



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA**  
**ELÉCTRICA**

**Diseño de una cámara frigorífica compacta con eficiencia  
energética para conservar carne avícola en un camal industrial**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Mecánico Electricista

**AUTORES:**

Saucedo Yunis, Darwin Amhed ([orcid.org/0000-0002-1035-6356](https://orcid.org/0000-0002-1035-6356))

**ASESOR:**

Dr. Salazar Mendoza, Anibal Jesus ([orcid.org/0000-0003-4412-8789](https://orcid.org/0000-0003-4412-8789))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Modelamiento y Simulación de Sistemas Electromecánicos

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHICLAYO – PERÚ

2023

## **DEDICATORIA**

La presente tesis se la dedico en primer lugar a Dios, ya que el me dio la salud y bienestar para llegar a cumplir esta meta; a mis padres Darwin Saucedo Mendoza y Yamna Yunis Meléndez por haberme apoyado en muchos de mis logros incluyendo este y también haberme forjado como persona que soy actualmente; a mi esposa Estefany Abanto Capuñay y mis pequeñas Suhaila Saucedo Abanto y Valentina Saucedo Abanto los que son mi inspiración de superarme cada día para darle lo mejor de mí.

## **AGRADECIMIENTOS**

Expreso mi más sincero agradecimiento: Doy gracias a Dios por guiarme a este camino de sabiduría, a mis padres por haberme dado una educación y formación fundamental para poder llegar a este grato momento, a mi esposa e hijas por haberme apoyado en todo y todos aquellos profesores que fueron crucial en este largo camino. Un agradecimiento al Ing. Jony Villalobos por guiarme en la asesoría de este proyecto.

Este es un momento muy especial que espero, perdure en el tiempo, no solo en la mente de las personas a quienes agradecí, sino también a quienes invirtieron su tiempo para echarle un vistazo a mi proyecto de tesis, asimismo les agradezco con todo mi ser.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|  |     |
|--|-----|
| <b>I. RESUMEN</b> .....  | vi  |
| <b>II. Abstract</b> .....  | vii |
| <b>III. INTRODUCCIÓN</b> .....   | 1   |
| <b>IV. MARCO TEÓRICO</b> .....   | 4   |
| <b>V. METODOS</b> .....  | 24  |
| <b>3.1. Diseño y Tipo de Investigación</b> .....   | 24  |
| <b>3.2. Variables, Operacionalización</b> .....  | 24  |
| <b>3.3. Población, Muestra y Muestreo</b> .....  | 25  |
| <b>3.4. Instrumentos y técnicas de recolección de datos</b> .....  | 27  |
| <b>3.5. Procedimientos</b> .....   | 28  |
| <b>3.6. Método de análisis de datos</b> .....  | 28  |
| <b>3.7. Básicos Principios de Bioética</b> .....   | 28  |
| <b>VI. RESULTADOS</b> .....  | 31  |
| <b>4.1. DIMENSIONAR LA CÁMARA FRIGORÍFICA NECESARIA PARA PRODUCIR FRIO A UNA TEMPERATURA MÁXIMA DE 4°C Y UNA MÍNIMA DE -10°C</b> ..... | 31  |
| <b>4.2 REALIZAR LOS CÁLCULOS DE LAS CARGAS TÉRMICAS PARA ESTIMAR LAS NECESIDADES DE FRIO</b> .....                                     | 57  |
| <b>4.3. REALIZAR EL CALCULO DE LOS EQUIPOS A UTILIZAR EN DISEÑO DE LA CÁMARA FRIGORÍFICA</b> .....                                     | 71  |
| <b>4,4. ANALIZAR LA VIABILIDAD TÉCNICA ECONÓMICA DE ESTE SISTEMA DE CONSERVACIÓN POR ENFRIAMIENTO MEDIANTE VAN Y TIR</b> .....         | 79  |
| <b>VII. DISCUSIÓN</b> .....  | 87  |
| <b>VIII. CONCLUSIONES</b> .....  | 88  |
| <b>IX. RECOMENDACIONES</b> .....   | 89  |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |     |
|---|-----|
| <i>Figura 1.</i> Cámara frigorífica.....  | vii |
| <i>Figura 2.</i> Parte interior de una Cámara frigorífica .....                               | 10  |
| <i>Figura 3.</i> Diseño de una Cámara Frigorífica.....  | 11  |
| <i>Figura 4.</i> Esquema del Ciclo de Refrigeración en la Cámara Frigorífica. ....            | 13  |
| <i>Figura 5.</i> Refrigerantes Industriales. ....   | 15  |
| <i>Figura 6.</i> Tipos de aislantes térmicos .....  | 17  |
| <i>Figura 7.</i> Grafica de la población a nivel nacional .....                               | 26  |
| <i>Figura 8.</i> Esquema de Ejecución en el desarrollo de la investigación.....               | 28  |
| <i>Figura 9.</i> Dimensiones de Cámara frigorífica .....                                      | 35  |
| <i>Figura 10.</i> Indicador de Superficie y volumen exterior según dimensiones.....           | 37  |
| <i>Figura 11.</i> Descripción del Aislamiento .....   | 40  |
| <i>Figura 12.</i> Detalle de Suelos .....   | 42  |
| <i>Figura 13.</i> Temperatura promedio de Región Lambayeque .....                             | 46  |
| <i>Figura 14.</i> Captura de Tabla Climatológica del Tiempo en Chiclayo – JLO .....           | 47  |
| <i>Figura 15.</i> Jabas conservadoras de carne avícola .....                                  | 49  |
| <i>Figura 16.</i> Formula de Calor por Trasmisión.....  | 58  |
| <i>Figura 17.</i> Software Coolselector*2 de Danfoss.....                                     | 68  |
| <i>Figura 18.</i> Ingresando datos de las dimensiones de la Cámara Frigorífica.....           | 68  |
| <i>Figura 19.</i> Ingreso de data a software Coolselector*2.....                              | 69  |
| <i>Figura 20.</i> Software mostrando la potencia requerida igual a la que fue calculada ..... | 69  |
| <i>Figura 21.</i> Diagrama de curvas del refrigerante R404A .....                             | 71  |
| <i>Figura 22.</i> Diagrama de Convección .....  | 72  |
| <i>Figura 23.</i> Relación de Compresión .....  | 76  |
| <i>Figura 24.</i> Elección del equipo para Cámara Frigorífica .....                           | 78  |

## I. RESUMEN

El Suministro de alimentos proteicos a las ciudades modernas en especial a los productos cárnicos, requiere de una cadena de suministro en donde las cámaras de conservación tanto en vehículos como en almacenes juegan un papel fundamental en las redes de abastecimiento, cámara que deben asegurar su conservación y calidad del producto para lo cual requiere tanto túneles de congelamiento rápido para conservar la integridad y evitar la rotura de las células y la pérdida de humedad y sabor, como para almacenar el producto el mayor tiempo posible o la máxima distancia a transportar, así mismo debemos de evitar la utilización de los productos clorados que tanto daño le hacen al medio ambiente en forma específica a la capa de ozono que evita que los rayos ultravioleta del espacio penetren a la atmosfera, así mismo con la mayor eficiencia posible en las etapas de compresión, condensación y evaporación para de esta manera disminuir los costos energéticos y los impactos ambientales por el uso , producción y transporte de la energía eléctrica , para lo cual debemos optimizar los diseños de los procesos termodinámicos y sus correspondiente aparatos térmicos, para los procesos de transferencia de calor por procesos de conducción y convección para minimizar las pérdidas energéticas y sus correspondientes costos económicos y ambientales. Se diseñará nuevos dispositivos y se evaluará con el procedimiento de flujo de caja, vida útil económica, tasa de descuento, ingresos y egresos operativos, inversiones iniciales y periódica, y la correspondiente evaluación de su viabilidad con los criterios de Valor actual Neto, y Tasa interna de retorno tanto a flujos económicos, flujos financieros y flujos personales.

Palabras clave: Cámara, túnel, productos, eficiencia

## II. Abstract

The supply of protein foods to modern cities, especially meat products, requires a supply chain where conservation chambers in both vehicles and warehouses play a fundamental role in supply networks, chambers that must ensure their conservation. and quality of the product, for which it requires both rapid freezing tunnels to preserve the integrity and avoid the breakage of the cells and the loss of moisture and flavor, as well as to store the product for as long as possible or the maximum distance to be transported, as well We must avoid the use of chlorinated products that do so much damage to the environment, specifically to the ozone layer that prevents ultraviolet rays from space from penetrating the atmosphere, also with the greatest possible efficiency in the compression stages. , condensation and evaporation in order to reduce energy costs and environmental impacts due to the use, production and transportation of electrical energy, for which we must optimize the designs of thermodynamic processes and their corresponding thermal devices for the transfer processes. of heat by conduction and convection processes to minimize energy losses and their corresponding economic and environmental costs. New devices will be designed and evaluated with the cash flow procedure, economic useful life, discount rate, operating income and expenses, initial and periodic investments, and the corresponding evaluation of their viability with the criteria of Net Current Value, and Rate. internal return to both economic flows, financial flows and personal flows

Keywords: Chamber, tunnel, products, efficiency



*Figura 1. Cámara frigorífica*

Fuente: <https://www.novofri.es/como-actuar-ante-una-variacion-en-la-temperatura-de-la-camara-frigorifica/>

### III. INTRODUCCIÓN.

En el importante centro de abastos de Moshoqueque de José Leonardo Ortiz distrito, en Lambayeque, se observa una significativa deficiencia en la preservación de productos básicos, siendo la carne avícola, en este caso, la más afectada. El elevado nivel de demanda en este mercado conlleva a diversas consecuencias, como la disminución de precios, la incineración del producto y la comercialización de carne de baja calidad, representando un riesgo para los consumidores en los relativo a su salud, (Herencia, 2016).

Es conocido que la carne de animales, una vez sacrificados, se expone a microorganismos que, a temperatura ambiente, provocan la descomposición de los tejidos en un plazo de 2-3 días. Mantener las carnes a bajas temperaturas puede retrasar este proceso, evitando su deterioro y permitiendo su consumo por un tiempo prolongado. En este sentido de las cosas, es importante destacar la importancia de controlar la circulación, humedad relativa y la circulación del aire en el almacenamiento adecuado para prevenir mezclas incompatibles (Kaltetechnik, 2016).

Se reconoce que la conservación adecuada del pollo requiere condiciones de frío, ya que la temperatura ambiente no es suficiente y puede propiciar la proliferación de bacterias. En este contexto, se establece que, al congelar el pollo fresco directamente del camal, su duración en el congelador no debe exceder los 90 días, mientras que el pollo adquirido congelado puede conservarse por casi 1 año (365 días).

Es esencial congelar el pollo tan pronto como sea posible y cuando esté en perfectas condiciones para garantizar su buena calidad (INEN - Norma Técnica Ecuatoriana, 2017).

Ante esta problemática, el proyecto plantea una hipótesis que implica la concepción de un frigorífico sistema frigorífico o alternativamente una frigorífica cámara con alto desempeño energético, haciendo uso de supercondensadores, variadores de velocidad y eficientes equipos. La instalación industrial resultante proporcionará la capacidad de conservar y congelar avícola carne, pollo de manera especial, con mejoras significativas en eficiencia energética, facilitando su comercialización ulterior

Se hace ver lo importante de controlar la circulación forzada del aire, la relativa humedad y la temperatura promedio y la conservación adecuados con estos conceptos nuevos y modernos que permiten prolongar y certificar la conservación de estos vitales alimentos, tan útiles y necesarios para la alimentación popular, evitando así la mezcla de artículos incompatibles. (Arteaga, 2018)

Los avances tecnológicos actuales hacen que los equipos necesarios para llevar a cabo este proyecto sean accesibles y cuenten con una tecnología más avanzada en comparación con los de una nevera comercial.

La cámara frigorífica propuesta, de tipo compacta, se aislará herméticamente en paredes, puertas, techo y piso, y se realizarán cálculos para determinar la opción más recomendable para el proyecto. (Daviannys, 2016).

En el contexto de un desarrollo eléctrico competitivo, seguro y fiable, se destaca el uso de equipos con energéticas y más modernas y eficientes mejoras energéticas, como los condensadores súper, que permiten controlar el traslado electrónico y atómico de la eléctrica corriente, con consumo mejorado y costos disminuidos felizmente para beneficio de las instalaciones. (Goodstein, 2018)

Dado lo expuesto, el proyecto plantea la formulación del problema centrada en la ausencia de carne de pollo conservación y sus adversos resultados. La solución propuesta implica el diseño de un frigorífico sistema o en su lugar una frigorífica cámara con controladas y medidas cámaras de temperaturas, permitiendo una conservación inicial a 4°C y una posterior congelación a -10°C. Se contempla también la energética mejoría utilizando técnicas y procedimientos mejora, con el uso detallado y controlado de medidas y correcciones aplicables a las cámaras. Además, se menciona la existencia de refrigeradores rurales que operan bajo el principio físico de la absorción, utilizando calor proporcionado por una llama para aumentar la temperatura y lograr el proceso de conservación (Londoño, 2017).

En la actualidad, los equipos e instrumentos tecnológicos necesarios para llevar a cabo este proyecto son fácilmente accesibles y comparables a los utilizados en una nevera comercial, incluyendo compresores, condensadores, válvulas de

expansión, refrigerantes, evaporadores, entre otros. Estos dispositivos cuentan con una tecnología más avanzada desde el punto de vista energético y están meticulosamente documentados en catálogos especializados. (Gilberto, 2018).

La justificación social de este proyecto se basa en la carencia de una bodega o cámara de frío industrial en el departamento de Lambayeque, lo cual afecta la correcta conservación de productos perecederos. Este proyecto busca contribuir a la sociedad al evitar el desperdicio de alimentos, permitiendo su almacenamiento para prevenir la descomposición y garantizar la disponibilidad de productos de buena calidad. La propuesta busca mejorar la calidad del producto al conservarlo en un camal industrial mediante el diseño de una cámara frigorífica con eficiencia energética.

Esto resulta crucial dada la rápida descomposición del producto en un entorno a temperatura ambiente. La implementación de tecnología avanzada en el camal tiene como objetivo obtener productos de calidad en un período de tiempo prolongado.

El objetivo general de la tesis fue de una frigorífica aplicación de cámara del tipo modular o compacto para usos de almacenamiento de frío y frigorífico de presentación compacta para un nuevo y moderno industrial camal de pollos de almacenamiento, incorporando mejoras en la eficiencia energética medida por el Coeficiente de Performance (COP).

Los objetivos específicos incluyeron el dimensionamiento de la cámara para producir frío a temperaturas entre 4°C y -10°C, las térmicas cargas para la determinación y cálculo de sus necesidades de frío, la determinación de los equipos a utilizar en la frigorífica cámara determinación y finalmente su posterior análisis de la viabilidad técnica y económica del sistema de conservación por enfriamiento a través del análisis mesurado , profundo y meditativo de los conceptos de Neto valor presente de series de tiempo ( EVAN) y el retorno interno de los flujos financieros (TIR).

#### **IV. MARCO TEÓRICO.**

Una planta de congelación de hidrobiológicos es una instalación industrial diseñada para procesar y congelar productos marinos, como pescados, mariscos y otros organismos acuáticos. Estas plantas son comunes en regiones costeras donde la pesca es una actividad importante y donde se requiere conservar los productos del mar para su transporte y comercialización en lugares distantes, (Piana, 2020).

Recepción: Recepción y descarga de los productos marinos frescos directamente desde los barcos pesqueros o de las instalaciones de acuicultura, Clasificación y selección: Los productos marinos se clasifican y seleccionan según su tipo, tamaño y calidad. (Correa, 2019).

Limpieza: Los productos pueden someterse a procesos de limpieza para eliminar cualquier suciedad, desechos u otros materiales no deseados, Fileteado y despiece: Algunos productos pueden ser fileteados o cortados en porciones más pequeñas, según los requisitos del mercado, Congelación: Los productos se congelan rápidamente para conservar su frescura y calidad. Esto puede lograrse mediante técnicas de congelación rápida, como la congelación por aire o la congelación por contacto. (Young, 2018).

Almacenamiento: Los productos congelados se almacenan en cámaras frigoríficas a temperaturas controladas para mantener su calidad hasta su distribución y venta, Envasado: Los productos congelados pueden envasarse en bolsas o cajas adecuadas para su transporte y comercialización (Martinez, 2016).

Estas plantas suelen operar bajo estrictas normas de seguridad alimentaria y calidad para garantizar que los productos congelados mantengan su frescura y sabor naturales durante el almacenamiento y el transporte. Además, pueden implementar prácticas sostenibles para garantizar la conservación de los recursos marinos y reducir el impacto ambiental de sus operaciones., (Davila, 2018).

El almacenamiento de aves congeladas es un proceso importante para mantener la calidad y la seguridad de los productos avícolas durante períodos prolongados.

Aquí hay algunas pautas generales para el almacenamiento adecuado de aves congeladas (Hidalgo, 2019).

