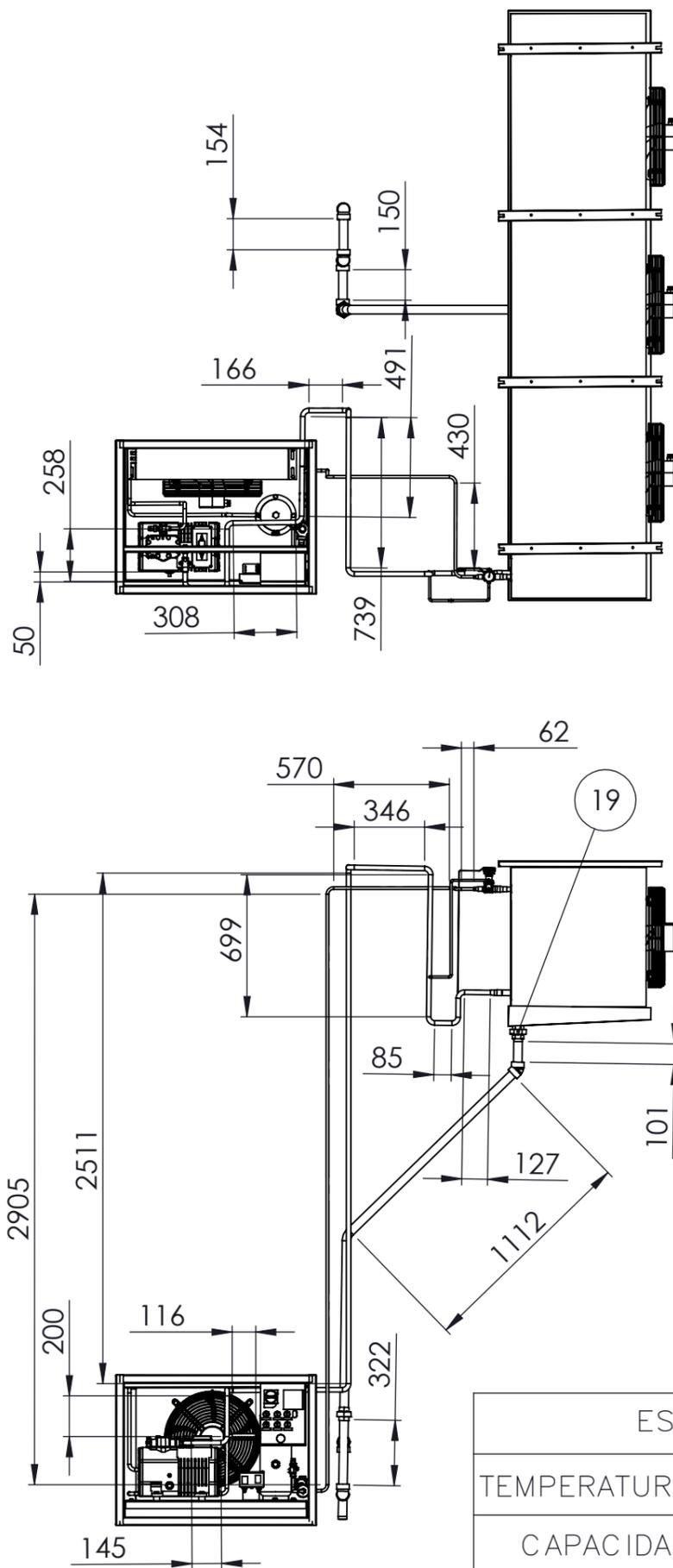
DETALLE E
ESCALA 1 : 2



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
VOLUMEN:	60 m ³
CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO:	9000 TALLOS
PRODUCTO A ALMACENAR:	TALLOS DE ROSAS
TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO:	3 a 5 °C
CAPACIDAD FRIGORÍFICA INSTALADA:	6.41 Kw
GAS REFRIGERANTE DEL SISTEMA:	R448A

NOTAS
 Toda la estructura hecha de panel aislante serán unido por remaches de 1/8 x 1 1/2" y cada union de pared sera cubierta con Sikaflex o silicona industrial.
 La union entre paneles debe tener como minimo 4 remaches.
 El piso de concreto es una obra civil realizada antes de la instalacion de la cámara.
 Los canchales en U deben ser fijados al piso con tacos fierro y tornillos cabeza plana cada 600mm.

POS.	ZONA	DENOMINACIÓN	CANT.	MATERIAL	NOTAS
21	C-9	Canal en U	5	Plástico	50x42x2mm
20	H-5	Panel 2 esquina 1	1	Poliuretano	e= 50mm
19	H-8	Panel 1 esquina 3	1	Poliuretano	e= 50mm
18	L-5	Panel 2 esquina 1	1	Poliuretano	e= 50mm
17	L-7	Panel completo	9	Poliuretano	e= 50mm
16	L-8	Panel 1 esquina 4	1	Poliuretano	e= 50mm
15	L-10	Marco puerta	1	Aluminio	
14	C-11	Chapa puerta	2	Aluminio	
13	C-11	Panel 2 esquina 1	1	Poliuretano	e= 50mm
12	D-11	Panel 2 esquina 4	1	Poliuretano	e= 50mm
11	D-12	Panel puerta 2	1	Poliuretano	e= 50mm
10	D-13	Panel puerta 1	1	Poliuretano	e= 50mm
9	D-13	Panel 2 esquina 3	1	Poliuretano	e= 50mm
8	E-15	Panel techo esquina 2	1	Poliuretano	e= 50mm
7	G-10	Panel techo	3	Poliuretano	e= 50mm
6	I-13	Panel techo esquina 1	1	Poliuretano	e= 50mm
5	I-12	Unidad condensadora	1	Poliuretano	
4	K-10	Panel 1 esquina 2	1	Poliuretano	e= 50mm
3	K-14	Evaporador	1	Poliuretano	
2	K-14	Panel 1 esquina 1	1	Poliuretano	e= 50mm
1	J-14	Sistema de transporte	7	A36	



Nota:
Soldar accesorios,
tuberías y codos
con suelda de
plata 10%.

Tubería de
desagüe igual
colocación.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
TEMPERATURA DE FUNCIONAMIENTO:	3 a 5 °C
CAPACIDAD DEL EVAPORADOR:	6.41 kw
CAPACIDAD DEL CONDENSADOR:	10.4 kw
POTENCIA DEL COMPRESOR:	3/4 Hp

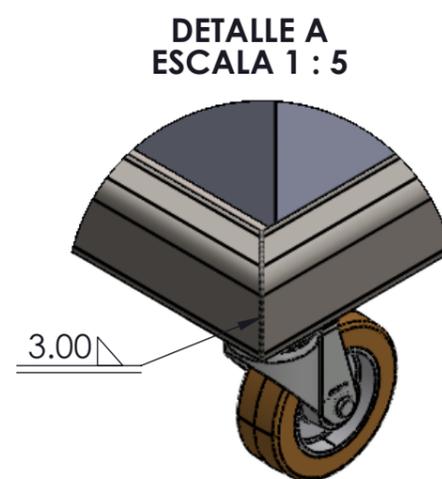
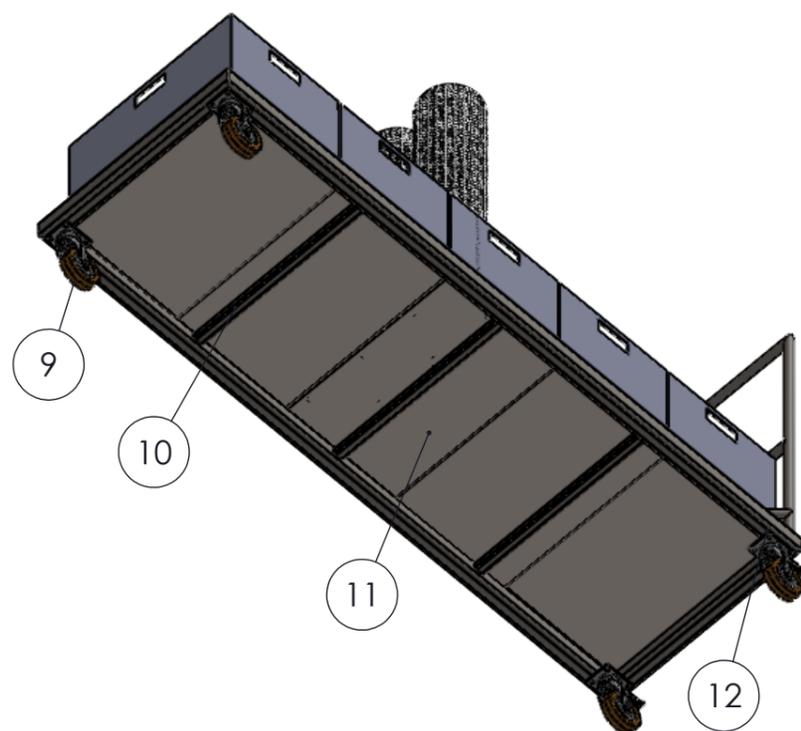
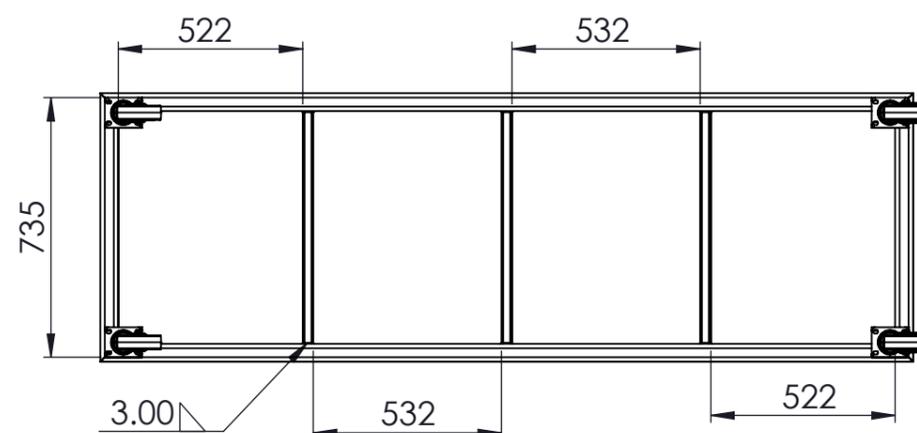
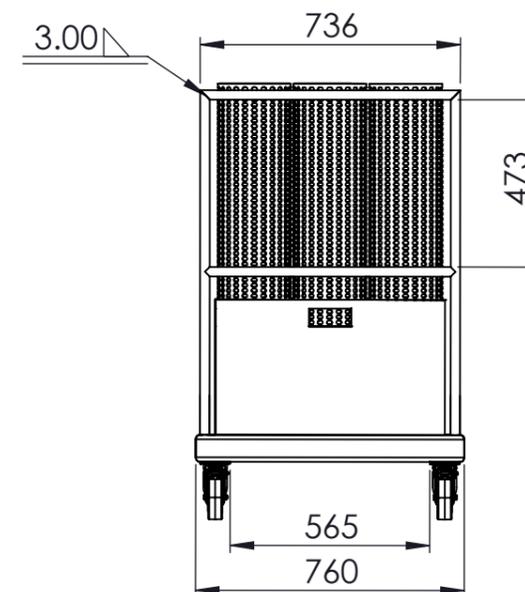
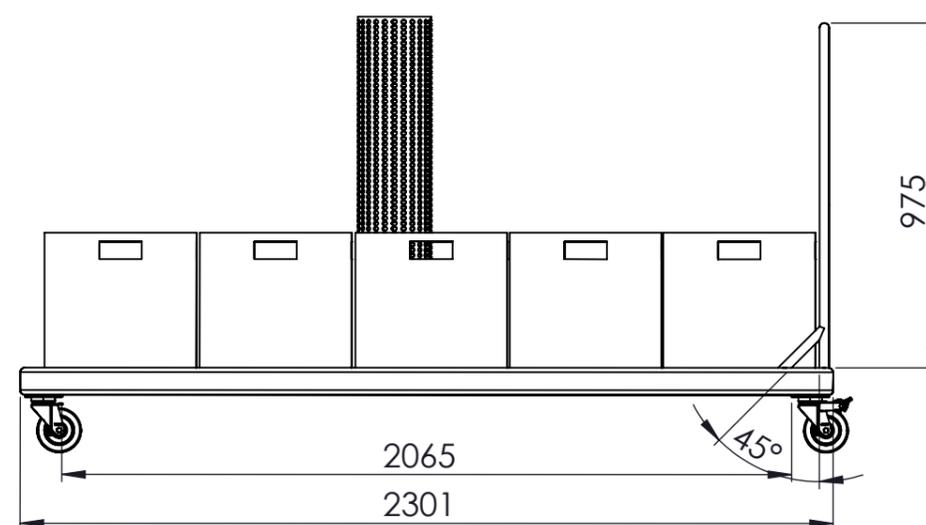
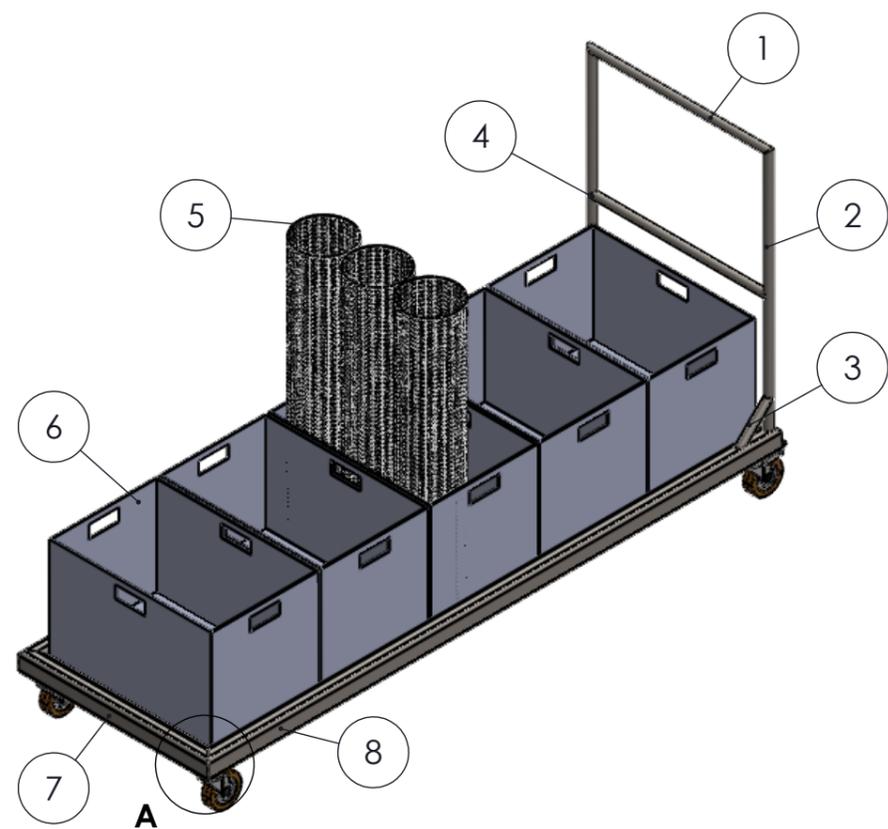
19	N.A	Boquilla de desague	2	Diam.= 1"	PVC
18	N.A	Estructura unidad condensadora	1	773.11x610.34x598.17mm	Acero A36
17	N.A	Filtro secador	1	Danfoss DML 032.5	
16	N.A	Válvula solenoide	1	Danfoss AKH 10-6	
15	N.A	Visor	1	Danfoss SGP 10s	
14	N.A	Separador de aceite	1	Danfoss 040B004	
13	N.A	Codo a 90° tubería de líquido	8	Diam. = 1/4" tipo L	Cobre
12	N.A	Tubería de descarga	1	Diam. = 3/8" tipo L	Cobre
11	N.A	Presostato	1	Danfoss KPS7BS	
10	N.A	Compresor	1	Britzer 2jES-07Y	
9	N.A	Codo 90° de cobre aspiración	13	Diam. = 1 1/8" tipo L	Cobre
8	N.A	Tablero de control	1	300X220X160 mm	Tol t= 1.5mm
7	N.A	Condensador	1	FRIMETAL NCF 83	
6	N.A	Codo de desague 90°	6	Diam.= 1"	PVC
5	N.A	Tubería de aspiración	1	Diam. = 1 1/8" tipo L	Cobre
4	N.A	Tubería de líquido	1	Diam. = 1/4" tipo L	Cobre
3	N.A	Tubería de desague	1	Diam.= 1"	PVC
2	N.A	Válvula de expansión termica	1	Danfoss T2-4 068-2094	
1	N.A.	Evaporador	1	ELGIN-FBA4180	
POS.ZONA	DENOMINACIÓN	CANT.	TAMAÑO ESPECIFICO		MATERIAL

EPN	FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA	TOL.GRAL. ±0.05	Dib.	Jhonatan Yajamín	ESCALA: 1:20
			Dis.	Jhonatan Yajamín	
			Rev.	Dr. Salvatore Reina	

SISTEMA DE PREENFRIAMIENTO

S.17

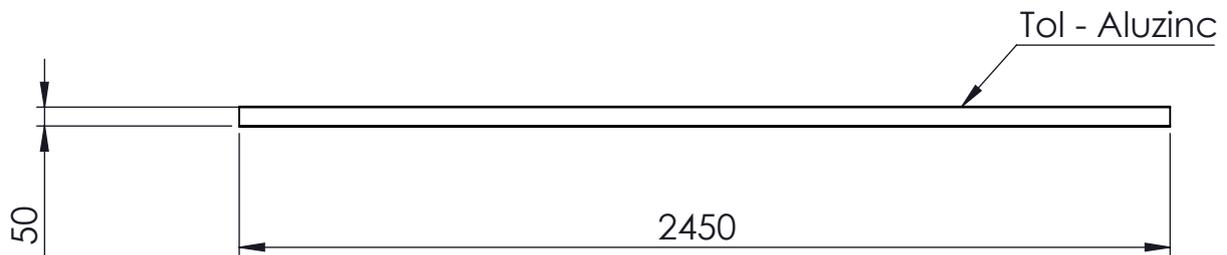
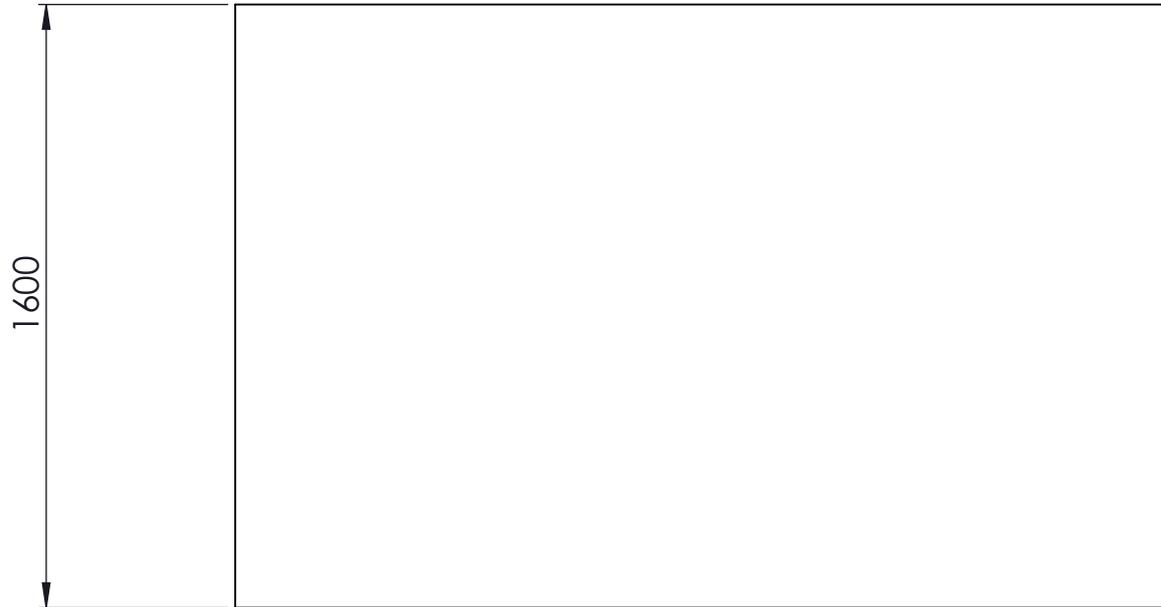
FECHA
28/02/23