Congelación adecuada, las aves deben congelarse rápidamente después del procesamiento para preservar su calidad. La congelación rápida ayuda a evitar la formación de cristales de hielo grandes, lo que puede dañar la textura y la calidad del producto, temperatura de almacenamiento, las aves congeladas deben mantenerse a temperaturas muy bajas para prevenir el crecimiento bacteriano y mantener la calidad. La temperatura ideal de almacenamiento es de  $-18^{\circ}\text{C}$  ( $-0.4^{\circ}\text{F}$ ) o más baja, envases adecuados, las aves congeladas, deben almacenarse en envases resistentes a la humedad y al aire para prevenir la contaminación cruzada y la pérdida de calidad. Los envases herméticos o las bolsas de plástico resistentes son comunes para este propósito., (Popuche, 2019). Rotación de inventario, es importante seguir un sistema de rotación de inventario para garantizar que las aves congeladas más antiguas se utilicen primero. Esto ayuda a evitar que los productos se echen a perder debido a una larga duración en el almacenamiento, etiquetado adecuado, cada envase de aves congeladas debe etiquetarse claramente con la fecha de congelación y cualquier otra información relevante, como el tipo de ave y el peso, para facilitar la gestión del inventario y garantizar el seguimiento de la frescura. (Alquizar, 2018).

Control de la humedad, es importante controlar los niveles de humedad en el área de almacenamiento para prevenir la formación de hielo en las superficies de los productos y evitar que los envases se deterioren, en cuanto a la seguridad alimentaria, se deben seguir estrictas prácticas de seguridad alimentaria durante el almacenamiento, incluida la prevención de la contaminación cruzada, el mantenimiento de la limpieza y la higiene en el área de almacenamiento y la capacitación adecuada del personal en cuanto a manipulación de alimentos., (Young, 2018).

Las cámaras congeladoras son instalaciones diseñadas para almacenar productos a temperaturas muy bajas, lo que permite conservar su frescura y calidad durante períodos prolongados. Estas cámaras son esenciales en diversas industrias, incluyendo la alimentaria, farmacéutica y de investigación, donde se requiere preservar productos sensibles al calor., (Martinez, 2016).

Temperatura controlada, las cámaras congeladoras están diseñadas para mantener temperaturas constantes y muy bajas, generalmente entre  $-20^{\circ}\text{C}$  y  $-30^{\circ}\text{C}$  ( $-4^{\circ}\text{F}$  y  $-22^{\circ}\text{F}$ ), aunque pueden ser más frías dependiendo de las necesidades específicas del producto, en cuanto al aislamiento térmico, estas cámaras están construidas con materiales altamente aislantes para minimizar la transferencia de calor desde el exterior y mantener las temperaturas internas estables. Esto ayuda a reducir el consumo de energía y a mantener las condiciones óptimas de almacenamiento., (SAMPEN, 2019).

Utilizan sistemas de refrigeración avanzados, como compresores de refrigeración, evaporadores y controladores de temperatura, para mantener las condiciones de congelación requeridas en el interior de la cámara., (Zapata, 2020). Control de humedad, algunas cámaras congeladoras también pueden controlar los niveles de humedad para evitar la formación de escarcha en los productos almacenados y mantener su calidad., en cuanto la seguridad y monitoreo, muchas cámaras congeladoras están equipadas con sistemas de seguridad y monitoreo que alertan sobre cualquier anomalía en la temperatura o el funcionamiento del equipo para garantizar la integridad de los productos almacenados. (Shimota, 2017)

Refrigeración: La refrigeración es un proceso fundamental en la industria alimentaria, farmacéutica, de procesamiento químico, entre otras, que consiste en reducir la temperatura de un espacio, un objeto o un producto para preservar su frescura, calidad y seguridad. Aquí hay algunas características y aspectos importantes sobre la refrigeración, (Zavaleta, 2019).

Sistemas de Refrigeración: La refrigeración implica la transferencia de calor desde el área o el objeto que se desea enfriar hacia el entorno circundante. Esto se logra mediante la extracción de calor utilizando un sistema de refrigeración, que puede ser mecánico, químico o basado en principios físicos, en cuanto al ciclo de refrigeración, la mayoría de los sistemas de refrigeración utilizan un ciclo termodinámico básico, como el ciclo de compresión de vapor, que consta de cuatro etapas: compresión, condensación, expansión y evaporación. Este ciclo permite la extracción de calor del espacio o el producto a enfriar., (Chiroque, 2018).

Aisladores Térmicos: Existen diversos tipos de equipos de refrigeración, como refrigeradores, congeladores, cámaras frigoríficas, sistemas de aire acondicionado, entre otros, cada uno diseñado para aplicaciones específicas y con diferentes capacidades de enfriamiento. (Bavuer, 2018).

Principios de Refrigeración, en aplicaciones de refrigeración, es crucial mantener la temperatura dentro de rangos específicos para garantizar la seguridad y la calidad de los productos. Esto se logra mediante la instalación de sensores de temperatura y sistemas de control que regulan el funcionamiento del equipo de refrigeración para la moderna conservación de alimentos, la refrigeración es esencial en la conservación de alimentos perecederos, como carnes, lácteos, frutas y verduras, al ralentizar el crecimiento de microorganismos y la descomposición química, lo que ayuda a extender su vida útil. (Pacheco, 2016).

El congelamiento del pollo es un proceso común en la industria alimentaria y en los hogares para preservar la carne de pollo fresca por períodos prolongados. Aquí hay una descripción más detallada del proceso: Preparación del pollo; Antes de congelar el pollo, es importante prepararlo adecuadamente. Esto puede incluir la limpieza del pollo, la eliminación de cualquier resto de plumas o piel suelta, así como el despiece si es necesario. Enfriamiento inicial, después de la preparación, es recomendable enfriar el pollo en el refrigerador durante un período breve. Esto ayuda a reducir la temperatura interna del pollo y minimiza el tiempo que tarda en alcanzar la temperatura de congelación una vez que se coloca en el congelador. Empaquetado, una vez que el pollo está listo para congelar, es importante empaquetarlo adecuadamente para protegerlo contra la contaminación y la formación de quemaduras por congelación. Puedes envolver el pollo en papel de aluminio, papel encerado o plástico para alimentos, o colocarlo en bolsas resistentes al congelador, eliminando la mayor cantidad de aire posible antes de sellarlas. En cuanto a la congelación, se coloca el pollo empaquetado en el congelador lo más rápido posible. Un congelador a una temperatura de  $-18^{\circ}\text{C}$  ( $0^{\circ}\text{F}$ ) o más fría es ideal para un congelamiento rápido y eficaz. Cuanto más rápido se congele el pollo, mejor se conservará su calidad. El almacenamiento, una vez que el pollo esté congelado sólidamente, puedes organizarlo en el congelador según tus necesidades. Es importante mantener el pollo congelado a una temperatura constante para evitar la descongelación

parcial y volver a congelar, lo que puede afectar negativamente su calidad y seguridad alimentaria. Además, es importante tener en cuenta que el pollo congelado puede conservarse de forma segura durante varios meses, pero la calidad puede deteriorarse con el tiempo. Para obtener los mejores resultados, etiqueta el pollo congelado con la fecha de congelación y trata de consumirlo dentro de los 3-6 meses posteriores a la congelación para garantizar la frescura óptima. Además, asegúrate de descongelar el pollo de manera segura, preferiblemente en el refrigerador, antes de cocinarlo para evitar el crecimiento desordenado, caótico y sin sentido

### **Térmicos cálculos bases conceptuales para su optimización:**

La refrigeración y su carga total térmica ( $Q_r$ ) para un determinado ambiente se logra elaborar la expresión que colocamos a continuación la expresión:

$$Q_{\text{Suma}} = Q_{\text{Otros}} + Q_{\text{Efectivo}}$$

donde,

$Q_{\text{Efectivo}}$  = Térmica sensible y poderosa Carga (W)

$Q_{\text{Otros}}$  = Térmica latente y preciosa carga (W). El térmico aislamiento calculo depende de factores varios, como el tipo de material aislante, las condiciones ambientales, la temperatura interior y exterior, y el área que se desea aislar. Aquí hay algunos pasos generales que puedes seguir para calcular el aislamiento térmico:

Para el coeficiente propio y neto de térmica conductividad y su determinación (K), del material aislante, el material capacidad de material y su coeficiente nos hace ver el material capacidad y potencialidad para calor poder conducir y guiar hacia el objetivo principal de la conservación de los alimentos. Cuanto menor sea el valor de k, mejor será el aislamiento del material. Puedes encontrar este valor en las especificaciones técnicas del material aislante que estás utilizando.

En cuanto la resistencia térmica (R), debemos de verla y apreciarla en lo profundo de nuestro convencimiento como capacidad medida del aislante l material para el calor resistir sin menoscabo alguno. Se calcula dividiendo el espesor del material (en metros) entre su coeficiente de conductividad térmica (k). La fórmula es: R: Espesor del material (m) / Coeficiente de conductividad térmica (k)

Por ejemplo, si tienes un material aislante con un espesor de 0.1 metros y un coeficiente de conductividad térmica de 0.03 W/(m·K), la resistencia térmica sería:

$$R = 0.1 \text{ m} / 0.03 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K}) = 3.33 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$$

Las pérdidas de calor a través del sistema aislado se pueden calcular utilizando la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior del sistema, y el factor U calculado anteriormente. La fórmula general es:

$$Q = U * A * \Delta T$$

De donde:

Q es la cantidad de calor perdido (en vatios).

U es el factor de transmisión térmica (en W/(m<sup>2</sup>·K)).

A es el área de la superficie aislada (en metros cuadrados).

$\Delta T$  es la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior del sistema (en grados Celsius o Kelvin).

## **CÁMARAS FRIGORÍFICAS**

Una cámara frigorífica es una instalación destinada al almacenamiento y conservación de productos a temperaturas controladas, ya sea para refrigeración o congelación. Estas cámaras son esenciales en la industria alimentaria y en otros sectores que requieren mantener productos a temperaturas específicas para garantizar su calidad y seguridad.

Las cámaras frigoríficas están diseñadas con un sistema de refrigeración que controla la temperatura interna, manteniéndola dentro de un rango específico, según los requerimientos de los productos almacenados. Pueden variar en tamaño y capacidad, desde cámaras pequeñas utilizadas en restaurantes y comercios hasta cámaras industriales de gran escala utilizadas en plantas de procesamiento de alimentos y en la cadena de distribución.

Características de una cámara frigorífica:

1. **Aislamiento térmico:** Las paredes, techos y pisos de la cámara están contruidos con materiales altamente aislantes, como el poliuretano, para evitar fugas de calor y mantener la temperatura interna estable.
2. **Sistema de refrigeración:** Las cámaras frigoríficas cuentan con unidades de refrigeración que pueden ser compresores, condensadores y evaporadores,

los cuales se encargan de mantener la temperatura deseada en el interior de la cámara.

3. **Control de temperatura:** Los sistemas de control permiten ajustar y mantener la temperatura interna de la cámara de acuerdo con los requerimientos del producto almacenado.
4. **Puertas herméticas:** Las puertas de las cámaras frigoríficas deben ser herméticas para evitar la entrada de calor y asegurar el buen funcionamiento del sistema de refrigeración.
5. **Sensores y sistemas de monitoreo:** Se utilizan sensores y sistemas de monitoreo para controlar la temperatura y otros parámetros importantes dentro de la cámara y garantizar su correcto funcionamiento.
6. **Iluminación especial:** Las cámaras frigoríficas suelen contar con iluminación especial que no genera calor para evitar el aumento de temperatura en el interior.

Las cámaras frigoríficas son fundamentales para la industria alimentaria, ya que permiten extender la vida útil de los productos y mantener su calidad, evitando la proliferación de microorganismos y la degradación del producto debido a cambios de temperatura. También son utilizadas en otras industrias, como la farmacéutica y química, donde se requiere el almacenamiento a temperaturas controladas de ciertos productos o materiales



*Figura 2.* Parte interior de una Cámara frigorífica

Fuente: <https://camarasfrigorificas.fricontrol.eu/>

## CÁMARAS FRIGORÍFICAS DE 4 A -10°C

Las cámaras frigoríficas que operan a temperaturas entre 4°C y -10°C son utilizadas principalmente para la conservación de productos refrigerados y congelados. Estas cámaras son esenciales en la industria alimentaria y en la cadena de suministro, ya que permiten mantener la calidad y seguridad de diversos alimentos, especialmente aquellos que son perecederos y sensibles a las variaciones de temperatura.

Algunos ejemplos de productos que se pueden almacenar en cámaras frigoríficas a estas temperaturas incluyen

- Productos lácteos: leche, queso, yogur.
- Carnes frescas y procesadas: pollo, res, cerdo, embutidos.
- Pescados y mariscos.
- Frutas y verduras frescas.
- Productos congelados: helados, productos de panadería y pastelería, platos precocidos.



*Figura 1. Diseño de una Cámara Frigorífica*

Fuente: Coolselector (2023)

El objetivo de estas cámaras es mantener la temperatura interna controlada y constante para evitar el crecimiento bacteriano y la degradación de los alimentos. Para lograr esto, es fundamental contar con un sistema de refrigeración adecuado, aislamiento térmico eficiente y un control preciso de la temperatura y la humedad relativa.

En cuanto al aislamiento térmico, como se mencionó previamente, el poliuretano es uno de los materiales más utilizados debido a su baja conductividad térmica y su capacidad para mantener una temperatura estable en el interior de la cámara.

Es importante que estas cámaras frigoríficas cuenten con sistemas de control y monitoreo que permitan ajustar la temperatura según las necesidades de los productos almacenados y asegurar que se cumplan los estándares de calidad y seguridad alimentaria.

En conclusión, las cámaras frigoríficas que operan a temperaturas entre 4°C y -10°C son esenciales en la industria alimentaria para la conservación adecuada de productos refrigerados y congelados. El uso de materiales adecuados, un buen diseño y un mantenimiento adecuado son clave para garantizar la eficiencia y el funcionamiento óptimo de estas cámaras.

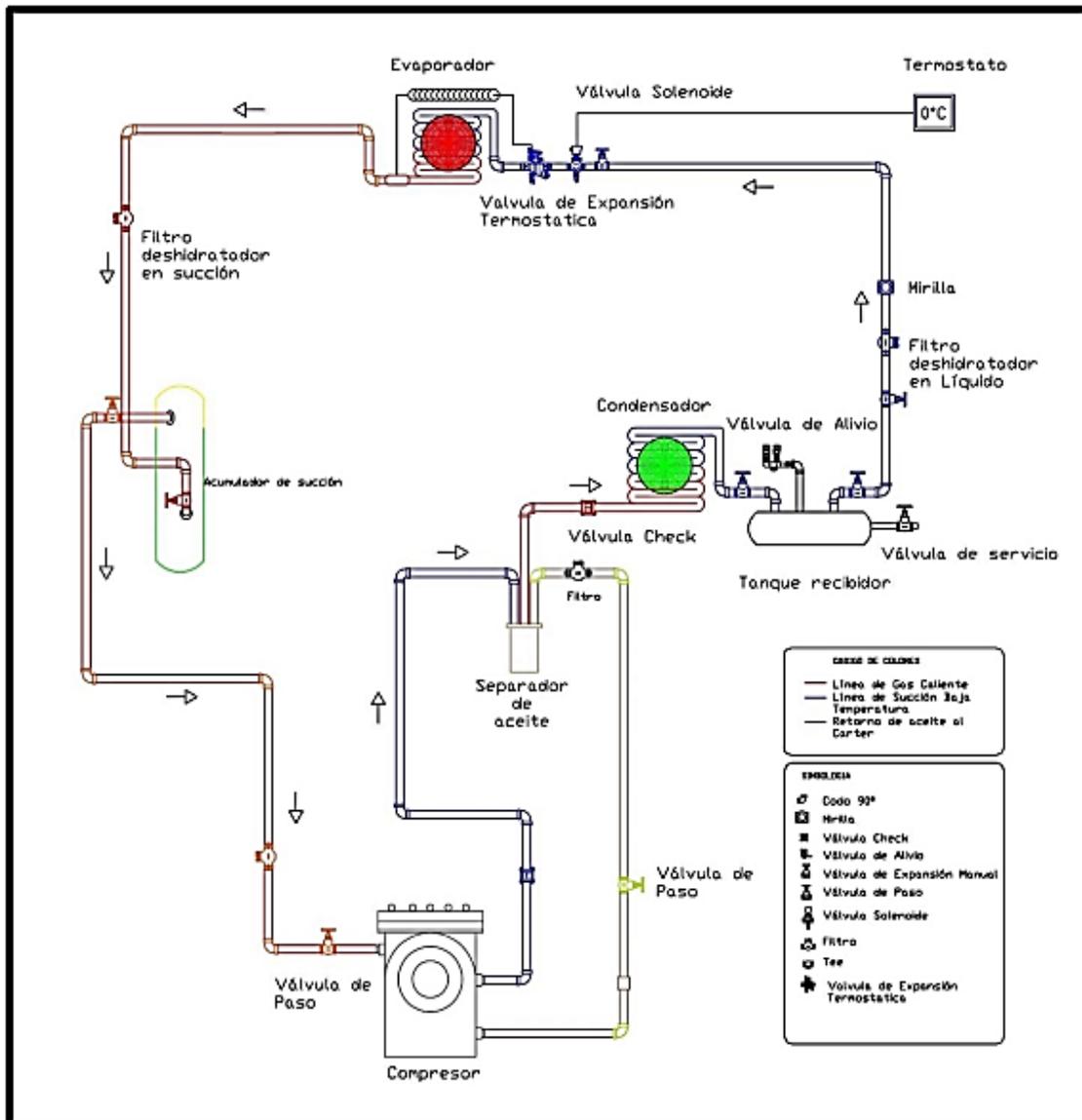


Figura 2. Esquema del Ciclo de Refrigeración en la Cámara Frigorífica.