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
CAPACIDAD DE CARGA:	30 Kg
PRODUCTO A TRANSPORTAR:	ROSAS
CANTIDAD DE UNIDADES A FABRICAR:	7

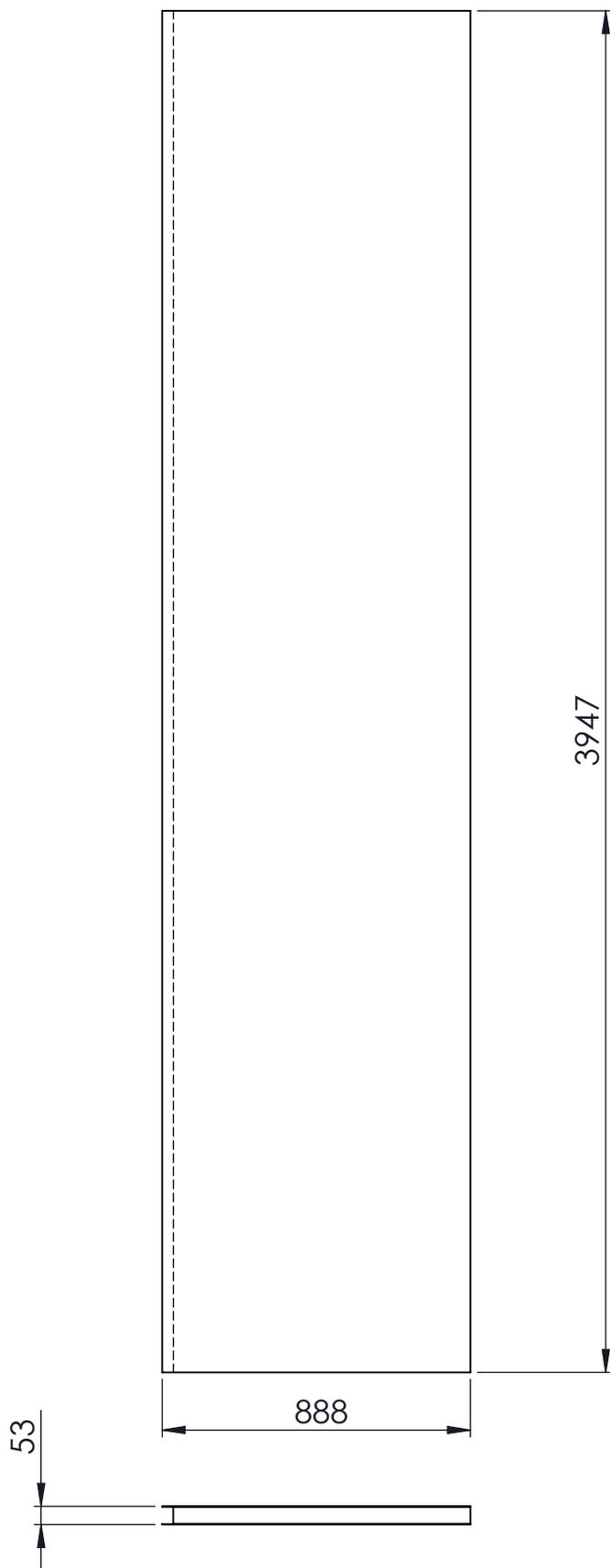
12	N.A.	Placa de garrucha	4	105x85x3 mm	Acero A36
11	N.A.	Plancha de tol	1	2199.20x658.4x2.4 mm	Tol-Galvanizado
10	N.A.	Perfil interno	3	30x30x2.6 mm	Acero A36
9	N.A.	Garrucha	4	Rueda PGR 2-4103	Poliuretano - Nylon
8	N.A.	Perfil externo 2	2	3x2x0.25 pulg	Acero A36
7	N.A.	Perfil externo 1	2	3x2x0.25 pulg	Acero A36
6	N.A.	Tina	35	600x400x400 mm	Polietileno
5	N.A.	Malla	210	1000x1000 mm	Polietileno
4	N.A.	Perfil redondo 4	1	26x3.2 mm	Acero A36
3	N.A.	Perfil redondo 3	2	26x3.2 mm	Acero A36
2	N.A.	Perfil redondo 2	2	26x3.2 mm	Acero A36
1	N.A.	Perfil redondo 1	1	26x3.2 mm	Acero A36
Pos.	Zona	DENOMINACIÓN	CANT.	TAMAÑO ESPECIFICO	MATERIAL

EPN	FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA	TOL.GRAL. ±0.05	Dib.	Jhonatan Yajamín	ESCALA: 1:20
			Dis.	Jhonatan Yajamín	
				Rev.	Dr. Salvatore Reina
SISTEMA DE TRANSPORTE			S.16		FECHA 28/02/23



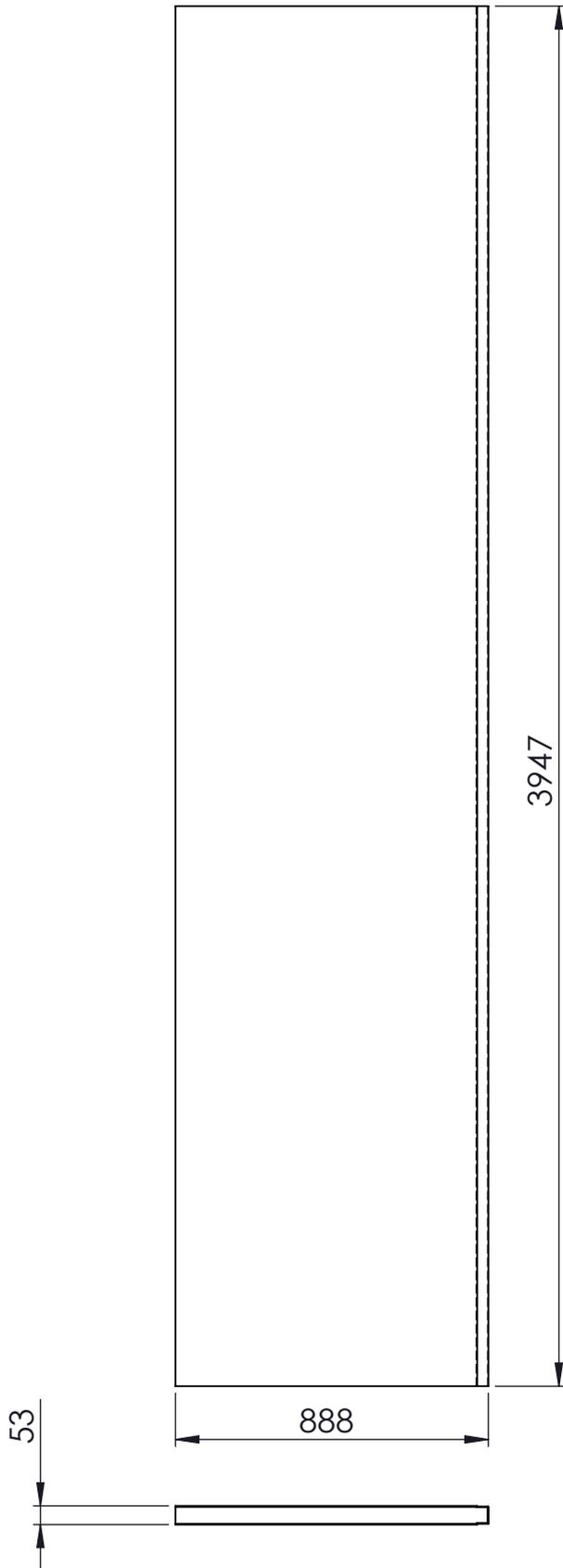
Notas:
- Eliminar aristas vivas.
- Limpiar juntas machimbradas.