Fuente: Elaboración propia

Partes de una cámara frigorífica:

- **Compresor:** Su función es absorber el refrigerante líquido y retenerlo hasta que ingrese al condensador.
- **Condensador:** Durante la condensación, el refrigerante libera calor que es convertido en fase líquida.
- **Válvula de expansión:** Cuando el líquido refrigerante alcanza la válvula de expansión, disipa parte del calor y luego ingresa al evaporador en una mezcla de líquido y vapor.

● **Evaporador:** Aparato que sirve básicamente para la mezcla hacer hervir bajo alta presión dentro del ciclo termodinámico y motor de todo el desarrollo único y complejo de este mar de posibilidades de procesos de enfriamiento conjunto del uso del vapor para fines de espacio libre y soberano para procesos largos y complejos de enfriamiento molecular y atómico a lograrse con la cámara frigorífica materia del presente análisis de diseño del presente trabajo de investigación.

El ciclo se inicia cuando el entorno se calienta hasta que el producto alcanza la temperatura requerida. El proceso se repite hasta que la temperatura alcanza el límite preestablecido. DoorFrig, (2018).

## **USO DE REFRIGERANTE Y SU ROL EN LAS INDUSTRIAS**

La selección del refrigerante es un aspecto crucial en el diseño y operación de sistemas de refrigeración, ya que debe cumplir con requisitos de seguridad, eficiencia y sostenibilidad ambiental. Aquí se describen varios refrigerantes y sus características:

1. R452A: Reemplazo directo del R404A con un GWP moderado de 2139, lo que implica un menor impacto ambiental en términos de potencial de calentamiento global. Puede utilizarse en aplicaciones de baja, media y alta temperatura, aunque su principal inconveniente radica en su elevado precio en el mercado.
2. R449A: Otro reemplazo directo del R404A, con un GWP aún más bajo de 1396, lo que lo convierte en una opción más sostenible ambientalmente. Apto para aplicaciones de baja y media temperatura, pero a altas temperaturas podría requerir la instalación de un sistema de inyección de líquido refrigerado por gas debido a su temperatura de descarga más alta.
3. R134a: Con buenas características para operar a medianas y altas temperaturas, con un PCA de 1300. Aunque su GWP no es tan bajo como los mencionados anteriormente, sigue siendo una opción viable para aplicaciones comerciales de refrigeración.

4. R513A: Reemplazo directo del R134a, con un GWP moderado de 629 y un precio de mercado alto. Puede utilizarse en aplicaciones de medianas y altas temperaturas.

Es esencial considerar varios factores al elegir un refrigerante, como el rendimiento del sistema, el impacto ambiental, la disponibilidad y el costo. Se recomienda buscar asesoramiento técnico especializado y cumplir con las regulaciones y normativas locales para garantizar una operación segura y eficiente del sistema de refrigeración.



Figura 3. Refrigerantes Industriales.

Fuente: Elaboración propia.

## **AISLAMIENTOS TERMICOS PARA CÁMARAS FRIGORIFICAS**

El aislamiento térmico juega un papel crítico en la construcción de una cámara frigorífica, ya que impacta directamente en la eficiencia y el rendimiento del sistema de refrigeración. La elección adecuada del material y el grosor del panel de aislamiento es esencial para garantizar un funcionamiento óptimo y prevenir pérdidas innecesarias de calor.

El poliuretano es ampliamente utilizado en cámaras frigoríficas debido a sus destacadas propiedades aislantes y otras ventajas:

1. **Durabilidad:** Resistente a la compresión y la degradación, garantizando una larga vida útil del aislamiento sin pérdida significativa de sus propiedades térmicas.
2. **Baja conductividad térmica:** Con un coeficiente bajo (0,020 Kc/h m °C), el poliuretano se destaca como uno de los mejores materiales aislantes disponibles en el mercado.
3. **Ligereza:** Al ser un material liviano, facilita la instalación y reduce la carga estructural sobre la cámara frigorífica.
4. **Buena adherencia:** El proceso de fabricación inyectado asegura una excelente adherencia a las superficies exteriores, evitando infiltraciones de aire y agua.

La fórmula para el cálculo del espesor del aislamiento térmico es útil para determinar la cantidad de poliuretano necesaria para lograr el rendimiento deseado en la cámara frigorífica. Se deben considerar las temperaturas exteriores e interiores, el flujo de calor y el coeficiente de conductividad térmica del material.

$$E = \frac{C(TE - TI)}{F} * 1000$$

**C=** Térmico y único conductividad Coeficiente absoluto en Kc/h m °C,

**TE=** Exterior relativa Temperatura en °C,

**TI=** Cámara de conservación interior Temperatura Frigorífica.

**E=** Aislante espesor total y maduro

**F=** Calor Flujo magnifico y total en Kc/h m<sup>2</sup>

Comparando el coeficiente de conductividad térmica con otros materiales, el poliuretano inyectado con una densidad de 40 K/m<sup>3</sup> muestra una clara superioridad, asegurando una eficiencia en el aislamiento y, por ende, mayor eficiencia energética del sistema de refrigeración.

En resumen, el poliuretano destaca como una opción sobresaliente para el aislamiento térmico de cámaras frigoríficas, brindando una capacidad de aislamiento excelente, durabilidad y facilidad de instalación. Al considerar estos

factores, se logra un funcionamiento óptimo y eficiente de la cámara frigorífica, garantizando la conservación adecuada de los productos almacenados y evitando pérdidas innecesarias de energía.

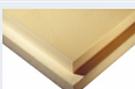
|   | AISLANTE TÉRMICO                                     | RESISTENCIA<br>TÉRMICA<br>$R = M^2 \cdot k/W$ | ESPESOR<br>AISLANTE |
|---|--|---|---------------------|
|    | TECNOTERMIC A6: Aislante térmico reflexivo de TecnoI | 2,29  | 16 mm               |
|    | LANA DE ROCA   | 1   | 4 cm                |
|    | LANA DE VIDRIO                                       | 1   | 4 cm                |
|    | CORCHO   | 1,026   | 4 cm                |
|   | POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS)                         | 0,976   | 4 cm                |
|  | POLIESTIRENO EXTRUIDO (XPS)                          | 1,053   | 4 cm                |
|  | POLIURETANO  | 1,379   | 4 cm                |
|  | CELULOSA   | 1,026   | 4 cm                |

Figura 4. Tipos de aislantes térmicos

Fuente: <https://tecnol.es/shop/tecnol-basics/es/blog/post/que-aislante-termico-elegir.html>

## VALOR NUTRICIONAL DE LA CARNE DE POLLO (AVÍCOLA)

El pollo es una excelente fuente de proteínas y otros nutrientes importantes para el organismo. A continuación, se presenta el valor nutricional aproximado de la carne de pollo, teniendo en cuenta las diferencias según la parte del pollo:

### 1. Pechuga de pollo:

- Proteínas: Consta de un elevado contenido de proteínas, aproximadamente un 20,2%.

- Grasa: La pechuga de pollo es una de las partes más magras, presentando un contenido de grasa del 12,6%
- Vitaminas: Es rica en vitamina B3 (niacina) y ácido fólico.
- Minerales: Aunque tiene menor cantidad de zinc y hierro en comparación con la carne roja, constituye una buena fuente de potasio y fósforo.

## **2. Muslo de pollo:**

- Proteínas: Posee un contenido proteico similar al de la pechuga, aproximadamente un 20,2%.
- Grasa: El contenido de grasa en el muslo de pollo puede ser ligeramente mayor que en la pechuga debido a la presencia de más tejido graso.
- Vitaminas y minerales: Similar a la pechuga, el muslo contiene vitaminas B3 y ácido fólico, siendo una fuente importante de potasio y fósforo.

## **3. Vísceras (hígado):**

- Proteínas: Las vísceras del pollo, como el hígado, tienen un contenido proteico similar al de la carne.
- Grasa: El hígado puede contener más grasa que la carne en sí.
- Vitaminas: Destaca por su contenido de vitamina B12, A, C y ácido fólico.
- Minerales: También es una fuente rica en minerales como hierro y zinc.
- Colesterol: Es importante tener en cuenta que el hígado contiene una gran cantidad de colesterol.

En general, el pollo es una excelente fuente de proteínas magras, y su carne proporciona una amplia variedad de vitaminas y minerales esenciales para el buen funcionamiento del organismo. Es una opción saludable y versátil en la dieta, especialmente cuando se prepara de forma adecuada y se combina con otros alimentos nutritivos.

|                                   | Piel sin Pechuga (*) |                                  | Muslo Pata (*)     |                          | Pollo sin piel (**) |                      |
|-----------------------------------|----------------------|----------------------------------|--------------------|--------------------------|---------------------|----------------------|
|                                   | 1 porción de 150 g   | % Valor Diario recomendado (***) | 1 porción de 150 g | % del Valor propio (***) | Tajada de 150 g     | % Diario Valor (***) |
| <b>Total Grasa</b>                | 3.3 g                | 2                                | 7.5 g              | 12                       | 5.4 g               | 7                    |
| <b>Saturadas Grasas</b>           | 0.76 g               | 2                                | 2.15 g             | 9                        | 1.51 g              | 7                    |
| <b>Insaturadas mono Grasas</b>    | 0.83 g               | n/c                              | 2.44 g             | n/c                      | 1.89 g              | n/c                  |
| <b>Insaturadas poli Grasas</b>    | 0.75 g               | 2                                | 2.58 g             | 12                       | 1.76 g              | 9                    |
| <b>Grasas poli insaturadas w6</b> | 0.68 g               | 4                                | 2.43 g             | 16                       | 1.50 g              | 10                   |
| <b>Grasas poli insaturadas w3</b> | 0.17 g               | 2                                | 0.28 g             | 11                       | 0.26 g              | 7                    |
| <b>Trans Grasas</b>               | 0.14 g               | 2                                | 0.08 g             | 6                        | 0.56 g              | 4                    |
| <b>Triglicerios</b>               | 75 mg                | 25                               | ND                 | ND                       | ND                  | ND                   |

**Tabla 1. Nutrientes aportados por la carne de pollo**

Fuente: <https://www.cincap.com.ar/informacion-nutricional/>

**Tabla 2. Aportes por tipo de Grasas, en la calidad de la carne de Pollo**

|                   | Parte de 150 g* | % del Recomendado Valor |
|-------------------|-----------------|-------------------------|
| <b>Calorias</b>   | 166 cal         | 11                      |
| <b>Proteinase</b> | 42.7 mg         | 57                      |
| <b>Lipidos</b>    | 6.0 mg          | 9                       |
| <b>Sodium</b>     | 95 g            | 7                       |
| <b>Potassium</b>  | 476 g           | 12                      |
| <b>Foskor</b>     | 363 g           | 36                      |
| <b>Herero</b>     | 0.9 g           | 10 ( Masculino)         |
|                   |                 | 5 (Femenino)            |

## **CONSERVACIÓN DE CARNES AVICOLAS (CARNE DE POLLO)**

La conservación adecuada del pollo es de vital importancia para garantizar la calidad y seguridad de este alimento perecedero. Aquí se presentan algunas recomendaciones para conservar el pollo fresco en condiciones óptimas:

- **Congelación:** Cuando se desea almacenar el pollo durante períodos más largos, la opción más segura es congelarlo a temperaturas por debajo de su punto de congelación establecido, lo que ralentiza el aumento de microorganismos y mantiene sus propiedades y beneficios nutricionales.
- **Refrigeración:** Si el pollo se va a consumir en un plazo corto, es recomendable refrigerarlo a temperaturas entre 0 y 4°C. La refrigeración inhibe el crecimiento microbiano y ayuda a mantener la frescura del pollo durante 1 o 2 días.
- **Compra de alimentos de buena calidad:** Es importante adquirir pollo de buena calidad en establecimientos que cumplan con condiciones higiénicas óptimas.
- **Almacenamiento adecuado:** Una vez comprado, el pollo debe almacenarse en estantes frescos, evitando la contaminación cruzada con otros alimentos y manteniéndolo a las temperaturas adecuadas.
- **Consumo de pollo congelado descongelado:** Si se descongela pollo congelado, se debe consumir lo antes posible para evitar la formación de peróxidos, que son precursores de los radicales libres y pueden ser dañinos para la salud.
- **Controlar el tiempo de almacenamiento:** A medida que pasa el tiempo, los microorganismos pueden proliferar y afectar la calidad del pollo, incluso a bajas temperaturas.

Siguiendo estas recomendaciones, se puede asegurar la frescura y la calidad del pollo, evitando riesgos para la salud y garantizando que este alimento sea seguro para el consumo.

## CALCULO DE VAN Y TIR

Si definimos el Neto Actual Valor, como la sumatoria aritmética de todos los valores descontados de las series de ingresos y egresos operativos, ingresos y egresos de inversión, denominado y estandarizado con el concepto Neto actual valor (VAN) y el flujo descontado a tasa de optimización de los flujos económicos, financieros y personales del negocio o proyecto a considerar la Tasa Interna de Retorno (TIR) de un flujo de efectivo, podemos utilizar cuadros o tablas para facilitar el proceso. Vamos a suponer que tenemos un proyecto con una inicial inversión y efectivos en flujos netos esperados en diferentes períodos. A continuación, te mostraré cómo hacerlo:

Supongamos el siguiente flujo de efectivo para un proyecto:

Inversión inicial: -\$1000

Caja fluida en efectivo año 1: \$300

Caja fluida en efectivo año 2: \$400

Caja fluida en efectivo año 3: \$500

Caja fluida en efectivo año 4: \$600

Paso 1: Construir el cuadro de flujo de efectivo

**Tabla 3.** *Ejemplo de Flujo Efectivo*

| <b>Periodo</b> | <b>Caja en Efectivo</b> |
|----------------|-------------------------|
| 0              | -\$1000                 |
| 1              | \$300                   |
| 2              | \$400                   |
| 3              | \$500                   |
| 4              | \$600                   |

Fuente: Elaboración propia

## **Paso 2: Calcular el VAN**

El Valor Actual Neto (VAN) es una medida financiera que se utiliza para evaluar la viabilidad de un proyecto de inversión. Se calcula restando el costo inicial de la inversión del valor presente de los flujos de efectivo futuros generados por el proyecto. En otras palabras, el VAN es una forma de determinar si un proyecto generará suficiente valor para cubrir su costo inicial y proporcionar un rendimiento adecuado.

El Valor Actual Neto (VAN) es una medida financiera que se utiliza para evaluar la viabilidad de un proyecto de inversión. Se calcula restando el costo inicial de la inversión del valor presente de los flujos de efectivo futuros generados por el proyecto. En otras palabras, el VAN es una forma de determinar si un proyecto generará suficiente valor para cubrir su costo inicial y proporcionar un rendimiento adecuado.

Si el VAN es positivo, significa que el proyecto generará un rendimiento mayor que la tasa de descuento utilizada, lo que indica que es una inversión favorable. Por el contrario, si el VAN es negativo, el proyecto probablemente no sea rentable.

El VAN es una herramienta importante en la toma de decisiones de inversión, ya que ayuda a los inversionistas a comparar diferentes proyectos y seleccionar aquellos que ofrecen el mayor valor añadido. Sin embargo, es importante considerar que el VAN tiene limitaciones y debe utilizarse junto con otras medidas de evaluación de proyectos para tomar decisiones informadas

Si el VAN es positivo, significa que el proyecto generará un rendimiento mayor que la tasa de descuento utilizada, lo que indica que es una inversión favorable. Por el contrario, si el VAN es negativo, el proyecto probablemente no sea rentable.

El VAN es una herramienta importante en la toma de decisiones de inversión, ya que ayuda a los inversionistas a comparar diferentes proyectos y seleccionar aquellos que ofrecen el mayor valor añadido. Sin embargo, es importante considerar que el VAN tiene limitaciones y debe utilizarse junto con otras medidas de evaluación de proyectos para tomar decisiones informadas

**El VAN** se determina con la sumatoria de la caja en flujo, que son actualizados a valor presente (con la respectiva tasa de costo de capital) y disminuyendo la inicial inversión.