Trat. Térmico:	Ninguno	EPN	FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA		
Recubrimiento:	Ninguno		Dib.	Jhonatan Yajamín	
Número de piezas:	1		Dis.	Jhonatan Yajamín	
Material:	Poliuretano expandido	Tol.Gral ± 0.05	Escala:	Rev.	Dr. Salvatore Reina
				1:20	
PANEL PUERTA		S.15		Fecha: 14/02/23	



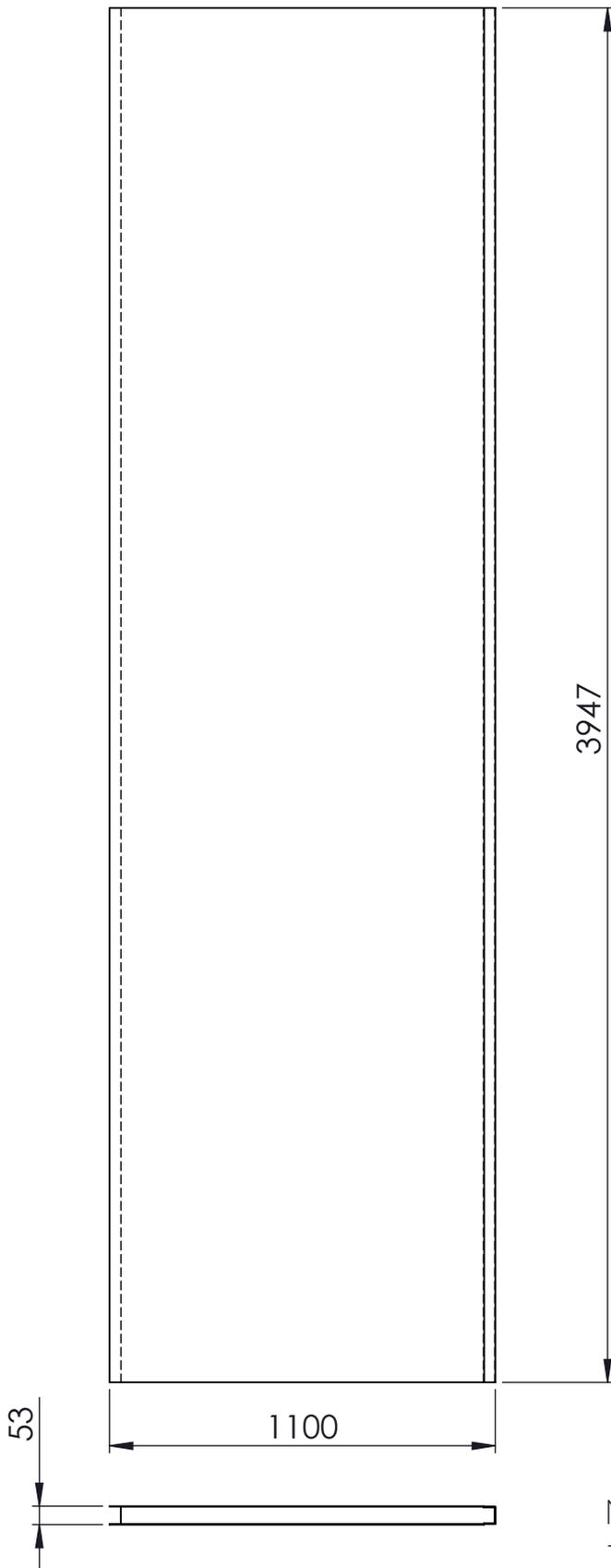
Notas:
- Eliminar aristas vivas.
- Limpiar juntas machimbradas.

Trat. Térmico:	Ninguno	EPN	FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA		
Recubrimiento:	Ninguno		Dib.	Jhonatan Yajamín	
Número de piezas:	1		Dis.	Jhonatan Yajamín	
Material:	Poliuretano expandido	Tol.Gral	Escala:	Rev.	Dr. Salvatore Reina
			± 0.05	1:20	
PANEL TECHO ESQUINA 2		S.14			Fecha: 14/02/23



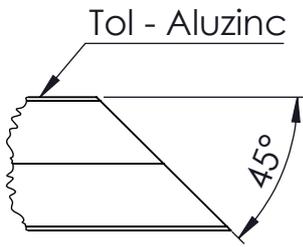
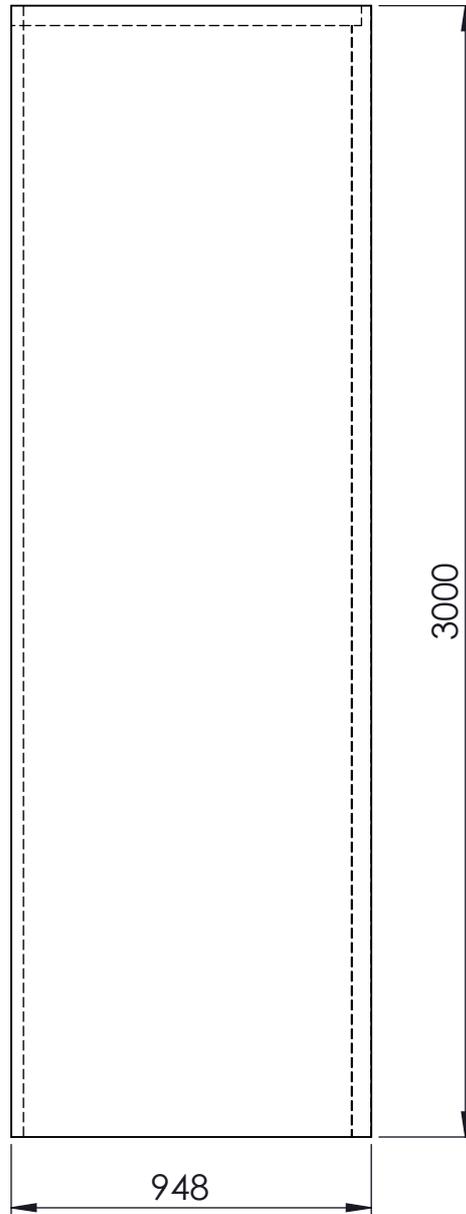
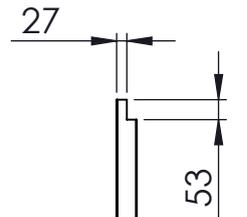
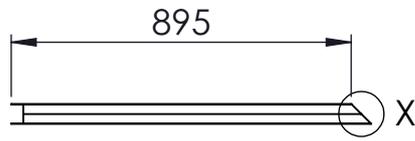
Notas:
- Eliminar aristas vivas.
- Limpiar juntas machimbradas.

Trat. Térmico:	Ninguno	EPN	FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA		
Recubrimiento:	Ninguno		Dib.	Jhonatan Yajamín	
Número de piezas:	1		Dis.	Jhonatan Yajamín	
Material:	Poliuretano expandido	Tol.Gral	Escala:	Rev.	Dr. Salvatore Reina
			± 0.05	1:20	
PANEL TECHO ESQUINA 1		S.13			Fecha: 14/02/23



- Notas:
- Eliminar aristas vivas.
- Limpiar juntas machimbradas.

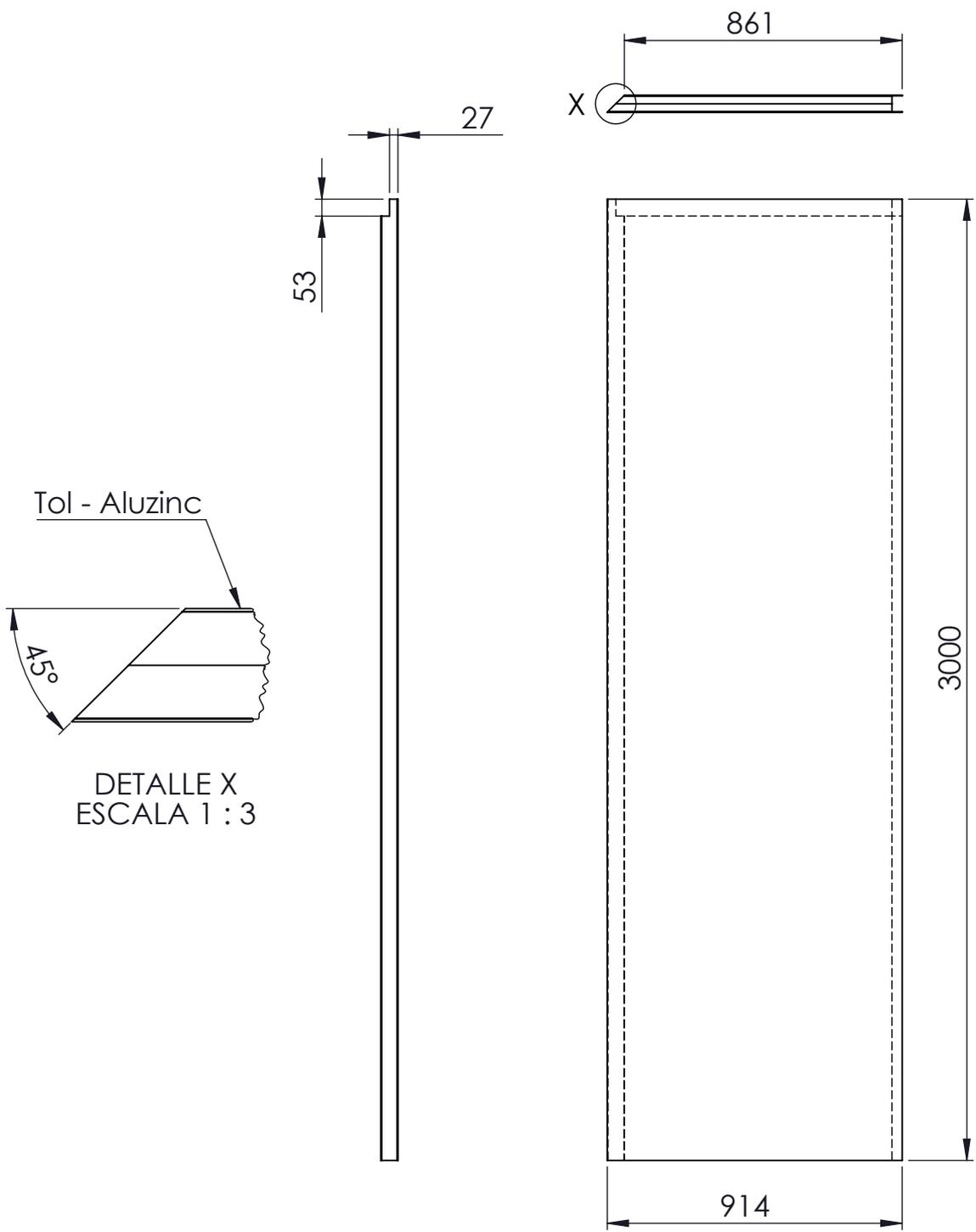
Trat. Térmico:	Ninguno	EPN	FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA		
Recubrimiento:	Ninguno		Dib.	Jhonatan Yajamín	
Número de piezas:	3		Dis.	Jhonatan Yajamín	
Material:	Poliuretano expandido	Tol.Gral	Escala:	Rev.	Dr. Salvatore Reina
			± 0.05	1:20	
PANEL TECHO		S.12			Fecha: 14/02/23



DETALLE X
ESCALA 1 : 3

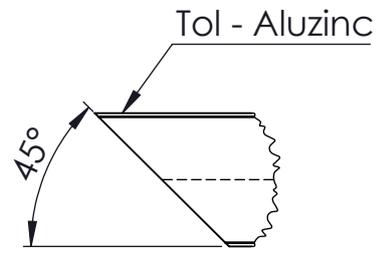
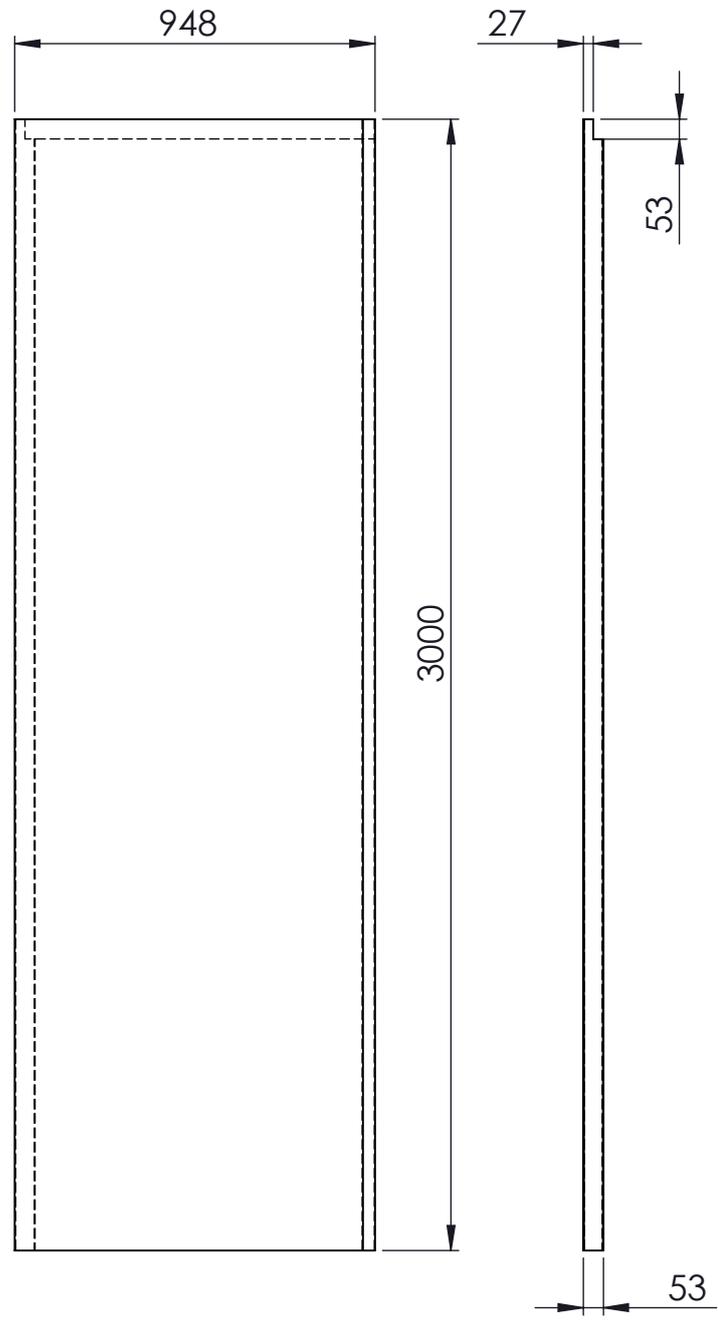
- Notas:
 - Eliminar aristas vivas.
 - Limpiar juntas machimbradas.

Trat. Térmico:	Ninguno	EPN	FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA	
Recubrimiento:	Ninguno		Dib.	Jhonatan Yajamín
Número de piezas:	1		Dis.	Jhonatan Yajamín
Material:	Poliuretano expandido	Tol.Gral ±0.05	Escala:	1:20
			Rev.	Dr. Salvatore Reina
PANEL 2 ESQUINA 4			S.11	Fecha: 14/02/23

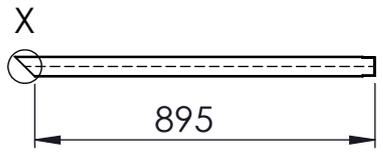


Notas:
 - Eliminar aristas vivas.
 - Limpiar juntas machimbradas.

Trat. Térmico:	Ninguno	EPN	FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA		
Recubrimiento:	Ninguno				
Número de piezas:	1				
Material:	Poliuretano expandido	Tol.Gral ± 0.05	Escala:	Dib.	Jhonatan Yajamín
			1:20	Dis.	Jhonatan Yajamín
				Rev.	Dr. Salvatore Reina
PANEL 1 ESQUINA 4			S.10		Fecha: 14/02/23

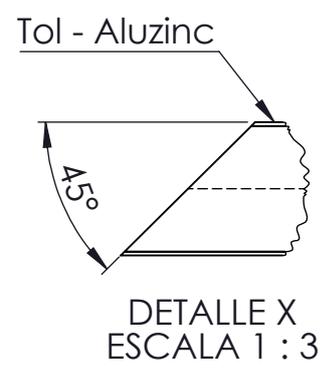
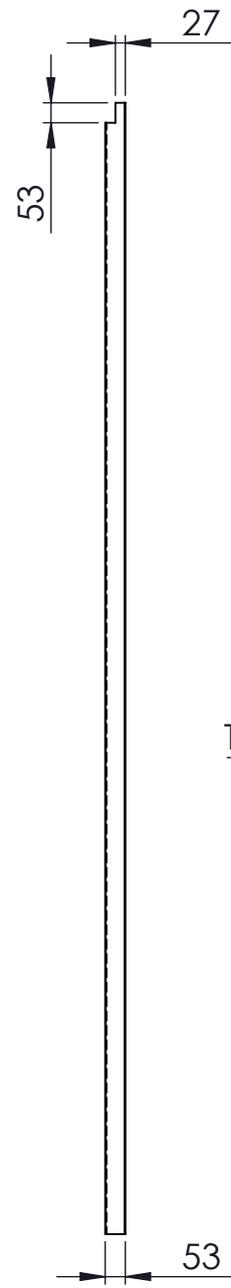
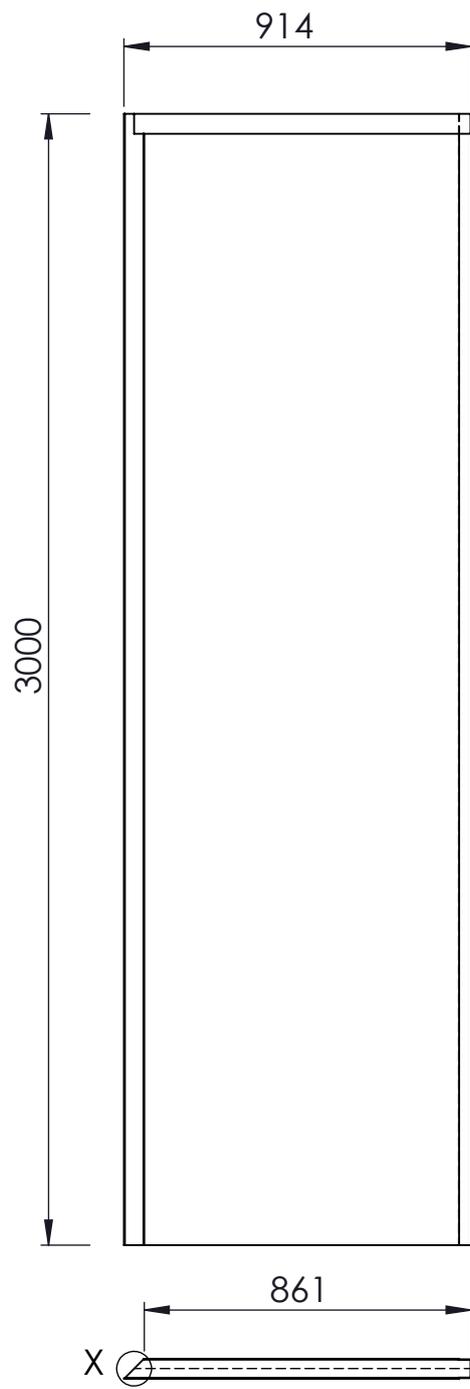