Si se utiliza un costo de oportunidad del capital del orden del 10%. Los valores a determinar serían los siguientes:

$$\text{VAN} = [ \text{Caja Fluida año 0} / (1 + \text{costo capital})^0 ] + [ \text{Caja Fluida año 1} / (1 + \text{costo capital})^1 ] + [ \text{Caja fluida año 2} / (1 + \text{costo capital})^2 ] + [ \text{caja fluida año 3} / (1 + \text{costo capital})^3 ] + [ \text{Caja fluida año 4} / (1 + \text{costo capital})^4 ] - \text{Gasto inicial}$$

$$\text{VAN} = [ -\$1000 / (1 + 0.10)^0 ] + [ \$300 / (1 + 0.10)^1 ] + [ \$400 / (1 + 0.10)^2 ] + [ \$500 / (1 + 0.10)^3 ] + [ \$600 / (1 + 0.10)^4 ] - \$1000$$

$$\text{VAN} = [ -\$1000 ] + [ \$272.73 ] + [ \$330.58 ] + [ \$375.51 ] + [ \$410.64 ] - \$1000$$

$$\text{VAN} = \$389.46$$

### **Paso 3: Tasa Interna de Retorno determinada**

**La TIR** es el costo promedio ponderado de capital que determina que el VAN equipare al valor cero. Para su determinación, podemos utilizar métodos numéricos o utilizar software especializado. En este caso, asumiendo que no utilizamos software, probaremos diferentes costos de capital hasta determinar el que determine un valor del VAN próximo a cero.

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es otra medida financiera utilizada en la evaluación de proyectos de inversión. Al igual que el Valor Actual Neto (VAN), la TIR ayuda a determinar la viabilidad y rentabilidad de un proyecto. Sin embargo, en lugar de calcular el valor presente neto de los flujos de efectivo futuros, la TIR es la tasa de descuento que hace que el VAN sea igual a cero.

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es otra medida financiera utilizada en la evaluación de proyectos de inversión. Al igual que el Valor Actual Neto (VAN), la TIR ayuda a determinar la viabilidad y rentabilidad de un proyecto. Sin embargo, en lugar de calcular el valor presente neto de los flujos de efectivo futuros, la TIR es la tasa de descuento que hace que el VAN sea igual a cero.

Podemos notar que con un costo de capital del 10%, el VAN es positivo, por lo que probaremos con un costo de capital más bajo. Probemos con un costo de capital del 8%:

$$\text{VAN} = [ \text{Caja fluida año 0} / (1 + 0.08)^0 ] + [ \text{Caja fluida año 1} / (1 + 0.08)^1 ] + [ \text{Caja fluida año 2} / (1 + 0.08)^2 ] + [ \text{Caja fluida año 3} / (1 + 0.08)^3 ] + [ \text{Caja fluida año 4} / (1 + 0.08)^4 ] - \$1000$$

$$\text{VAN} = [-\$1000] + [\$277.78] + [\$323.00] + [\$359.62] + [\$396.86] - \$1000$$

$$\text{VAN} = \$357.26$$

La TIR está entre el 8% y el 10%. Si continuamos probando, podemos ajustarla más precisamente o utilizar un software para obtener el valor exacto. Pero, en este caso, podemos concluir que la TIR está aproximadamente alrededor del 9%.

## V. METODOS.

### 3.1. Diseño y Tipo de Investigación.

**Investigación tipificada:** Aplicativa en su naturaleza, pues se fundamenta en la aplicación de conocimientos y métodos científicos, matemáticos y físicos. Su objetivo primordial es orientar la investigación hacia la producción avícola

**Diseño de la investigación:** La investigación no adoptará un enfoque experimental transversal, ya que se llevará a cabo mediante un diseño transversal que analizará diversas variables relevantes para el proyecto. No se contempló la variable independiente como parte de un intento de experimento.

### 3.2. Variables, Operacionalización.

**Definición conceptual:** Se trata de un perímetro con aislamiento térmico que incluye internamente un material para extraer su energía térmica. Su función principal es preservar productos perecederos mediante la recirculación de aire frío, según lo indicado por Mora y Shapiro en 2015 (p. 643).

Busca maximizar la conservación del producto con el objetivo de prevenir la descomposición, ya sea para su posterior utilización, transporte o almacenamiento, según lo señalado por Plank en 2015 (p. 17).

**Definición operacional:** La función primordial de una cámara frigorífica radica en almacenar y preservar productos mediante el mantenimiento de una

temperatura óptima, con el propósito de evitar la pérdida de su valor comercial. Se refiere a la capacidad de extender la vida útil del producto al preservar sus características químicas y físicas, garantizando que sigan siendo aptas para el consumo.

Observar Matriz de Operacionalización de las variables en **Anexo 01**.

**Independiente Variable:** Cámara frigorífica su diseño

**Dependiente Variable: Conservación** Optimizada de conservación de carne avícola.

### **3.3. Población, Muestra y Muestreo.**

**Población:** En el territorio peruano, únicamente se registran cuatro cámaras frigoríficas, según los datos proporcionados por el INEI y el Ministerio de Agricultura. De este reducido número, hemos seleccionado específicamente aquella situada en Lurín, perteneciente a la empresa "Fríos Alimentos y Logística", donde se ha recabado la información esencial para este proyecto, basándonos en el censo por actividad industrial. Este enfoque nos será de utilidad para llevar a cabo el muestreo de cantidad y volumen requerido.

#### **Muestra:**

El océano juega un papel crucial en la regulación del clima global y alberga una biodiversidad única y vital para la salud del planeta. Sin embargo, el cambio climático causado por actividades humanas está alterando rápidamente los ecosistemas marinos. En esta investigación, exploramos los efectos del cambio climático en la biodiversidad marina y su impacto en la sostenibilidad de los océanos.

**Metodología** Se llevó a cabo una revisión exhaustiva de la literatura científica relacionada con el cambio climático y la biodiversidad marina. Se utilizaron bases de datos académicas para identificar estudios relevantes publicados en los últimos diez años. Se analizaron y sintetizaron los hallazgos clave para comprender mejor los patrones y tendencias en la respuesta de la biodiversidad marina al cambio climático.

En cuanto a los resultados de la investigación del camal de pollo materia de la presente Los resultados muestran que el cambio climático está provocando cambios significativos en los océanos, incluido el aumento de la temperatura del

agua, la acidificación, la pérdida de hielo marino y la disminución de los niveles de oxígeno. Estos cambios están afectando a la distribución, abundancia y comportamiento de las especies marinas, así como a la estructura y función de los ecosistemas oceánicos.

Como principal discusión debemos de notar, que las posibles implicaciones de estos cambios para la biodiversidad marina, incluida la pérdida de hábitats críticos, la extinción de especies, el aumento de las enfermedades y la reducción de los recursos pesqueros. También se exploran las estrategias de adaptación y mitigación, como la creación de áreas marinas protegidas, la gestión sostenible de la pesca y la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Y para culminar las conclusiones serian, acerca del estudio, que resalta la urgencia de tomar medidas para abordar el cambio climático y proteger la biodiversidad marina. Se necesita una acción coordinada a nivel mundial para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, fortalecer la resiliencia de los ecosistemas oceánicos y garantizar la sostenibilidad de los océanos para las generaciones futuras. En cuanto las referencias, que incluyen una lista de referencias bibliográficas que respaldan los hallazgos y argumentos presentados en el estudio.

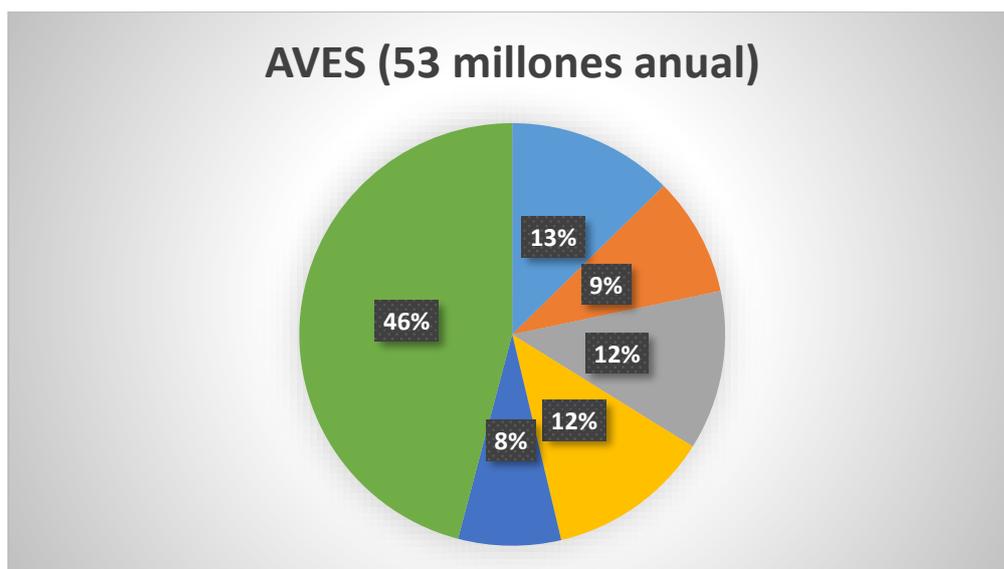


Figura 5. Grafica de la población a nivel nacional

Fuente: Elaboración Propia.

La gráfica mencionada anteriormente proporcionará información sobre la población que será considerada en este proyecto, representando a nivel nacional el 100% de los 53 millones de pollos comercializados en todos los camales autorizados en el Perú. Basándonos en esta gráfica, se tomará una muestra del 12%, lo que equivale a 6,360,000 pollos, distribuidos anualmente en la región de Lambayeque.

Probabilístico el muestreo.

### 3.4. Instrumentos y técnicas de recolección de datos.

**Recolección y Técnicas de datos:** En este contexto, las siguientes técnicas e instrumentos que fueron utilizadas en el campo de la investigación:

**Tabla 4.** *Técnicas de recolección de datos*

| <b>Técnicas</b> | <b>Uso</b>   | <b>Instrumento</b> |
|-----------------|--|--------------------|
| <b>Unitario</b> | Proporciona un conocimiento directo de la realidad a través del contacto directo con el objeto de estudio, utilizando los sentidos | Ficha de Registro  |
| <b>Encuesta</b> | Se utiliza para extraer información esencial de los individuos investigados con el objetivo de comprender el tema                  | Cuestionario       |

Fuente: Elaboración propia.

**Validez y confiabilidad:** La tesis fue evaluada por expertos en la materia, quienes llevaron a cabo una interpretación precisa de los resultados obtenidos.

### 3.5. Procedimientos.

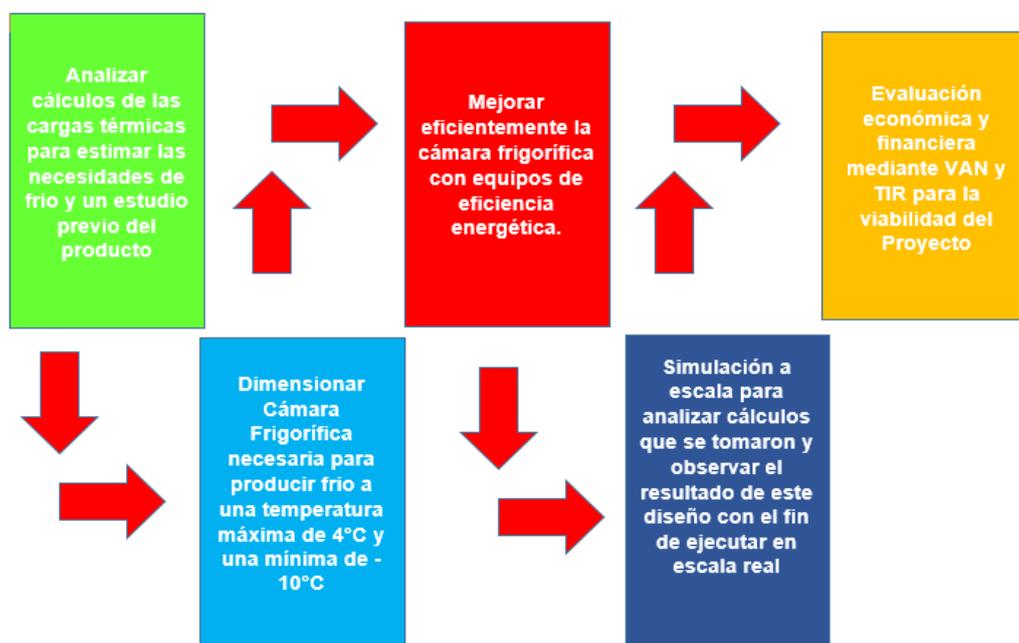


Figura 6. Esquema de Ejecución en el desarrollo de la investigación.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.6. Método de análisis de datos.

**Analítico Método**, se refiere a un enfoque de resolución de problemas que implica el análisis detallado y sistemático de un tema o situación, utilizando la lógica y la deducción para llegar a conclusiones o soluciones. Este enfoque se utiliza en una variedad de campos, desde las matemáticas y las ciencias hasta el análisis de políticas y la toma de decisiones empresariales

**Deductivo Método**, enfoque de razonamiento lógico que se utiliza para llegar a conclusiones específicas basadas en premisas o principios generales. Se basa en la idea de que, si se conocen ciertas premisas o principios generales y se sigue un proceso de razonamiento válido, se pueden derivar conclusiones específicas de manera lógica y sistemática.

### 3.7. Básicos Principios de Bioética.

Los principios básicos de la bioética son fundamentales en la toma de decisiones éticas relacionadas con la biología, la medicina y la salud en general. Estos principios proporcionan una guía para abordar dilemas éticos

y asegurar que las acciones en el ámbito de la salud sean moralmente aceptables. Aquí hay cuatro principios básicos de la bioética:

Los principios básicos de la bioética son fundamentales en la toma de decisiones éticas relacionadas con la biología, la medicina y la salud en general. Estos principios proporcionan una guía para abordar dilemas éticos y asegurar que las acciones en el ámbito de la salud sean moralmente aceptables. Aquí hay cuatro principios básicos de la bioética: Los principios básicos de la bioética son fundamentales en la toma de decisiones éticas relacionadas con la biología, la medicina y la salud en general. Estos principios proporcionan una guía para abordar dilemas éticos y asegurar que las acciones en el ámbito de la salud sean moralmente aceptables. Aquí hay cuatro principios básicos de la bioética:

Este principio establece la obligación de no causar daño intencionalmente a los pacientes y de minimizar el riesgo de causar daño no intencionado. Los profesionales de la salud deben evitar realizar acciones que puedan causar daño innecesario a los pacientes y deben evaluar cuidadosamente los beneficios y riesgos de cualquier intervención médica. La no maleficencia enfatiza la importancia de evitar el daño y proteger la integridad física y emocional de los pacientes.

La justicia bioética se centra en la distribución equitativa de los recursos y la equidad en el acceso a la atención médica. Este principio requiere que las decisiones y políticas en el ámbito de la salud sean justas y que traten a todas las personas con imparcialidad y equidad, independientemente de su situación socioeconómica, cultural o demográfica. La justicia bioética busca garantizar que todos tengan acceso a la atención médica necesaria y que se aborden las desigualdades en salud.

Estos principios básicos de la bioética, autonomía, beneficencia, no maleficencia y justicia, proporcionan un marco ético para la toma de decisiones en el campo de la biología, la medicina y la salud, y son fundamentales para promover el respeto, la equidad y la dignidad de las personas.

Estos principios básicos de la bioética, autonomía, beneficencia, no maleficencia y justicia, proporcionan un marco ético para la toma de decisiones en el campo de la biología, la medicina y la salud, y son

fundamentales para promover el respeto, la equidad y la dignidad de las personas.

## VI. RESULTADOS.

### 4.1. DIMENSIONAR LA CÁMARA FRIGORÍFICA NECESARIA PARA PRODUCIR FRIO A UNA TEMPERATURA MÁXIMA DE 4°C Y UNA MÍNIMA DE -10°C.

Dimensionar una cámara frigorífica implica determinar el tamaño adecuado de la misma para cumplir con los requisitos de almacenamiento de productos refrigerados o congelados. Aquí hay algunos pasos básicos para dimensionar una cámara frigorífica: Dimensionar una cámara frigorífica implica determinar el tamaño adecuado de la misma para cumplir con los requisitos de almacenamiento de productos refrigerados o congelados. Aquí hay algunos pasos básicos para dimensionar una cámara frigorífica: Dimensionar una cámara frigorífica implica determinar el tamaño adecuado de la misma para cumplir con los requisitos de almacenamiento de productos refrigerados o congelados. Aquí hay algunos pasos básicos para dimensionar una cámara frigorífica: Determinar los requisitos de temperatura, ¿Qué tipo de productos vas a almacenar en la cámara? Algunos productos requieren temperaturas de refrigeración más altas que otros. Por ejemplo, productos lácteos y carnes pueden requerir temperaturas de 0-4°C, mientras que productos congelados como helados o alimentos congelados pueden requerir temperaturas de -18°C o más bajas Determinar los requisitos de temperatura, ¿Qué tipo de productos vas a almacenar en la cámara? Algunos productos requieren temperaturas de refrigeración más altas que otros. Por ejemplo, productos lácteos y carnes pueden requerir temperaturas de 0-4°C, mientras que productos congelados como helados o alimentos congelados pueden requerir temperaturas de -18°C o más bajas Determinar los requisitos de temperatura, ¿Qué tipo de productos vas a almacenar en la cámara? Algunos productos requieren temperaturas de refrigeración más altas que otros. Por ejemplo, productos lácteos y carnes pueden requerir temperaturas de 0-4°C, mientras que productos congelados como helados o alimentos congelados pueden requerir temperaturas de -18°C o más bajas Calcula el volumen necesario, una vez que sepas los requisitos de temperatura, necesitas calcular cuánto espacio de almacenamiento se necesita. Esto depende de la cantidad de productos que deseas almacenar y su tasa de rotación. Calcula el volumen necesario, una vez que sepas los requisitos de temperatura, necesitas

calcular cuánto espacio de almacenamiento se necesita. Esto depende de la cantidad de productos que deseas almacenar y su tasa de rotación. Calcula el volumen necesario, una vez que sepas los requisitos de temperatura, necesitas calcular cuánto espacio de almacenamiento se necesita. Esto depende de la cantidad de productos que deseas almacenar y su tasa de rotación. Calcula el volumen necesario, una vez que sepas los requisitos de temperatura, necesitas calcular cuánto espacio de almacenamiento se necesita. Esto depende de la cantidad de productos que deseas almacenar y su tasa de rotación, Considera la carga térmica, como que es la cantidad de calor que ingresa a la cámara frigorífica desde el exterior. Depende de varios factores, como la temperatura exterior, el tamaño de la cámara, la frecuencia de apertura de la puerta, el tipo de aislamiento, entre otros. Es importante calcular y minimizar la carga térmica para dimensionar correctamente el sistema de refrigeración. Depende de varios factores, como la temperatura exterior, el tamaño de la cámara, la frecuencia de apertura de la puerta, el tipo de aislamiento, entre otros. Es importante calcular y minimizar la carga térmica para dimensionar correctamente el sistema de refrigeración del sistema de refrigeración, el aislamiento adecuado es crucial para mantener la temperatura interior de la cámara y minimizar la carga térmica. Debes seleccionar materiales de aislamiento de alta calidad y asegurarte de que la cámara esté bien sellada para evitar fugas de aire, se calcula la capacidad del sistema de refrigeración , una vez que tengas todos los datos anteriores, puedes calcular la capacidad necesaria del sistema de refrigeración para mantener la temperatura requerida en la cámara frigorífica bajo las condiciones específicas de carga térmica y minimizar la carga térmica para dimensionar correctamente el sistema de refrigeración del sistema de refrigeración , el aislamiento adecuado es crucial para mantener la temperatura interior de la cámara y minimizar la carga térmica. Debes seleccionar materiales de aislamiento de alta calidad y asegurarte de que la cámara esté bien sellada para evitar fugas de aire, se calcula la capacidad del sistema de refrigeración , una vez que tengas todos los datos anteriores, puedes calcular la capacidad necesaria del sistema de

refrigeración para mantener la temperatura requerida en la cámara frigorífica bajo las condiciones específicas de carga térmica y minimizar la carga térmica para dimensionar correctamente el sistema de refrigeración del sistema de refrigeración, el aislamiento adecuado es crucial para mantener la temperatura interior de la cámara y minimizar la carga térmica. Debes seleccionar materiales de aislamiento de alta calidad y asegurarte de que la cámara esté bien sellada para evitar fugas de aire, se calcula la capacidad del sistema de refrigeración, una vez que tengas todos los datos anteriores, puedes calcular la capacidad necesaria del sistema de refrigeración para mantener la temperatura requerida en la cámara frigorífica bajo las condiciones específicas de carga térmica

Los parámetros ambientales, como la temperatura ambiente y la humedad, desempeñan un papel crucial en el cálculo de la carga térmica. Además, los aspectos termodinámicos del producto, como su calor específico y tasa de enfriamiento, son fundamentales para comprender la interacción de la carne avícola con el ambiente refrigerado. Asimismo, se deben tener en cuenta las características de la infraestructura, incluyendo el aislamiento térmico y las dimensiones de la cámara, para obtener un cálculo preciso de la carga térmica.

Es crucial destacar que factores como las características intrínsecas del producto y su manipulación también ejercen influencia en la carga térmica. Estos elementos, en conjunto con los mencionados anteriormente, son esenciales para identificar las variables de diseño necesarias con el fin de asegurar una conservación eficiente de la carne avícola.

Otros factores no mencionados, aunque puedan estar presentes, tienen un impacto mínimo en el resultado final del cálculo de carga térmica. Por lo tanto, centrarse en los aspectos ambientales, termodinámicos, y de infraestructura mencionados proporciona una base sólida para abordar la estimación precisa de las necesidades de frío en la cámara frigorífica.

Además de los aspectos previamente mencionados, hay varios otros elementos que pueden influir en el rendimiento y la eficiencia de una cámara frigorífica destinada a la conservación de carne avícola. Algunos de estos factores incluyen:

1. **Sistema de Refrigeración:** El tipo de sistema de refrigeración utilizado, ya sea compresión, absorción o criogénico, afectará la eficiencia y los costos operativos.
2. **Control Automático:** La implementación de sistemas de control automático para monitorear y ajustar las condiciones internas de la cámara puede mejorar la eficiencia energética.
3. **Circulación de Aire:** Un diseño adecuado de la circulación de aire dentro de la cámara es crucial para garantizar una distribución uniforme de la temperatura y una conservación homogénea de la carne.
4. **Mantenimiento:** Un programa regular de mantenimiento es esencial para garantizar el funcionamiento óptimo de los equipos y prevenir posibles fallas.
5. **Energía Renovable:** La implementación de fuentes de energía renovable puede reducir el impacto ambiental y los costos operativos a largo plazo.
6. **Normativas y Cumplimiento:** Cumplir con las regulaciones y normativas locales e internacionales es fundamental para garantizar la seguridad alimentaria y la conformidad con los estándares de calidad.
7. **Capacidad de Almacenamiento:** La capacidad de almacenamiento de la cámara debe ser adecuada para cubrir la demanda proyectada y permitir un flujo eficiente de productos.
8. **Seguridad Alimentaria:** Implementar medidas de seguridad alimentaria, como controles de calidad y seguimiento de la cadena de frío, es crucial para garantizar la integridad de los productos almacenados.

Considerar estos factores adicionales contribuirá a un diseño y operación más efectivos de la cámara frigorífica para la conservación de carne avícola.

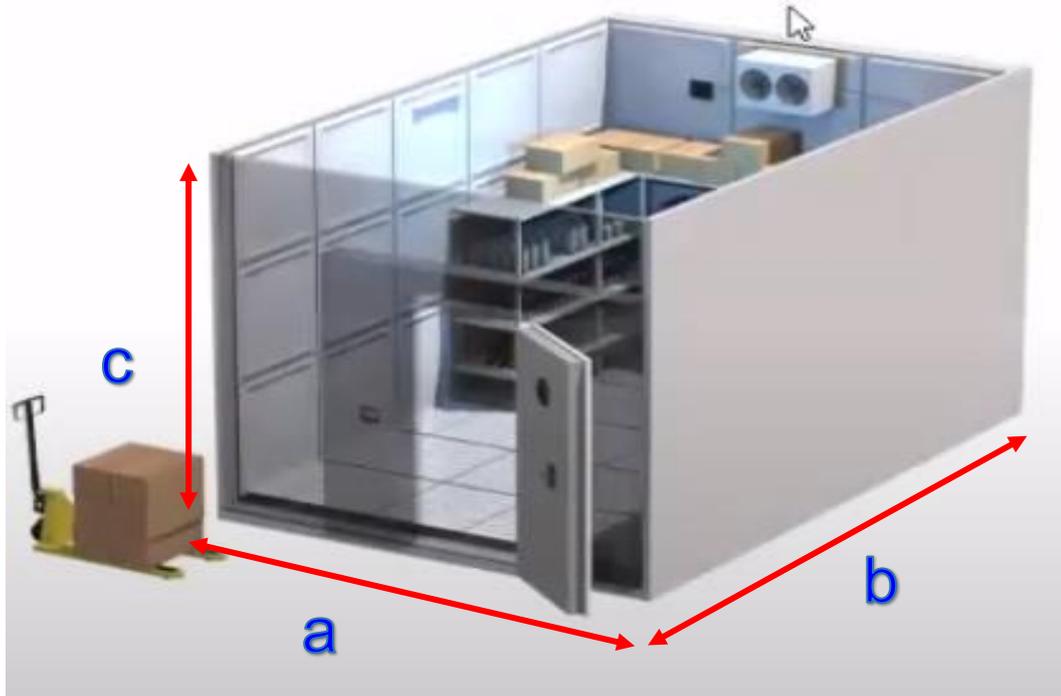


Figura 7. Dimensiones de Cámara frigorífica

Fuente: Elaboración propia

### Dimensionamiento para diseñar Cámara Frigorífica:

#### Dimensiones Exteriores:

- Ancho de Cámara:  
 $a = 6m$
- Fondo de Cámara:  
 $b = 11m$
- Alto de Cámara:  
 $c = 3m$
- Ancho y Aislantes:

Se trabajó con la siguiente Tabla que sigue a continuación:

**Tabla 5. Cámaras Frigoríficas tamaños Habituales**

| <b>Cámaras Frigoríficas Espesores Habituales</b> |
|--|
| Cuartos Cámara fríos a 12 °C: 60 mm              |
| Conservación Cámara a 0 °C: 100 mm               |
| Conservación Cámara a -20 °C: 150 mm             |
| Conservación Congelación a -30 °C: 200 mm        |

Fuente: Elaboración Propia.

El empleo de un espesor sobredimensionado en las cámaras frigoríficas puede ser una estrategia viable, especialmente si el cliente tiene la intención de convertirlas en cámaras congeladoras en el futuro. Optar por un espesor de 150 mm en lugar de los 100 mm convencionales para las cámaras frigoríficas puede proporcionar un mejor aislamiento térmico, lo que se traduce en una mayor eficiencia en la conservación del frío.

Este enfoque ofrece la ventaja de brindar versatilidad al cliente, ya que el aumento en el espesor del aislamiento puede facilitar una futura adaptación de las cámaras para su uso como cámaras congeladoras. El mejor aislamiento térmico contribuirá a mantener temperaturas más estables y reducirá la pérdida de frío, siendo esencial tanto para la conservación de productos refrigerados como para la congelación de alimentos.

Es fundamental tener en cuenta que este enfoque puede conllevar costos adicionales debido al mayor uso de materiales y a la necesidad de modificar las características estructurales de las cámaras. Por lo tanto, al considerar esta estrategia, es necesario evaluar cuidadosamente los beneficios a largo plazo en términos de eficiencia y versatilidad, en comparación con los costos inmediatos y las necesidades específicas del cliente.

$$e_a = 150 \text{ mm.}$$

$$e_s = 150 \text{ mm.}$$

#### **Volumen interior de la Cámara:**

$$V_{int.} = \left( a - 2 \frac{e_a}{1000} \right) * \left( b - 2 \frac{e_a}{1000} \right) * \left( c - \frac{e_a}{1000} - \frac{e_s}{1000} \right)$$

$$V_{int.} = \left( 6 - 2 \frac{150}{1000} \right) * \left( 11 - 2 \frac{150}{1000} \right) * \left( 3 - \frac{150}{1000} - \frac{150}{1000} \right)$$

$$V_{int.} = 164.67 \text{ m}^3$$

En el análisis concreto presentado, se brindan las dimensiones de la cámara frigorífica y los espesores de los aislantes utilizados. A partir de estos datos, se realiza el cálculo del volumen interior de la cámara, que asciende a aproximadamente  $164.67 \text{ m}^3$ . Además, se determina que la superficie de la cámara es de  $66 \text{ m}^2$  y su volumen exterior es de  $198 \text{ m}^3$ .

En el análisis concreto presentado, se brindan las dimensiones de la cámara frigorífica y los espesores de los aislantes utilizados. A partir de estos datos, se realiza el cálculo del volumen interior de la cámara, que asciende a aproximadamente  $164.67 \text{ m}^3$ . Además, se determina que la superficie de la cámara es de  $66 \text{ m}^2$  y su volumen exterior es de  $198 \text{ m}^3$ .

En el análisis concreto presentado, se brindan las dimensiones de la cámara frigorífica y los espesores de los aislantes utilizados. A partir de estos datos, se realiza el cálculo del volumen interior de la cámara, que asciende a aproximadamente  $164.67 \text{ m}^3$ . Además, se determina que la superficie de la cámara es de  $66 \text{ m}^2$  y su volumen exterior es de  $198 \text{ m}^3$ .

Estos valores son fundamentales para comprender la capacidad y las características estructurales de la cámara frigorífica en cuestión.

### CONFIGURE SU CÁMARA INDUSTRIAL:

**Introduzca las dimensiones exteriores del recinto:**

**Ancho:**  m **Alto:**  m **Largo:**  m

Superficie exterior:  $66 \text{ m}^2$  Volumen exterior:  $198 \text{ m}^3$

*Figura 8.* Indicador de Superficie y volumen exterior según dimensiones

Fuente: <https://camarasfrigorificas.fricontrol.eu/camaras-a-medida/recinto-configurable.html>

Concretamente, para realizar una estimación precisa de las necesidades de frío y la carga térmica en la cámara frigorífica destinada a la conservación de carne avícola, es fundamental contar con información adicional. Algunos de los datos necesarios incluyen:

- 1. Temperatura Deseada de Conservación:** La temperatura a la que se desea mantener la carne avícola dentro de la cámara.
- 2. Temperatura Ambiente Externa:** La temperatura promedio del entorno exterior donde se ubica la cámara, ya que esto afectará la cantidad de calor que entra.

3. **Tasa de Enfriamiento Requerida:** La velocidad a la que se necesita enfriar la carne avícola para alcanzar la temperatura deseada de conservación.
4. **Humedad Relativa:** La cantidad de humedad presente en el aire, ya que esto también puede influir en el proceso de enfriamiento.
5. **Características Termodinámicas del Producto:** Incluyendo el calor específico de la carne avícola, que es crucial para calcular la cantidad de energía térmica necesaria.

Con esta información adicional, se puede realizar un cálculo más completo y preciso de la carga térmica, permitiendo dimensionar adecuadamente los sistemas de refrigeración y garantizar condiciones óptimas de conservación para la carne avícola. La consideración de estos factores específicos asegura que la cámara funcione de manera eficiente y cumpla con los requisitos específicos de conservación.

#### **Aislamientos.**

El aislamiento tipo Sándwich con relleno de poliuretano expandido es una opción frecuentemente empleada en la construcción de cámaras frigoríficas debido a sus destacadas propiedades térmicas y su resistencia al fuego. Algunas de sus características más importantes incluyen:

1. **Propiedades Térmicas:** El poliuretano expandido proporciona una alta capacidad de aislamiento térmico, lo que ayuda a mantener temperaturas estables dentro de la cámara frigorífica y a minimizar la transferencia de calor desde el entorno exterior.
2. **Eficiencia Energética:** Debido a su capacidad de aislar eficientemente, este tipo de aislamiento contribuye a la eficiencia energética de la cámara frigorífica, reduciendo la carga térmica y los costos asociados con la refrigeración.
3. **Ligereza:** El poliuretano expandido es ligero, lo que facilita la manipulación e instalación de paneles de aislamiento en la construcción de la cámara.

4. **Facilidad de Instalación:** Los paneles tipo Sándwich son prefabricados y fáciles de instalar, lo que agiliza el proceso de construcción de la cámara frigorífica.
5. **Resistencia al Fuego:** El poliuretano expandido tiene propiedades de resistencia al fuego, proporcionando un nivel adicional de seguridad en el caso de posibles incidentes.
6. **Durabilidad:** Este tipo de aislamiento tiende a ser duradero y resistente, lo que contribuye a la longevidad de la cámara frigorífica.
7. **Versatilidad:** Los paneles tipo Sándwich con relleno de poliuretano expandido son versátiles y pueden adaptarse a diferentes diseños y tamaños de cámaras frigoríficas, brindando flexibilidad en la construcción.
8. **Bajo Costo:** Comparado con otras opciones de aislamiento, el poliuretano expandido es a menudo una alternativa más económica.

Estas características hacen que el aislamiento tipo Sándwich con relleno de poliuretano expandido sea una elección popular en la industria de la refrigeración y la construcción de cámaras frigoríficas.

- **Clasificación de resistencia al fuego:** B S2-d0.

Esta clasificación indica que el material de aislamiento tiene una buena resistencia al fuego y una baja producción de humos y gotas en caso de incendio. Esta característica es esencial en cámaras frigoríficas, ya que proporciona seguridad en caso de situaciones de emergencia relacionadas con el fuego.

- **Conductividad Térmica:** 0,0278 W/m°C.