DETALLE X
ESCALA 1 : 3



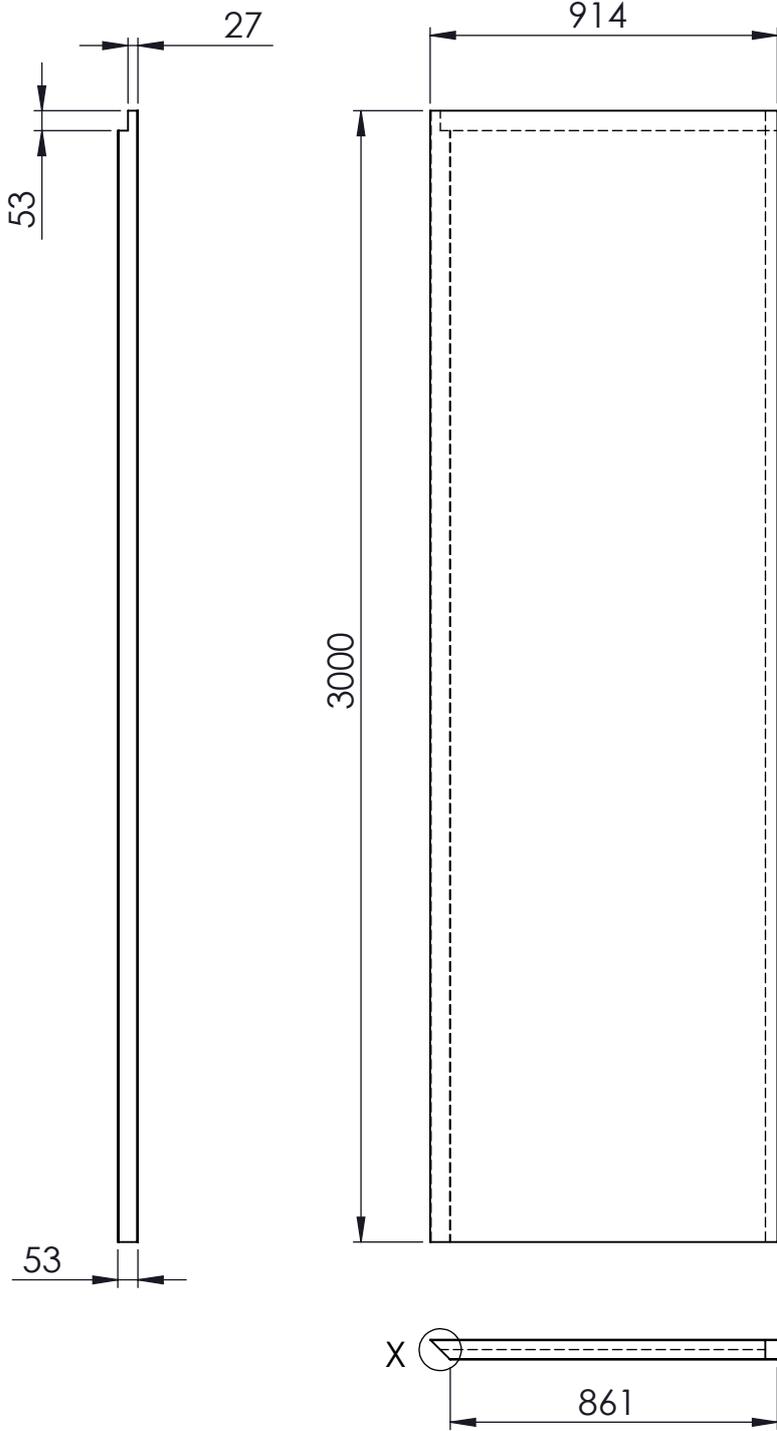
Notas:
 - Eliminar aristas vivas.
 - Limpiar juntas machimbradas.

Trat. Térmico:	Ninguno	EPN	FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA		
Recubrimiento:	Ninguno				
Número de piezas:	1				
Material:	Poliuretano expandido	Tol.Gral ±0.05	Escala:	Dib.	Jhonatan Yajamín
			1:20	Dis.	Jhonatan Yajamín
				Rev.	Dr. Salvatore Reina
PANEL 2 ESQUINA 3			S.9	Fecha: 14/02/23	

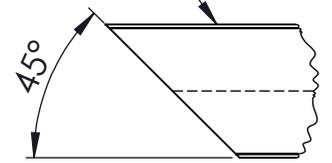


Notas:
 - Eliminar aristas vivas.
 - Limpiar juntas machimbradas.

Trat. Térmico:	Ninguno	EPN	FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA		
Recubrimiento:	Ninguno				
Número de piezas:	1				
Material:	Poliuretano expandido	Tol.Gral	Escala:	Dib.	Jhonatan Yajamín
		± 0.05	1:20	Dis.	Jhonatan Yajamín
				Rev.	Dr. Salvatore Reina
PANEL 1 ESQUINA 3			S.8	Fecha: 14/02/23	



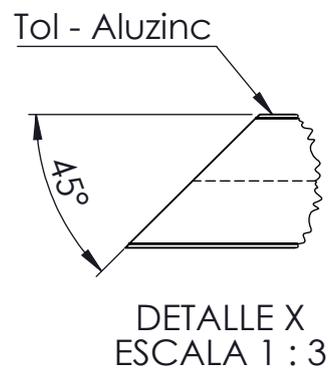
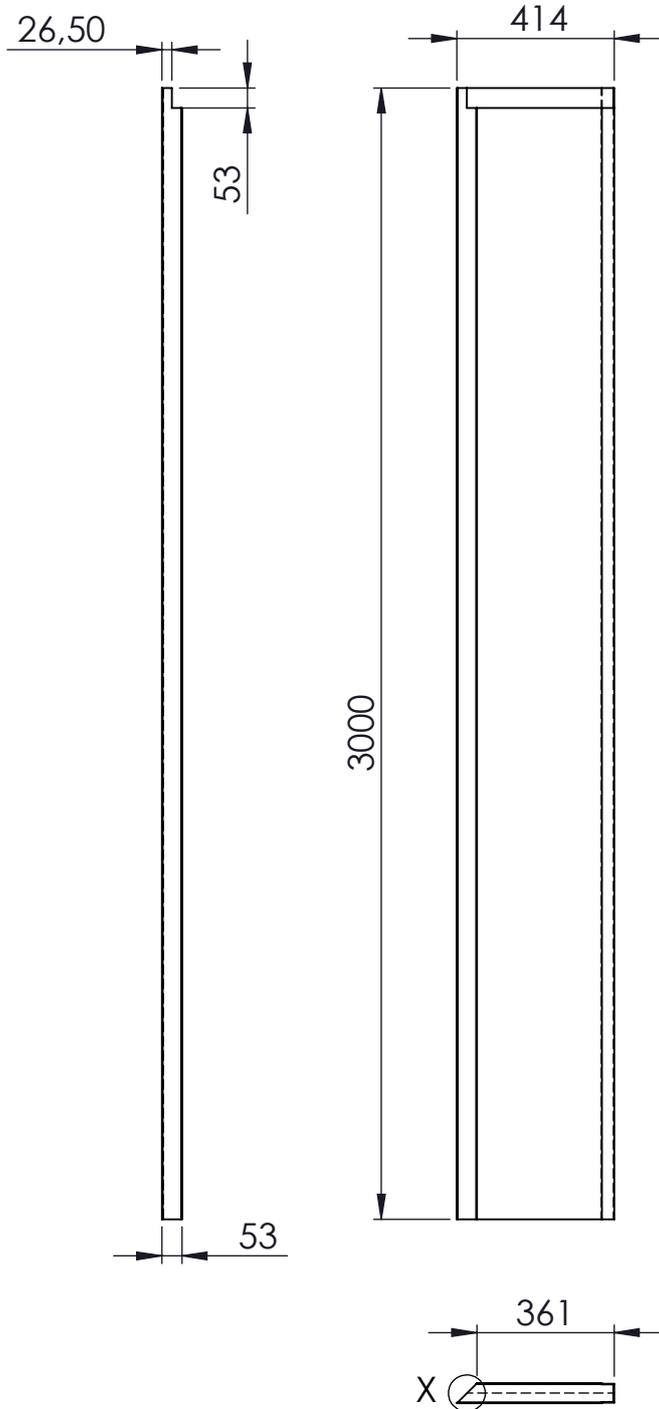
Tol - Aluzinc



DETALLE X
ESCALA 1 : 3

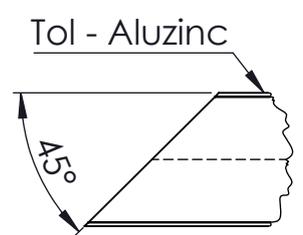
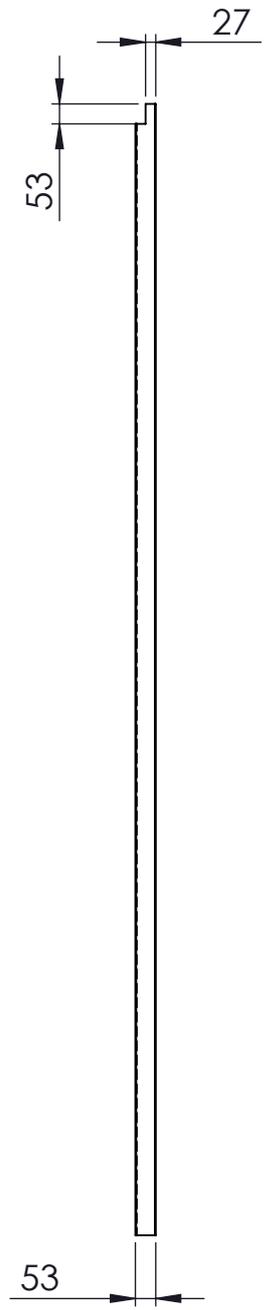
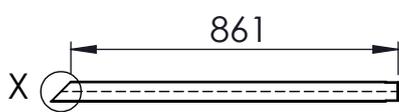
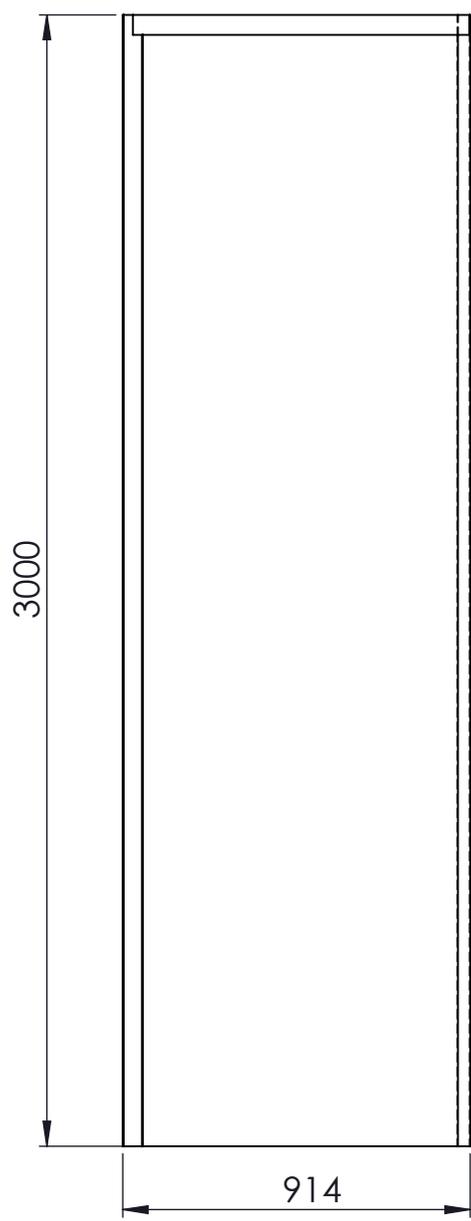
- Notas:
 - Eliminar aristas vivas.
 - Limpiar juntas machimbradas.

Trat. Térmico:	Ninguno	EPN	FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA	
Recubrimiento:	Ninguno		Dib.	Jhonatan Yajamín
Número de piezas:	1		Dis.	Jhonatan Yajamín
Material:	Poliuretano expandido	Tol.Gral ±0.05	Escala:	Rev. Dr. Salvatore Reina
			1:20	
PANEL 2 ESQUINA 2		S.7		Fecha: 14/02/23



Notas:
 - Eliminar aristas vivas.
 - Limpiar juntas machimbradas.

Trat. Térmico:	Ninguno	EPN	FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA		
Recubrimiento:	Ninguno		Dib.	Jhonatan Yajamín	
Número de piezas:	1		Dis.	Jhonatan Yajamín	
Material:	Poliuretano expandido	Tol.Gral ±0.05	Escala:	Rev.	Dr. Salvatore Reina
			1:20		
PANEL 1 ESQUINA 2			S.6	Fecha: 14/02/23	



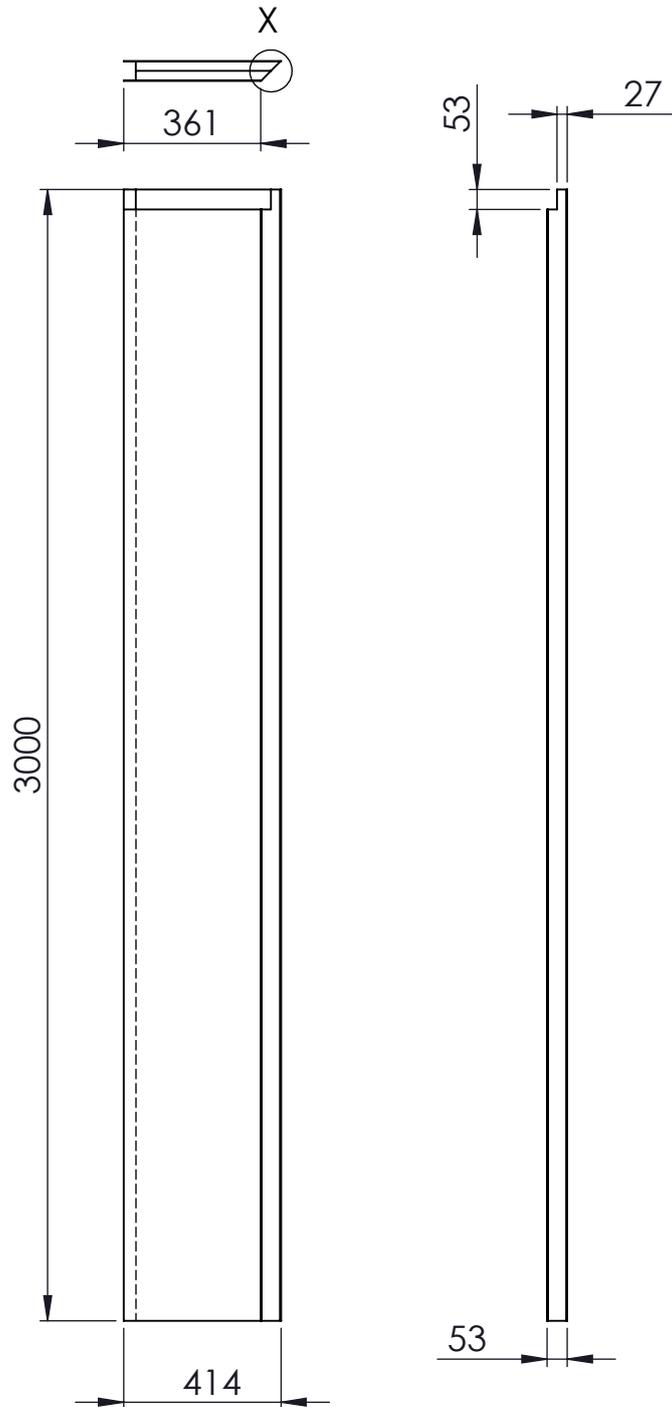
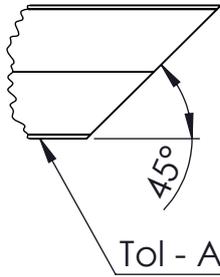
DETALLE X
ESCALA 1 : 3

Notas:
 - Eliminar aristas vivas.
 - Limpiar juntas machimbradas.

Trat. Térmico:	Ninguno	EPN	FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA		
Recubrimiento:	Ninguno				
Número de piezas:	1				
Material:	Poliuretano expandido	Tol.Gral ±0.05	Escala:	Dib.	Jhonatan Yajamín
			1:20	Dis.	Jhonatan Yajamín
				Rev.	Dr. Salvatore Reina
PANEL 2 ESQUINA 1			S.5	Fecha: 14/02/23	