La conductividad térmica, representada por el valor de 0,0278 W/m °C en el poliuretano expandido utilizado en el aislamiento, indica que este material posee una baja capacidad para conducir el calor. Este atributo es crucial en el contexto de cámaras frigoríficas, ya que sugiere que el poliuretano expandido es altamente eficiente para prevenir la transferencia de calor entre el interior y el

exterior de la cámara. Esta característica contribuye significativamente a mantener una temperatura constante dentro de la cámara, esencial para la conservación adecuada de productos.

El aislamiento tipo Sándwich con poliuretano expandido se presenta como una elección apropiada para cámaras frigoríficas debido a su buena eficiencia térmica. Además, su resistencia al fuego proporciona un nivel adicional de seguridad para el almacenamiento de productos perecederos. La combinación de eficiencia térmica, resistencia al fuego y seguridad lo convierte en una opción sólida en la industria de la refrigeración y conservación de alimentos.

La facilidad de instalación y la durabilidad del aislamiento tipo Sándwich con poliuretano expandido contribuyen a su popularidad, ofreciendo soluciones eficaces y confiables para las necesidades de aislamiento en entornos de refrigeración.

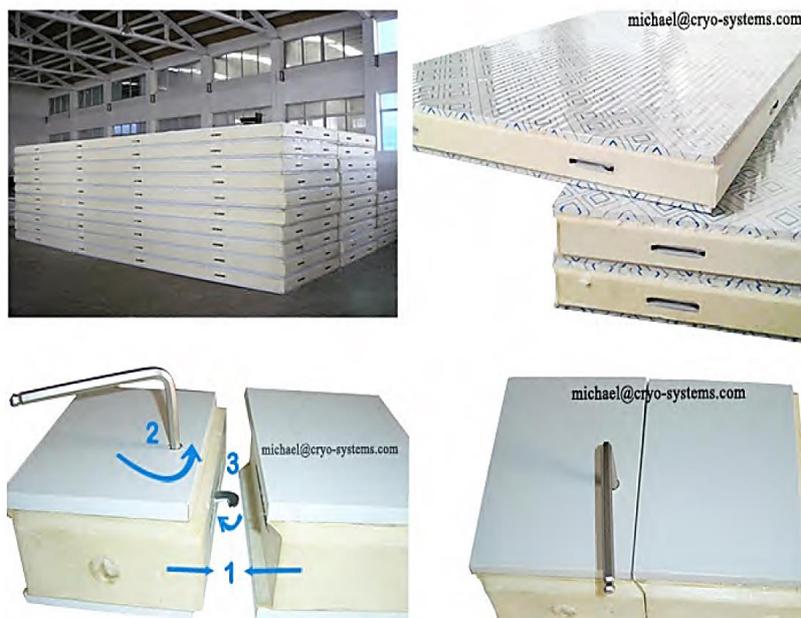


Figura 9. Descripción del Aislamiento

Fuente: Elaboración Propia.

La combinación de materiales para el aislamiento del suelo de las cámaras frigoríficas es adecuada para garantizar un buen aislamiento térmico y proteger los productos almacenados de las fluctuaciones de temperatura externa. A continuación, describiré cada capa de la combinación:

- 1 Suelo:** Esta es la superficie base del suelo sobre la que se construirá el sistema de aislamiento. Debe ser una superficie firme y nivelada para asegurar la estabilidad de la cámara frigorífica.
  
- 2 Panel tipo sándwich (paredes y techo):** Estos paneles son utilizados para la construcción de las paredes y techos de las cámaras frigoríficas. Son paneles aislantes compuestos por dos capas externas de metal o plástico y un núcleo de aislamiento, como el poliuretano o poliestireno expandido. Estos paneles proporcionan un alto grado de aislamiento térmico y son fáciles de instalar y mantener.
  
- 3 Barrera de vapor:** La barrera de vapor es una capa que se coloca entre el suelo y el aislamiento para evitar que la humedad y la condensación penetren en el aislamiento. Esto es especialmente importante en cámaras frigoríficas, donde la humedad puede afectar negativamente la eficiencia del aislamiento.
  
- 4 Aislamiento:** En este caso, se utilizará poliuretano desnudo en planchas de 150 mm de espesor como aislamiento. El poliuretano es un excelente material aislante y proporcionará una barrera efectiva contra la transferencia de calor desde el suelo hacia el interior de la cámara frigorífica.
  
- 5 Capa impermeabilizante:** La capa impermeabilizante se coloca sobre el aislamiento para protegerlo de la humedad y evitar que el agua penetre en el sistema. Esto es esencial para mantener la eficiencia del aislamiento y evitar problemas como la formación de moho o la degradación del aislamiento.
  
- 6 Losa de hormigón armado de 150mm:** Esta losa de hormigón actúa como la base sólida y resistente para el sistema de aislamiento. Proporciona estabilidad y soporte estructural para el aislamiento y el resto de los elementos de la cámara frigorífica.

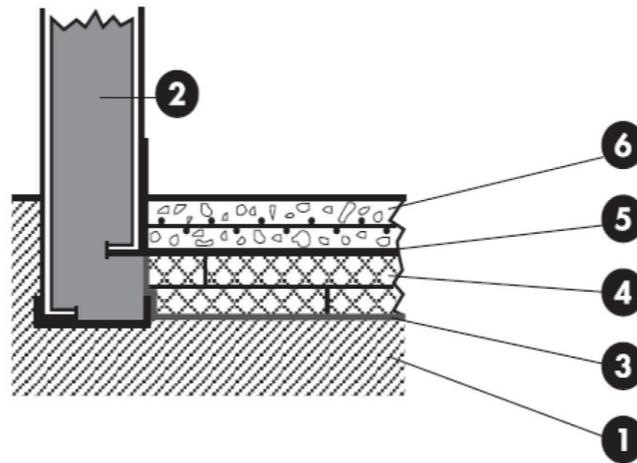


Figura 10. Detalle de Suelos

Fuente: Elaboración Propia

En resumen, esta combinación de materiales para el aislamiento del suelo de las cámaras frigoríficas garantiza un buen aislamiento térmico, evita la humedad y proporciona una base sólida y resistente para el correcto funcionamiento y conservación de los productos almacenados. Es importante asegurarse de que la instalación se realice correctamente y se sigan las especificaciones del fabricante para garantizar la eficiencia y el rendimiento óptimo del sistema de refrigeración.

**Conductividad del aislante del suelo:**  $0,0278 \text{ W/m}^\circ\text{C}$

$$K_p = 0,0278 \text{ W/m}^\circ\text{C}$$

### Restricciones interiores de la Cámara Frigorífica

**Tabla 6.** *Temperaturas del material de investigación*

|   |                      |
|---|----------------------|
| <b>Alimentos</b>                          | Aves Pollo todo tipo |
| <b>Temperatura de Conservación</b>        | -2                   |
| <b>Humedad relativa</b>                   | 100                  |
| <b>Contenido de agua</b>                  | 74                   |
| <b>Punto de Congelación</b>               | -2.8                 |
| <b>Calor específico antes congelado</b>   | 3.30                 |
| <b>Calor específico después congelado</b> | 1.76                 |
| <b>Calor Latente</b>                      | 247                  |

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| <b>Densidad Neta Carga</b> | 340 |
| <b>Embalaje %</b>          | 2   |

Fuente: Elaboración propia

### Almacenaje del producto.

La producción solicitada para almacenamiento dentro de Cámara es el producto avícola (carne de pollo).

### T° conservación de producción:

$$t_{atm} = -2^{\circ}C$$

### Relativa humedad interior.

La relativa humedad para conservación de la producción será del 100%.

$$\varphi = 100\%$$

### Presión de Saturación de Vapor de Agua.

Para calcular la presión requerida se usó la formula, la cual es la T° de Conservación de la producción.

$$P_{vs} = 0.0061 * 10^{\frac{7.5*t_{atm}}{237+t_{atm}}} \text{ bar}$$

$$P_{vs} = 0.0061 * 10^{\frac{7.5*(-2)}{237+(-2)}} \text{ bar}$$

$$P_{vs} = 0.00527 \text{ bar}$$

En esta ocasión es la **presión atmosférica** que fue utilizada siendo:

$$1atm = 1,013 \text{ bar.}$$

$$p = 1,013 \text{ bar.}$$

### En vapor de Agua la presión parcial:

Esta presión se obtiene de la expresión de humedad relativa y puesto que tanto la humedad relativa como la presión de saturación de vapor de agua son conocidas, despejo la presión parcial de vapor de agua.

$$\varphi = \frac{P_v}{P_{vs}}$$

$$P_v = P_{vs} * \varphi$$

$$P_v = 100 \% * 0.00527$$

$$P_v = 0.00527 \text{ bar}$$

#### **Humedad absoluta del Aire:**

$$\omega = 0.622 * \frac{P_v}{(P - P_v)}$$

$$\omega = 0.622 * \frac{0.00527}{(1.013 - 0.00527)}$$

$$\omega = 0.00325 \text{ Kg/Kg}_{as}$$

#### **Aire interior Entalpia:**

$$.»h_{int} = t_{alm} + \omega * (2501 + 1.82t_{alm})$$

$$h_{int} = (-2) + 0.00325 * (2501 + 1.82 * (-2))$$

$$h_{int} = 6.11642 \text{ KJ/Kg}_{as}$$

Preparación del Material, se prepara una muestra representativa del material nuevo en condiciones adecuadas para las pruebas, como tamaño y forma uniformes.

Medición de la masa, utiliza una balanza de precisión para medir con exactitud la masa de la muestra.

Calentamiento o enfriamiento controlado, somete la muestra a un proceso controlado de calentamiento o enfriamiento, donde se registra la cantidad de calor transferida al material y los cambios de temperatura correspondientes.

Registro de datos, durante el proceso de calentamiento o enfriamiento, registra los cambios de temperatura utilizando termómetros u otros dispositivos de medición de temperatura, y mide la cantidad de calor suministrada o extraída utilizando equipos de calorimetría adecuados.

Preparación del Material, se prepara una muestra representativa del material nuevo en condiciones adecuadas para las pruebas, como tamaño y forma uniformes.

**Coefficiente de total Capacidad:**

A continuación, se utilizará tablas especiales para determinar el valor del coeficiente del valor k para el cálculo del inferior y menor volumen al interior específico de la cámara.

**Tabla 7.** Seguridad Valores Coeficiente.

| $V_{int} (m^3)$ | <b>k</b> |
|-----------------|----------|
| 145             | 0.89     |
| 150             | 0.9      |
| 155             | 0.91     |
| 160             | 0.92     |
| 165             | 0.93     |
| 170             | 0.94     |
| 175             | 0.95     |

Fuente: Elaboración Propia.

K = 0.93

**Capacidad Total de la Cámara:**

$$m_{atm} = P_{carga} * V_{int.} * k$$

$$m_{atm} = 340 * 164.67 * 0.93$$

$$m_{atm} = 52068.65 \text{ Kg}$$

Para el caso de la temperatura exterior en la Cámara fue considerada la siguiente observación:

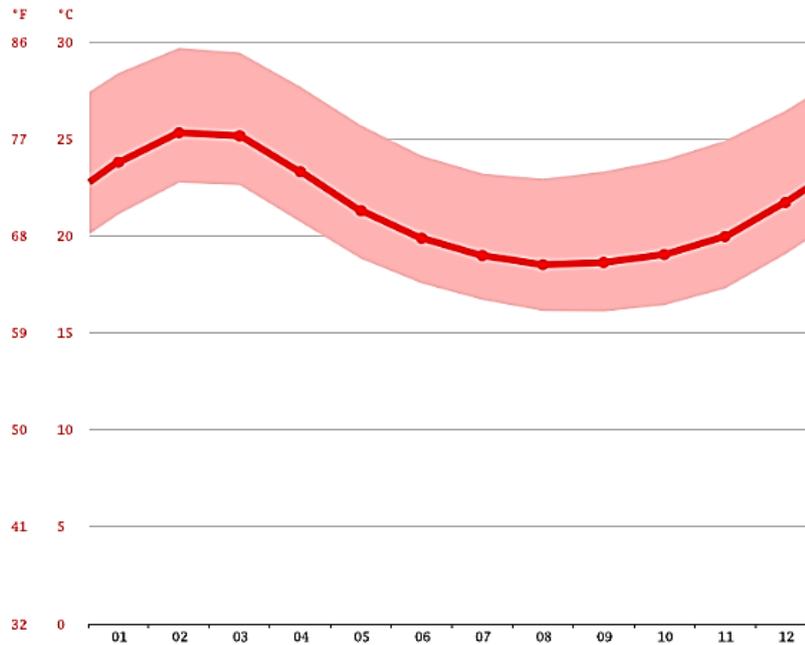


Figura 11. Temperatura promedio de Región Lambayeque

Fuente: <https://es.climate-data.org/americas-del-sur/peru/lambayeque/chiclayo-3932/>

Febrero es el mes más cálido del año. La temperatura de febrero promedio es de 25.3 °C, y las temperaturas medias más bajas del año se producen en agosto, cuando está alrededor de 18.5 °C, por lo cual para este caso elegimos el mes de febrero redondeando su temperatura.

$$t_{\text{ext}} = 25 \text{ } ^\circ\text{C}$$

### Relatividad de la Humedad:

Según la data, el mes con mayor humedad relativa es Julio con un 77.87 % y el mes con menor humedad relativa es febrero con 72.55 %, para realizar cálculo se usará la media de ambas un 75%.

|                        | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
|------------------------|-------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|
| Temperatura media (°C) | 23.8  | 25.3    | 25.1  | 23.3  | 21.3 | 19.9  | 19    | 18.5   | 18.6       | 19      | 20        | 21.7      |
| Temperatura mín. (°C)  | 21.1  | 22.7    | 22.6  | 20.7  | 18.8 | 17.5  | 16.7  | 16.1   | 16.1       | 16.4    | 17.3      | 19        |
| Temperatura máx. (°C)  | 28.4  | 29.7    | 29.4  | 27.7  | 25.7 | 24.1  | 23.2  | 22.9   | 23.3       | 23.9    | 24.9      | 26.5      |
| Precipitación (mm)     | 25    | 50      | 80    | 28    | 6    | 1     | 0     | 0      | 1          | 3       | 5         | 9         |
| Humedad(%)             | 74%   | 73%     | 74%   | 76%   | 77%  | 78%   | 78%   | 78%    | 77%        | 76%     | 76%       | 76%       |
| Días lluviosos (días)  | 3     | 6       | 7     | 4     | 1    | 0     | 0     | 0      | 0          | 1       | 1         | 2         |
| Horas de sol (horas)   | 8.6   | 8.5     | 8.6   | 8.6   | 7.7  | 6.6   | 6.3   | 6.4    | 6.6        | 7.0     | 7.6       | 8.1       |

Data: 1991 - 2021 Temperatura mín. (°C), Temperatura máx. (°C), Precipitación (mm), Humedad, Días lluviosos. Data: 1999 - 2019: Horas de sol

Figura 12. Captura de Tabla Climatológica del Tiempo en Chiclayo – JLO

Fuente: <https://es.climate-data.org/america-del-sur/peru/lambayeque/chiclayo-3932/>

$$\phi = 75\%$$

### Saturación y Presión de vapor de agua:

$$P_{vs} = 0.0061 * 10^{\frac{7.5 * t_{ext.}}{237 + t_{ext.}}} \text{ bar}$$

$$P_{vs} = 0.0061 * 10^{\frac{7.5 * (25)}{237 + (25)}} \text{ bar}$$

$$P_{vs} = 0.03169 \text{ bar}$$

### Aire y la presión:

$$p = 1,01300 \text{ bar}$$

### Vapor de agua y su presión parcial:

$$p_v = \phi * p_{vs}$$

$$p_v = 75\% * 0,03169$$

$$p_v = 0,02377 \text{ bar.}$$

### Aire absoluta humedad:

$$\omega = 0.622 * \frac{P_v}{(P - P_v)}$$

$$\omega = 0.622 * \frac{0.02377}{(1.01300 - 0.02377)}$$

$$\omega = 0.01494 \text{ Kg/Kg}_{as}$$

**Entalpía del Aire exterior:**

$$h_{ext} = t_{ext} + \omega * (2501 + 1.82t_{ext})$$
$$h_{ext} = (25) + 0.01494 * (2501 + 1.82 * (25))$$
$$h_{ext} = 63.0447 \text{ KJ/Kg}_{as}$$

**Coeficiente de película exterior:**

$$h_e = 23 \text{ w/m}^2\text{k}$$

**Dimensionamiento de la cámara frigorífica**

Debemos calcular el volumen interior de la cámara considerando el espacio requerido para almacenar la cantidad de carne de avícola establecida según las encuestas, necesitamos considerar varios factores, como el espacio requerido para almacenar la cantidad de carne de avícola establecida y las ganancias de calor por cambios de aire, personas y otros elementos.

Es establecida la cantidad de carne de avícola para ser almacenada según encuestas realizadas para comprobar el beneficio en kilogramos que se requiere guardar en los siguientes años, teniendo en cuenta las fechas de mayor demanda.