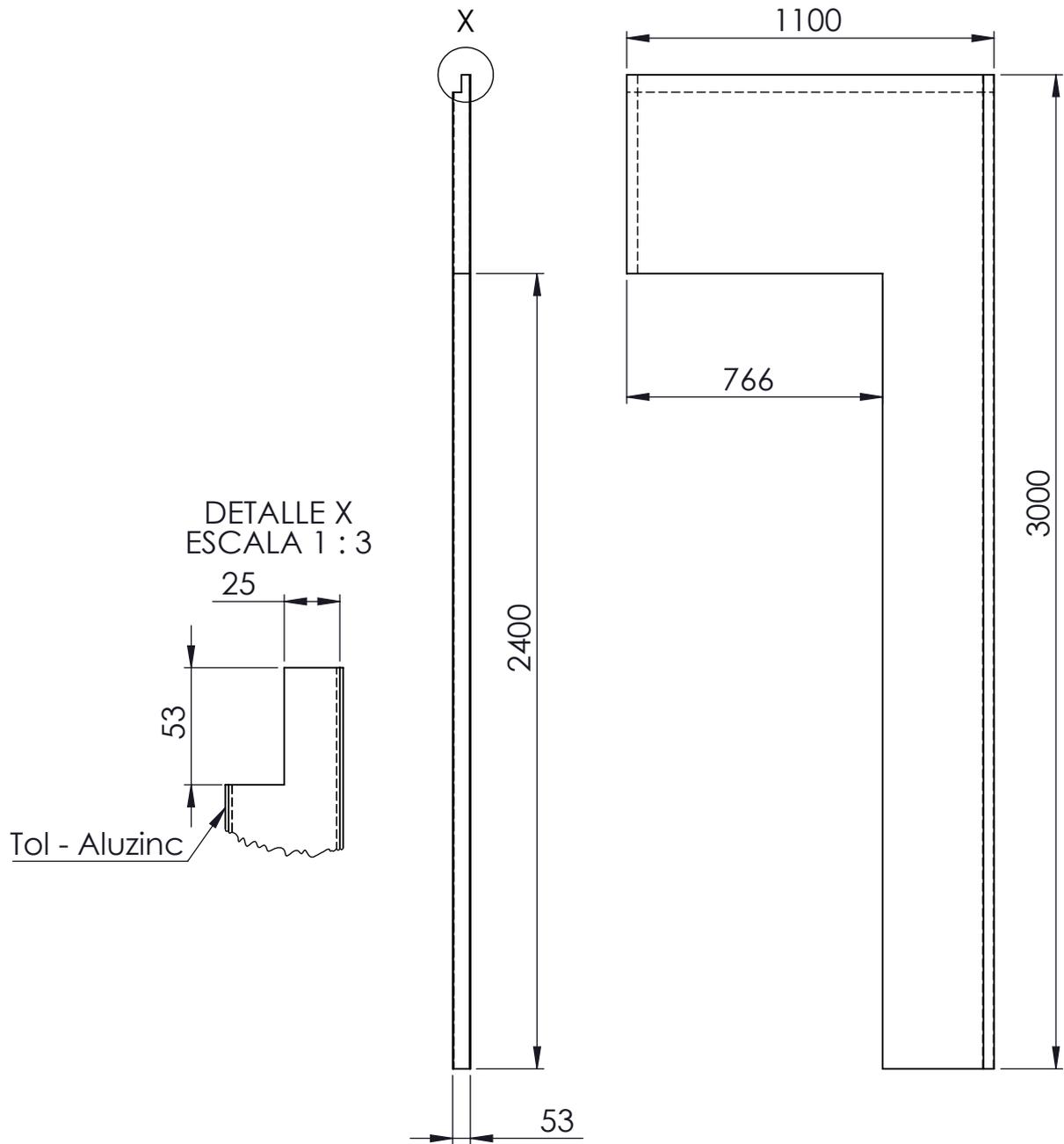


DETALLE X
ESCALA 1 : 3



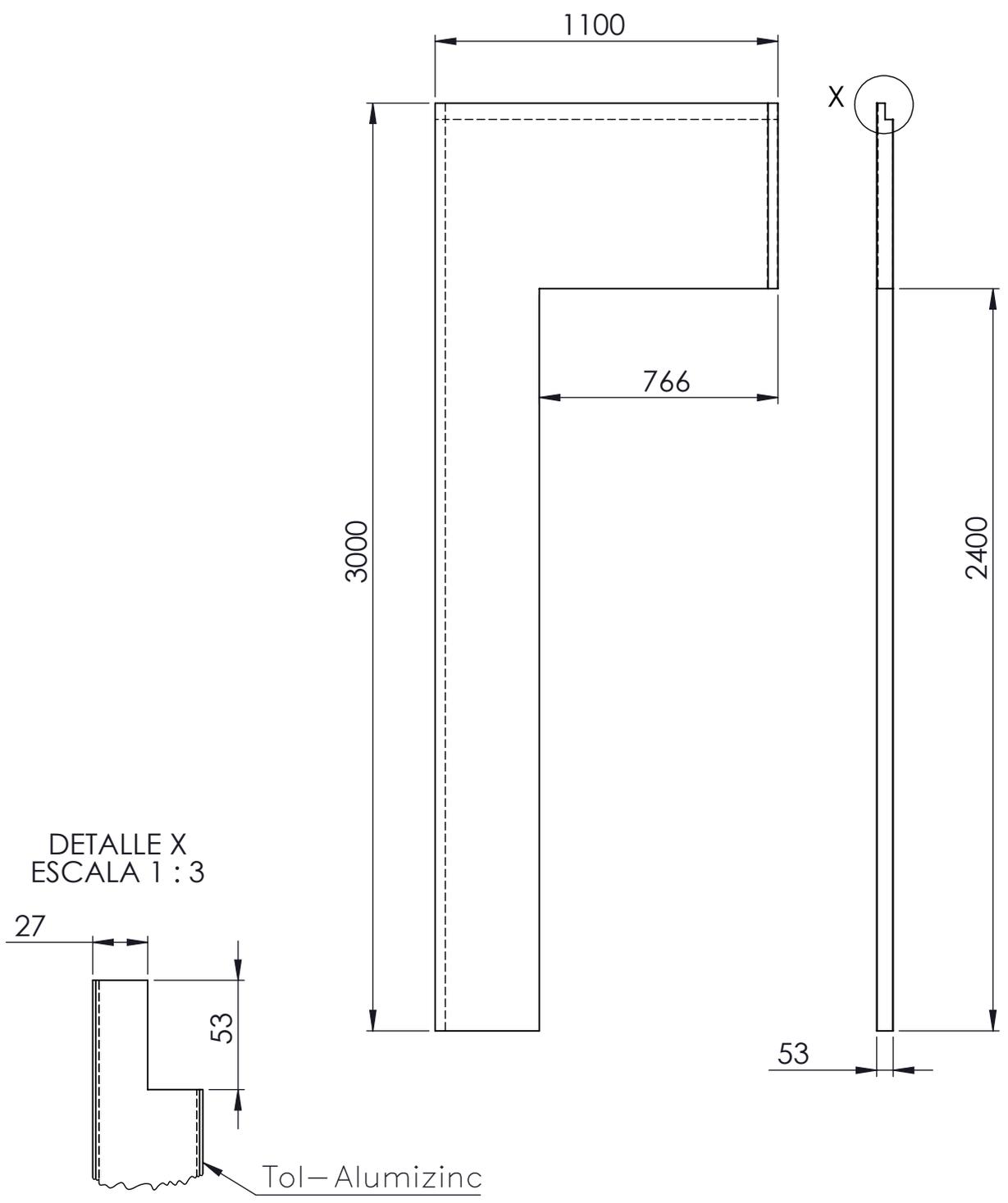
Notas:
- Eliminar aristas vivas.
- Limpiar juntas machimbradas.

Trat. Térmico:	Ninguno	EPN	FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA		
Recubrimiento:	Ninguno		Dib.	Jhonatan Yajamín	
Número de piezas:	1		Dis.	Jhonatan Yajamín	
Material:	Poliuretano expandido	Tol.Gral ± 0.05	Escala:	Rev.	Dr. Salvatore Reina
				1:20	
PANEL 1 ESQUINA 1			S.4		Fecha: 14/02/23



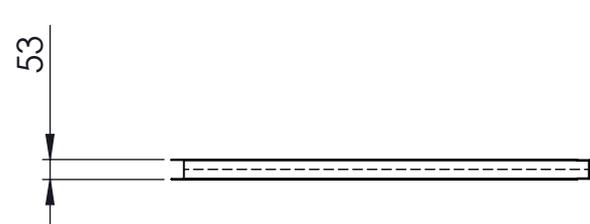
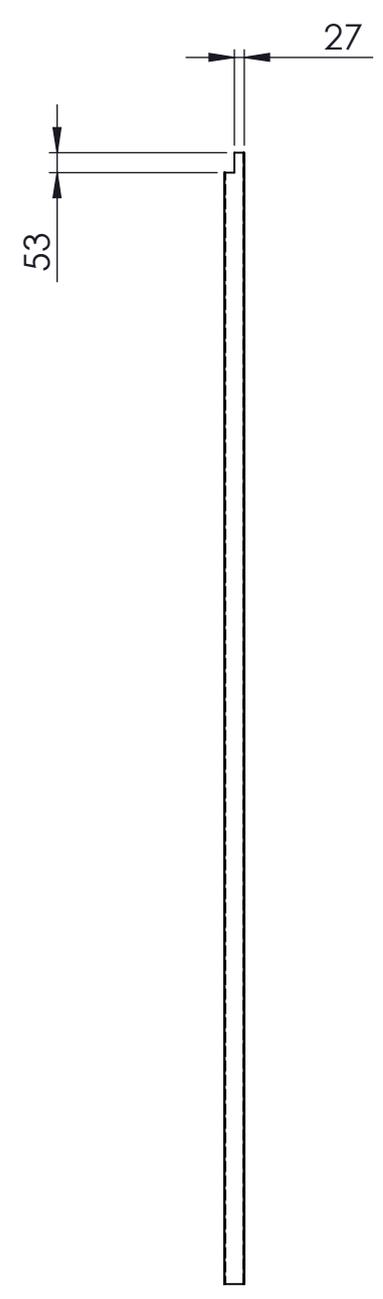
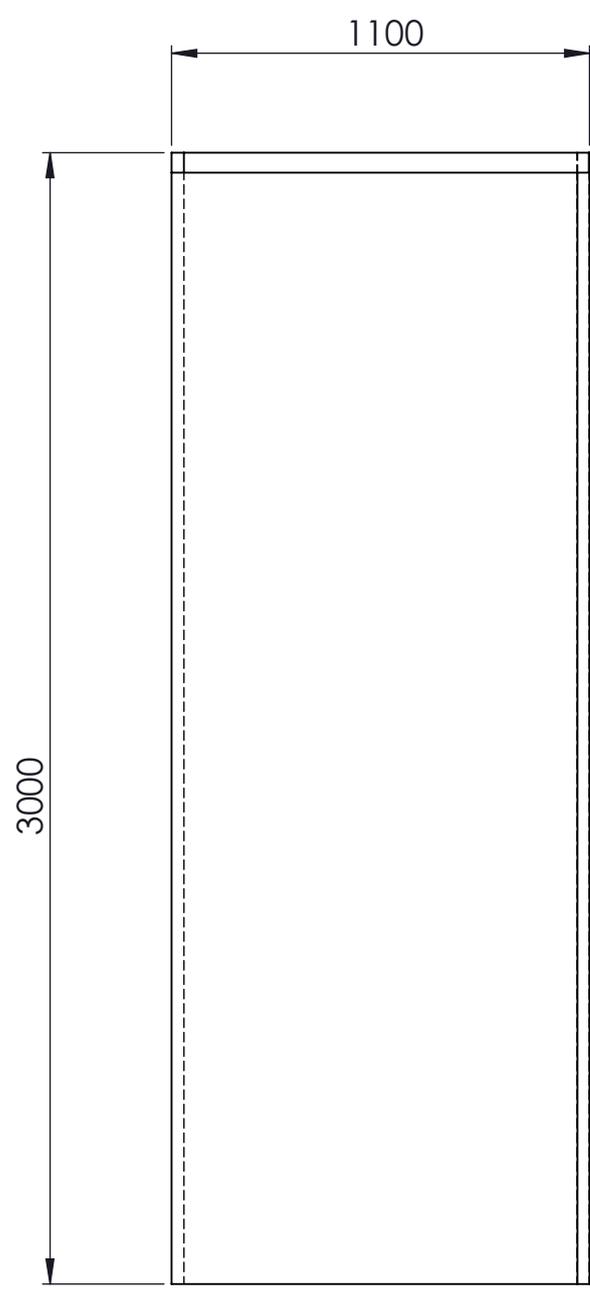
Notas:
- Eliminar aristas vivas.
- Limpiar juntas machimbradas.

Trat. Térmico:	Ninguno	EPN	FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA		
Recubrimiento:	Ninguno		Dib.	Jhonatan Yajamín	
Número de piezas:	1		Dis.	Jhonatan Yajamín	
Material:	Poliuretano expandido	Tol.Gral +0.05	Escala:	Rev.	Dr. Salvatore Reina
PANEL 2 PUERTA		S.3			Fecha: 14/02/23



Notas:
- Eliminar aristas vivas.
- Limpiar juntas machimbradas.

Trat. Térmico:	Ninguno	EPN	FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA		
Recubrimiento:	Ninguno		Dib.	Jhonatan Yajamín	
Número de piezas:	1		Dis.	Jhonatan Yajamín	
Material:	Poliuretano expandido	Tol.Gral +0.05	Escala:	Rev.	Dr. Salvatore Reina
				1:20	
PANEL 1 PUERTA			S.2	Fecha: 14/02/23	



Notas:
 - Eliminar aristas vivas.
 - Limpiar juntas machimbradas.

Trat. Térmico:	Ninguno	EPN	FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA		
Recubrimiento:	Ninguno		Dib.	Jhonatan Yajamín	
Número de piezas:	9		Dis.	Jhonatan Yajamín	
Material:	Poliuretano expandido	Tol.Gral +0.05	Escala:	Rev.	Dr. Salvatore Reina
			1:20		
PANEL PAREDES			S.1	Fecha: 14/02/23	