Medidas de la jaba de pollo:

- Recipiente vacío: 3Kg.
- Altura: 300mm.
- Largo: 600mm.
- Ancho: 1100mm.
- Peso por jaba llena: 30Kg.

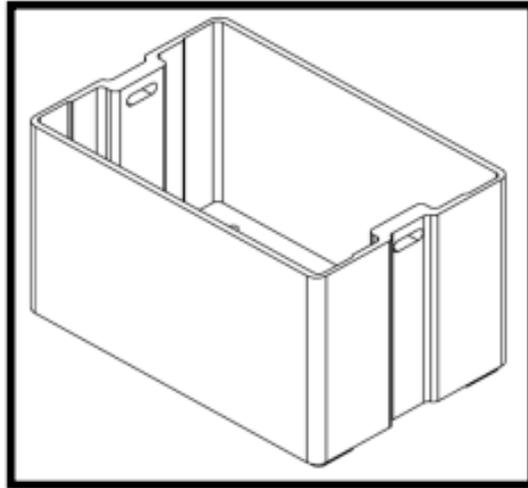


Figura 13. Jabas conservadoras de carne avícola

Fuente: Elaboración propia.

Para calcular el número de jabas y el volumen total que ocuparán en la cámara frigorífica, primero necesitamos determinar cuántas jabas serán necesarias para almacenar los 2000 kg de carne de avícola. Dado que el peso por jaba llena es de 30 kg, la cantidad de jabas se obtiene dividiendo el peso total de carne entre el peso por jaba:

- 1. Cálculo del número de jabas:** Cantidad de carne a almacenar = 2000 kg  
Peso por jaba llena = 30 kg  
Número de jaba = Cantidad de carne a almacenar / Peso por jaba llena  
Número de jaba =  $2000 \text{ kg} / 30 \text{ kg} = 66.66$   
(aproximadamente 67 jabas).
- 2. Cálculo del volumen total ocupado por las jabas:** Volumen de una jaba =  
Altura x Largo x Ancho  
Volumen de una jaba =  $0.35 \text{ m} \times 0.6 \text{ m} \times 0.4 \text{ m} = 0.084 \text{ m}^3$ .
- 3. Volumen total ocupado por las jabas:** Número de jaba x Volumen de una jaba  
Volumen total ocupado por las jabas =  $67 \times 0.084 \text{ m}^3 = 5.628 \text{ m}^3$ .

### Aislamiento de la cámara frigorífica

Según la tabla proporcionada, para una temperatura de 4°C se necesita un espesor de corcho de 5" (aproximadamente 0.127 m) y para una temperatura de -10°C se necesita un espesor de corcho de 8" (aproximadamente 0.203 m).

**Tabla 8.** *Tabla de espesor para el panel según la Temperatura*

| <b>Temperatura de Cámara</b> | <b>Espesor de Corcho</b> |
|------------------------------|--------------------------|
| 55 a 65 °F                   | 4"                       |
| 45 a 55 °F                   | 5"                       |
| 28 a 45 °F                   | 6"                       |
| 18 a 29 °F                   | 7"                       |
| 0 a 18 °F                    | 8"                       |
| (-17) a 0 °F                 | 9"                       |
| (-50) a (-25) °F             | 11"                      |

Fuente: Cold Import

### **Dimensionamiento de la cámara frigorífica**

Volumen interior de la cámara = Volumen total ocupado por las jabas + Aislamiento.

$$Vol_{int\_cam} = Vol_{tot\_jab} + aisl$$

$$Vol_{int\_cam} = 5.628 + 0.203$$

$$Vol_{int\_cam} = 5.831 \text{ m}^3$$

Volumen interior de la cámara: 5.831 m<sup>3</sup> (considerando el espesor de corcho para la temperatura mínima).

Basándonos en los cálculos anteriores, la cámara frigorífica necesaria para almacenar 2000 kg de carne de avícola y mantenerla a una temperatura máxima de 4°C y una mínima de -10°C debería tener un volumen interior aproximado de 5.831 m<sup>3</sup>.

Es crucial destacar que estos cálculos son aproximados y proporcionan una estimación inicial del volumen requerido. Al diseñar una cámara frigorífica, se deben considerar otros factores importantes, como la carga térmica específica de la cámara (influenciada por factores como las condiciones climáticas, la apertura de puertas, la iluminación, entre otros), el tipo de sistema de refrigeración utilizado y otros aspectos específicos del proyecto.

Para un diseño más preciso y eficiente, se recomienda realizar un análisis detallado que tenga en cuenta todos los parámetros relevantes. Esto garantizará que la cámara frigorífica cumpla con los requisitos de conservación de la carne de avícola de manera óptima, evitando problemas como el sobredimensionamiento del sistema de refrigeración.

**Cambios de aire:**

Utilizamos la tabla proporcionada para calcular la cantidad de cambios de aire necesarios. Como la temperatura de la cámara será inferior a 32°F, tomamos el valor correspondiente a 1500 cambios/día.

**Tabla 9.** *Cambios de Aire para Temperatura Menor de 32° F*

| <b>Volumen<br/>(Mt Cúbico)</b> | <b>Cambios / día</b> |
|--------------------------------|----------------------|
| 5                              | 34                   |
| 7                              | 48                   |
| 10                             | 44.5                 |
| 12                             | 39.5                 |
| 15                             | 36                   |
| 25                             | 33                   |
| 30                             | 30                   |
| 40                             | 27.5                 |
| 60                             | 24                   |
| 80                             | 22                   |
| 120                            | 12.5                 |
| 150                            | 13.2                 |
| 180                            | 12.2                 |
| 230                            | 13.5                 |
| 250                            | 14.5                 |
| 350                            | 13.9                 |
| 500                            | 13.9                 |
| 750                            | 13                   |
| 900                            | 12.7                 |

|                      |      |
|----------------------|------|
| 1100                 | 22   |
| 1500                 | 21.5 |
| 1E x 10 <sup>5</sup> | 31.4 |

Fuente: Cold Import.

### Calor introducido a la cámara:

Usamos la tabla proporcionada para calcular el calor introducido a la cámara en función de la temperatura y la humedad relativa. Dado que la temperatura máxima será de 4°F y la mínima de -10°F, calcularemos el calor introducido para ambas temperaturas y luego haremos una interpolación para la temperatura de -4°F.

Para calcular el calor introducido a una cámara, necesitas tener en cuenta varios factores, como la temperatura inicial y final de la cámara, el calor específico del material contenido en la cámara, la masa del material, y el tiempo durante el cual se introdujo el calor. Aquí hay un enfoque general para calcular el calor introducido a una cámara:

Medir la temperatura inicial y final de la cámara; Mide la temperatura inicial  $T_i$  y la temperatura final  $T_f$  de la cámara antes y después de que se haya introducido el calor, respectivamente. Asegúrate de utilizar la misma escala de temperatura (por ejemplo, grados Celsius o Kelvin) para ambas mediciones. Calcular el cambio de temperatura: Calcula el cambio de temperatura  $\Delta T$  experimentado por el contenido de la cámara utilizando la fórmula:

$$\Delta T = T_f - T_i$$

Determinar el calor específico del material: Si conoces el tipo de material contenido en la cámara, puedes utilizar su calor específico  $c$  para calcular la cantidad de calor introducido. Si no conoces el calor específico del material, puedes utilizar valores típicos o realizar pruebas experimentales para determinarlo. Calcular el calor introducido, se utiliza la fórmula del calor específico para calcular la cantidad de calor  $Q$  introducido a la cámara:

$$\Delta Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

De donde:

$Q$  es la cantidad de calor introducido (en julios o calorías).

$m$  es la masa del material contenido en la cámara (en kilogramos o gramos).

$c$  es el calor específico del material (en julios por kilogramo por grado Celsius o en calorías por gramo por grado Celsius).

$\Delta T$  es el cambio de temperatura experimentado por el contenido de la cámara (en grados Celsius).

Una vez que hayas calculado el calor introducido a la cámara, tendrás una medida de la cantidad de energía térmica que ha entrado en el sistema durante el período de tiempo considerado. Este cálculo es útil para comprender cómo los cambios de temperatura afectan el contenido de la cámara y pueden ser importantes en aplicaciones donde se requiere un control preciso de la temperatura.

- Para la temperatura de 4°F:  $Q_1 = 0.85 \times 193327.09 \text{ pie}^3 \times 2.93 \text{ BTU/pie}^3 = 479949.19 \text{ BTU/día}$ .
- Para la temperatura de -10°F:  $Q_2 = 1.35 \times 193327.09 \text{ pie}^3 \times 3.56 \text{ BTU/pie}^3 = 991429.57 \text{ BTU/día}$ .
- Interpolación para la temperatura de -4°F:  $Q_3 = 1340 \times 193327.09 \text{ pie}^3 \times 3.69 \text{ BTU/pie}^3 = 998727.75 \text{ BTU/día}$

### **Calor liberado por personas**

Utilizamos la tabla proporcionada para calcular el calor liberado por personas en función de la temperatura de la cámara. Como la temperatura máxima será de 4°F, tomamos el valor correspondiente a 720 BTU/hr-persona.

La Tabla N<sup>o</sup> 10, que muestra el calor liberado en (Btu/hr-persona) en función de la temperatura de la cámara.

Tabla 10. *Calor Liberado por Personas*

| TEMPERATURA DE CÁMARA (°F) | CALOR LIBERADO (Btu/hr-persona) |
|----------------------------|---------------------------------|
| 60                         | 1720                            |
| 50                         | 1840                            |
| 40                         | 1950                            |
| 30                         | 2050                            |
| 20                         | 2200                            |
| 0                          | 2300                            |
| -20                        | 2400                            |
| -30                        | 2530                            |
| -40                        | 2640                            |

Fuente : (Herencia, 2019), Elaboración Propia

#### Factor de respiración de la carne de avícola:

Usamos la tabla proporcionada para obtener el factor de respiración de las aves de pollo, que es de 1 BTU/lb\*día.

#### Coefficiente de aislante:

Según la tabla proporcionada, el coeficiente de aislante para corcho con un espesor de 10 mm es de 0.464 Watios/hora\*m<sup>2</sup>°C.

**Tabla 11. Coeficiente de aislante**

| mms de Espesor | Vino                               | Vidrio en fibra | Polies | Uretano | Mineral |
|----------------|------------------------------------|-----------------|--------|---------|---------|
|                | <b>Watios/hora*m<sup>2</sup>°C</b> |                 |        |         |         |
| 50             | 0.928                              | 0.812           | 0.696  | 0.464   | 0.905   |

|     |       |       |       |       |       |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|
| 75  | 0.626 | 0.568 | 0.484 | 0.313 | 0.603 |
| 100 | 0.464 | 0.429 | 0.348 | 0.232 | 0.452 |
| 125 | 0.371 | 0.336 | 0.278 | 0.186 | 0.359 |
| 150 | 0.313 | 0.220 | 0.174 | 0.116 | 0.220 |

Fuente: (Devesa & Benlloch, n.d.),

### Renovación del aire:

Utilizamos la tabla proporcionada para calcular la cantidad de renovaciones de aire necesarias. Tomamos el valor correspondiente a 1500 renovaciones/día para la temperatura de conservación. Utilizamos la tabla proporcionada para calcular la cantidad de renovaciones de aire necesarias. Tomamos el valor correspondiente a 1500 renovaciones/día para la temperatura de conservación. Utilizamos la tabla proporcionada para calcular la cantidad de renovaciones de aire necesarias. Tomamos el valor correspondiente a 1500 renovaciones/día para la temperatura de conservación. Utilizamos la tabla proporcionada para calcular la cantidad de renovaciones de aire necesarias. Tomamos el valor correspondiente a 1500 renovaciones/día para la temperatura de conservación. Utilizamos la tabla proporcionada para calcular la cantidad de renovaciones de aire necesarias. Tomamos el valor correspondiente a 1500 renovaciones/día para la temperatura de conservación. Utilizamos la tabla proporcionada para calcular la cantidad de renovaciones de aire necesarias. Tomamos el valor correspondiente a 1500 renovaciones/día para la temperatura de conservación. Utilizamos la tabla proporcionada para calcular la cantidad de renovaciones de aire necesarias. Tomamos el valor correspondiente a 1500 renovaciones/día para la temperatura de conservación.

**Tabla 12.** *Renovación del aire – día*

| Volumen<br>Cámara<br>m <sup>3</sup> | Renovaciones aire día |             | Volumen<br>Cámara<br>m <sup>3</sup> | Renovaciones aire día |             |
|-------------------------------------|-----------------------|-------------|-------------------------------------|-----------------------|-------------|
|                                     | Conservación          | Congelación |                                     | Conservación          | Congelación |
| 2.5                                 | 52                    | 70          | 100                                 | 6.8                   | 9           |
| 3.0                                 | 47                    | 63          | 150                                 | 5.4                   | 7           |
| 4.0                                 | 40                    | 53          | 200                                 | 4.6                   | 6           |
| 5.0                                 | 35                    | 47          | 250                                 | 4.1                   | 5.3         |
| 7.5                                 | 28                    | 38          | 300                                 | 3.7                   | 4.8         |

|    |      |      |      |      |      |
|----|------|------|------|------|------|
| 10 | 24   | 32   | 400  | 3.1  | 4.1  |
| 15 | 19   | 26   | 500  | 2.8  | 3.6  |
| 20 | 16.5 | 22   | 600  | 2.5  | 3.2  |
| 25 | 14.5 | 19.5 | 800  | 2.1  | 2.8  |
| 30 | 13   | 17.5 | 1000 | 1.9  | 2.4  |
| 40 | 11.5 | 15   | 1500 | 1.5  | 1.95 |
| 50 | 10   | 13   | 2000 | 1.3  | 1.65 |
| 60 | 9    | 12   | 2500 | 1.1  | 1.45 |
| 80 | 7.7  | 10   | 3000 | 1.05 | 1.30 |

Fuente: (Devesa & Benlloch, n.d.)

Ahora, sumamos todas las fuentes de ganancia de calor:

Calor introducido a la cámara (Q1, Q2, Q3) = 479949.19 BTU/día + 991429.57 BTU/día + 998727.75 BTU/día = 2475106.51 BTU/día.

Calor liberado por personas = 720 BTU/hr-persona x 24 horas/día = 17280 BTU/día.

Calor respirado de la carne de avícola = 1000 kg x 1 BTU/lb\*día = 1000 BTU/día.

Ganancia total de calor = 2475106.51 BTU/día + 17280 BTU/día + 1000 BTU/día = 2498386.51 BTU/día.

Finalmente, dimensionamos el aislamiento necesario para mantener la temperatura de la cámara con la ganancia de calor total:

Ganancia por las paredes = 1000 pie<sup>2</sup> x 1.4 BTU/día \* pie<sup>2</sup> = 1400 BTU/día.

Espesor de corcho requerido para una temperatura de -10°F (según la Tabla 6) = 8".

Ganancia total con aislamiento = Ganancia total de calor - Ganancia por las paredes = 2498386.51 BTU/día - 1400 BTU/día = 2496986.51 BTU/día.

Cantidad de corcho necesario = Ganancia total con aislamiento / (Espesor de corcho requerido x Coeficiente de aislante) = 2496986.51 BTU/día / (8" x 0.464 Watos/hora\*m<sup>20</sup>C) ≈ 6505.81 m<sup>2</sup>.

Por lo tanto, se requerirán aproximadamente 6505.81 m<sup>2</sup> de corcho con un espesor de 8" para mantener la temperatura de la cámara frigorífica entre 4°C y -10°C, considerando la cantidad de carne de avícola a almacenar y las diferentes fuentes de ganancia de calor. Es importante tener en cuenta que este es un cálculo aproximado y se deben considerar otros factores para un diseño más preciso.

## **4.2 REALIZAR LOS CÁLCULOS DE LAS CARGAS TÉRMICAS PARA ESTIMAR LAS NECESIDADES DE FRIO.**

### **4.2.1. GANANCIA DE CALOR POR TRANSMISIÓN.**

La ganancia de calor por transmisión en una cámara frigorífica se refiere al calor que ingresa al interior de la cámara a través de las paredes, el techo, el suelo y cualquier otro componente que limite el espacio refrigerado. Estas transmisiones de calor ocurren debido a la diferencia de temperaturas entre el interior frío de la cámara y el ambiente exterior más cálido.

Los materiales utilizados en la construcción de la cámara frigorífica tienen cierta conductividad térmica, lo que significa que permiten la transferencia de calor a través de ellos. Cuanto mayor sea la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior, mayor será la ganancia de calor por transmisión.

## Ganancias de calor por transmisión

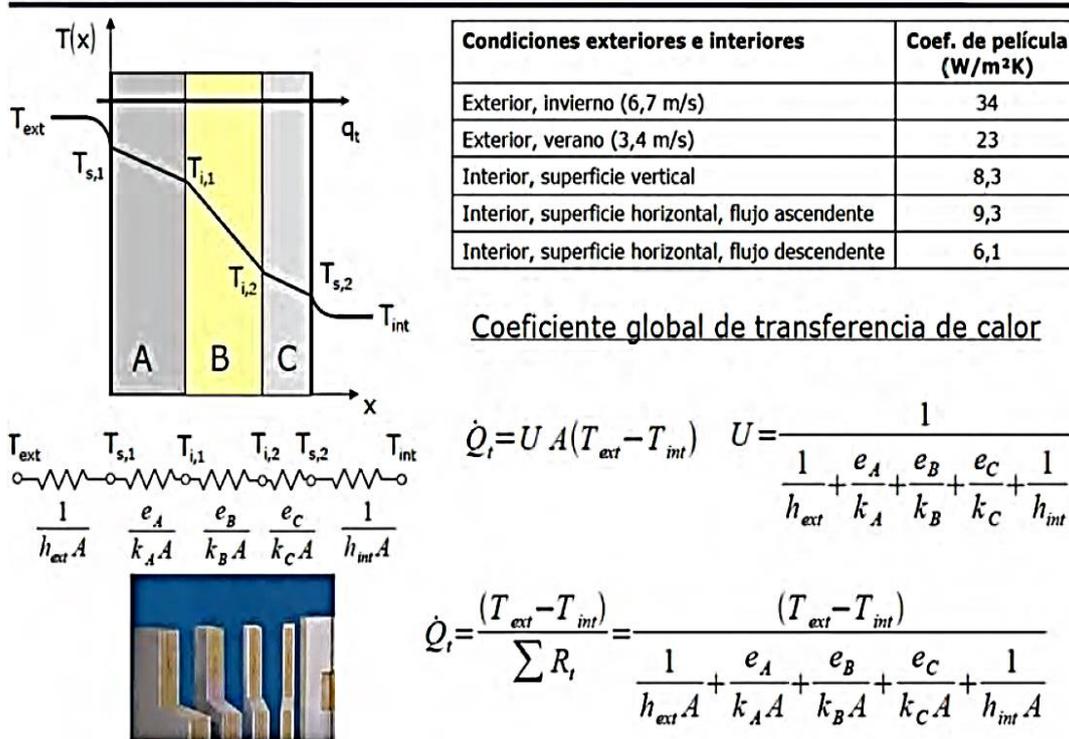


Figura 14. Formula de Calor por Trasmisión

Fuente: Elaboración Propia

El cálculo de las cargas térmicas es fundamental para determinar las necesidades de frío en la cámara frigorífica y asegurar una conservación adecuada de los productos perecederos.

A continuación, se analizan concretamente los cálculos realizados:

### 4.2.2. GANANCIA DE CALOR POR TRANSMISIÓN EN LAS PAREDES:

#### 4.2.2.1. CÁLCULO DE ÁREA EN PAREDES Y PUERTAS:

Área de paredes:

- PRIMERA PARED 1:

$$S_{p1} = b * c$$

$$S_{p1} = 11 * 3$$

$$S_{p1} = 33m^2$$

- SEGUNDA PARED:

$$S_{p2} = b * c + 2 * a * c$$

$$S_{p2} = 11 * 3 + 2 * 6 * 3$$

$$S_{p2} = 69 \text{ m}^2$$

- TOTAL ÁREA:**

$$S_{pt} = S_{p1} + S_{p2}$$

$$S_{pt} = 33 + 69$$

$$S_{pt} = 102 \text{ m}^2$$

Se calcula la superficie total de las paredes (102 m<sup>2</sup>) y se utiliza el coeficiente de película exterior ( $h_e = 23 \text{ w/m}^2\text{k}$ ) mostrado líneas arriba.

#### CALOR TRANSFERIDO POR LAS PAREDES.

$$q_p = q * 3,6 * 24$$

Para calcular el calor transferido por la primera pared que se encuentra en contacto con el medio exterior, es:

$$q_{p1} = \frac{(t_{ext} - t_{alm}) * 3.6 * 24}{\frac{1}{h_e * s_{p2}} + \frac{2 * e_a}{K_p * s_{p2} * 1000} + \frac{1}{h_{ip} * s_{p2}}}$$

$$q_{p1} = \frac{(25 - (-2)) * 3.6 * 24}{\frac{1}{23 * 69} + \frac{2 * 150}{0.0278 * 69 * 1000} + \frac{1}{8.3 * 69}}$$

$$q_{p1} = 42797.04 \text{ KJ/día}$$

$$q_p = q_{p1}$$

$$q_p = 42797.04 \text{ KJ/día}$$

Se determina que el valor de calor transmitido por las paredes es:

$$(q_{ptotal} = 42797.04 \text{ KJ/día}).$$

#### 4.2.2.2. GANANCIA DE CALOR POR TRANSMISIÓN EN EL TECHO

### CÁLCULO EN ÁREA DE TECHO.

$$S_t = a * b$$

$$S_t = 6 * 11$$

$$S_t = 66 \text{ m}^2$$

### CALOR TRANSFERIDO POR EL TECHO.

$$q_t = q * 3,6 * 24$$

$$q_t = \frac{(t_{ext} - t_{alm}) * 3.6 * 24}{\frac{1}{h_e * s_t} + \frac{e_a}{K_p * s_t * 1000} + \frac{1}{h_{it} * s_t}}$$

$$q_t = \frac{(25 - (-2)) * 3.6 * 24}{\frac{1}{23 * 66} + \frac{150}{0.0278 * 66 * 1000} + \frac{1}{6.1 * 66}}$$

$$q_t = 40468.76 \text{ KJ/día}$$

Se calcula la superficie del techo (63 m<sup>2</sup>) y se utiliza el coeficiente de película interior del techo ( $h_{it} = 6,1 \text{ W/ m}^2 \text{ K}$ ). Luego, se determina el valor de calor transmitido por el techo ( $q_t = 40468.76 \text{ KJ/día}$ ).

### 4.2.2.3. GANANCIA DE CALOR POR TRANSMISIÓN EN EL SUELO

#### 4.2.2.3.1. SUELO.

##### Tº DEL SUELO:

$$t_s = \frac{t_{ext} + 15}{2}$$

$$t_s = \frac{25 + 15}{2}$$

$$t_s = 20^\circ\text{C}$$

##### ÁREA DEL SUELO:

$$S_s = a * b$$

$$S_s = 6 * 11$$

$$S_s = 66 \text{ m}^2$$

### CALOR TRANSFERIDO POR EL SUELO:

$$q_s = q * 3,6 * 24$$

$$q_s = \frac{(t_s - t_{alm}) * 3.6 * 24}{\frac{1}{h_e * s_s} + \frac{e_a}{K_p * s_s * 1000} + \frac{1}{h_{is} * s_s}}$$

$$q_s = \frac{(20 - (-2)) * 3.6 * 24}{\frac{1}{23 * 66} + \frac{e_a}{0.0278 * 66 * 1000} + \frac{1}{9.3 * 66}}$$

$$q_s = 33470.79 \text{ KJ/día}$$

Se calcula la temperatura media del suelo ( $t_s = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ) y se utiliza el coeficiente de película interior del suelo ( $h_{is} = 9,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ ). Luego, se determina el valor de calor transmitido por el suelo ( $q_s = 33470.79 \text{ KJ/día}$ ).

### CALOR DE TRANSFERENCIA:

Se suman los valores de calor transmitido por las paredes, techo y suelo para obtener el calor de transmisión total ( $q_{tran}$ ):

$$q_{tran} = q_p + q_t + q_s$$

$$q_{tran} = 42797.04 + 40468.76 + 33470.79$$

$$q_{tran} = 116736.59 \text{ KJ/día}$$

### 4.2.3. LA CARGA DEBIDO A LA ENTRADA DE PRODUCTO EN UNA CÁMARA FRIGORÍFICA

Se refiere al calor adicional que ingresa al sistema cada vez que se introduce nuevo producto. Este calor se debe a la diferencia de temperatura entre el producto y la temperatura interior de la cámara. Cuando se abre la puerta de la cámara para introducir nuevos productos, el calor del ambiente exterior y del propio producto se transfiere al interior de la cámara, lo que provoca un aumento de la carga térmica que el sistema de refrigeración debe eliminar para mantener la temperatura deseada.

Para calcular la carga debida a la entrada de producto, es necesario conocer la cantidad y tipo de productos que se introducen en la cámara, así como sus temperaturas de ingreso. Con esta información, se puede determinar la cantidad de calor que se transferirá al interior de la cámara y, en consecuencia, ajustar el sistema de refrigeración para mantener las condiciones adecuadas de temperatura y humedad.

### **RESTAURACIÓN DE PRODUCCIÓN DIARIA.**

$$r_{dia} = 45\%$$

### **MASA DE LA PRODUCCIÓN RENOVADA.**

$$m_{prod} = m_{alm} * r_{dia}$$

$$m_{prod} = 52068.65 * 45\%$$

$$m_{prod} = 23430.89 \text{ kg/día}$$

### **T° INICIAL DEL PRODUCTO**

$$t_{ent} = 5 \text{ °C}$$

### **PROMEDIO DE EMBALAJE INICIAL.**

$$P_{emb} = 2\%$$

### **MASA DE EMBALAJE INICIAL.**

$$m_{emb} = m_{prod} * P_{emb}$$

$$m_{emb} = 23430.89 * 2\%$$

$$m_{emb} = 468.62 \text{ Kg/día}$$

### **MASA TOTAL INICIAL.**

$$m_{ent} = m_{prod} + m_{emb}$$

$$m_{ent} = 23430.89 + 468.62$$

$$m_{ent} = 23899.51 \text{ Kg/día}$$

#### **CALOR DEL PRODUCTO (POR ENTRADA):**

$$q_{prod} = m_{ent} + C_f * (t_{ent} - t_{atm})$$

$$q_{prod} = 23899.51 * 3.30 * (5 - (-2))$$

$$q_{prod} = 552078.681 \text{ KJ/día}$$

#### **4.2.4. RENOVACIÓN DEL AIRE (GANANCIA)**

##### **NÚMERO DE RENOVACIONES DIARIAS DEL AIRE INTERIOR.**

$$n_{ren} = 86.1 * V_{int}^{-0.55}$$

$$n_{ren} = 86.1 * 164.67^{-0.55}$$

$$n_{ren} = 5.19 \text{ renovaciones al día}$$

##### **CALOR POR RENOVACIÓN DE AIRE POR APERTURA DE PUERTA.**

$$q_{ren} = n_{ren} * \frac{V_{int}}{0.83} * (h_{ext} - h_{int})$$

$$q_{ren} = 5.19 * \frac{164.67}{0.83} * (63.0447 - 6.11642)$$

$$q_{ren} = 58618.11 \text{ KJ/día}$$

#### **4.2.5. GANANCIA CARGAS INTERNAS.**

##### **HORAS DIARIAS DE TRABAJO DEL PERSONAL DENTRO DE LA CÁMARA.**

$$n_{h/d} = 2 \text{ h/d}$$

##### **HORAS DIARIAS DE TRABAJO DE COMPRESOR.**

$$n_{comp} = 18 \text{ h/d}$$

##### **4.2.5.1. Cálculo de Luminarias**

##### **POTENCIA DE LUMINARIAS EN INTERIOR DE CÁMARA.**

$$P_{ilum} = 10 * S_t$$

$$P_{ilum} = 10 * 66$$

$$P_{ilum} = 660 W$$

#### **CALOR PRODUCIDO POR LUMINARIAS AL INTERIOR DE CÁMARA.**

$$q_{i1} = P_{ilum} * n_t * 3.6$$

$$q_{i1} = 660 * 2 * 3.6$$

$$q_{i1} = 4752 KJ/día$$

#### **4.2.5.2. CÁLCULO EN VENTILACIÓN**

Para calcular la potencia de los ventiladores interiores ( $P_{vent}$ ), se utiliza la información de que aproximadamente el 10% de la potencia total de la cámara corresponde a los ventiladores.

$$P_{vent} = 0.1 * P_{cam}$$

$$P_{vent} = 0.1 * 10220 W$$

$$P_{vent} = 1022 W$$

#### **CALOR DE VENTILADORES INTERNOS**

$$q_{i2} = P_{vent} * n_c * 3.6$$

$$q_{i2} = 1022 * 18 * 3.6$$

$$q_{i2} = 66225.6 KJ/día$$

#### **4.2.5.3. DESESCARCHES**

Para mantener la eficiencia del sistema de refrigeración, es necesario realizar el desescarche periódicamente. Hay diferentes métodos de desescarche, y su elección dependerá del tipo de sistema de refrigeración y la aplicación específica.

**LA POTENCIA DE LOS DESESCARCHES** representa aproximadamente el 2,5% de la potencia total de la cámara frigorífica. Si eso es correcto, se podría usar la siguiente fórmula para calcular la potencia de los desescarches:

$$P_{res} = 0.025 * P_{cam}$$

$$P_{res} = 0.025 * 10220 W$$

$$P_{res} = 255.5 W$$

Es importante recordar que esta fórmula es solo una estimación basada en la suposición de que los desescarches representan aproximadamente el 2,5% de la potencia total. La potencia de los desescarches puede variar según el diseño y la tecnología del sistema de refrigeración, la frecuencia de los desescarches y otros factores relacionados con la operación de la cámara frigorífica.

#### **TOTAL DE DESESCARCHES POR DÍA:**

$$Des_{día} = 8$$

#### **TIEMPO POR DESESCARCHE:**

$$t_{Desc} = 20 \text{ min}$$

#### **CALOR PARA EL DESESCARCHE:**

$$q_{i3} = P_{res} * Des_{día} * t_{Desc} * 0.06$$

$$q_{i3} = 255.5 * 8 * 20 * 0.06$$

$$q_{i3} = 2452.8 \text{ KJ/día}$$

#### **4.2.5.4. PERSONAL LABORANDO EN INTERIOR DE CÁMARA.**

La cantidad de personal trabajando dentro de la cámara será igual a:

$$n_{pers} = 2$$

#### **POTENCIAL POR PERSONA:**

$$Q_{ocup} = 272 - 6 * t_{alm}$$

$$Q_{ocup} = 272 - 6 * (-2)$$

$$Q_{ocup} = 284 W$$

#### **CALOR POR PERSONAS EN EL INTERIOR**

$$q_{i4} = n_{pers} * Q_{ocup} * n_{h/t} * 3.6$$

$$q_{i4} = 2 * 284 * 2 * 3.6$$

$$q_{i4} = 4089.60 \text{ KJ/día}$$

#### **CALOR TOTAL POR CARGAS INTERNAS**

$$q_{int} = q_{i1} + q_{i2} + q_{i3} + q_{i4}$$

$$q_{int} = 4752 + 66225.6 + 2452.8 + 4089.60$$

$$q_{int} = 77520 \text{ KJ/día}$$

#### **4.2.6. CARGA TOTAL CÁMARA**

##### **4.2.6.1. CALOR TOTAL DE LA CÁMARA**

$$q_{cam} = q_{tran} + q_{prod} + q_{ren} + q_{int}$$

$$q_{cam} = 116736.59 + 552078.68 + 58618.11 + 77520$$

$$q_{cam} = 804953.38 \text{ KJ/día}$$

##### **4.2.6.2. POTENCIA TOTAL DE LA CÁMARA**

$$P_{cam} = \frac{q_{cam}}{n_{comp} * 3.6}$$

$$P_{cam} = \frac{804953.38}{18 * 3.6}$$

$$P_{cam} = 10220 \text{ W}$$

##### **4.2.6.3. FACTOR DE SEGURIDAD**

$$F_s = 1.2$$

##### **4.2.6.4. POTENCIA DEL EQUIPO FRIGORÍFICO**

$$P_{equ} = \frac{P_{cam} * F_s}{1000}$$

$$P_{equ} = \frac{10220 * 1.2}{1000}$$

$$P_{equ} = 12.26 \text{ KW}$$

#### **4.2.7. ESTRUCTURA DE LAS CARGAS TÉRMICAS**

#### **4.2.7.1. CALOR POR TRANSMISIÓN.**

$$q_{tran} = 116736.59 \text{ KJ/día}$$

#### **4.2.7.2. CALOR POR PRODUCTO.**

$$q_{prod} = 552078.681 \text{ KJ/día}$$

#### **4.2.7.3. CALOR POR RENOVACIÓN DE AIRE.**

$$q_{ren} = 58618.11 \text{ KJ/día}$$

#### **4.2.7.4. CALOR POR CARGAS INTERNAS.**

$$q_{int} = 77520 \text{ KJ/día}$$

#### **4.2.7.5. CALOR TOTAL DE LA CÁMARA.**

$$q_{cam} = q_{tran} + q_{prod} + q_{ren} + q_{int}$$

$$q_{cam} = 116736.59 + 552078.68 + 58618.11 + 77520$$

$$q_{cam} = 804953.38 \text{ KJ/día}$$

Con la ayuda del Software Coolselector\*2 de la empresa Danfoss, pudimos corroborar el cálculo de la Potencia de la Cámara requeridos, ingresando los datos calculados anteriormente. Ver Anexo 04.

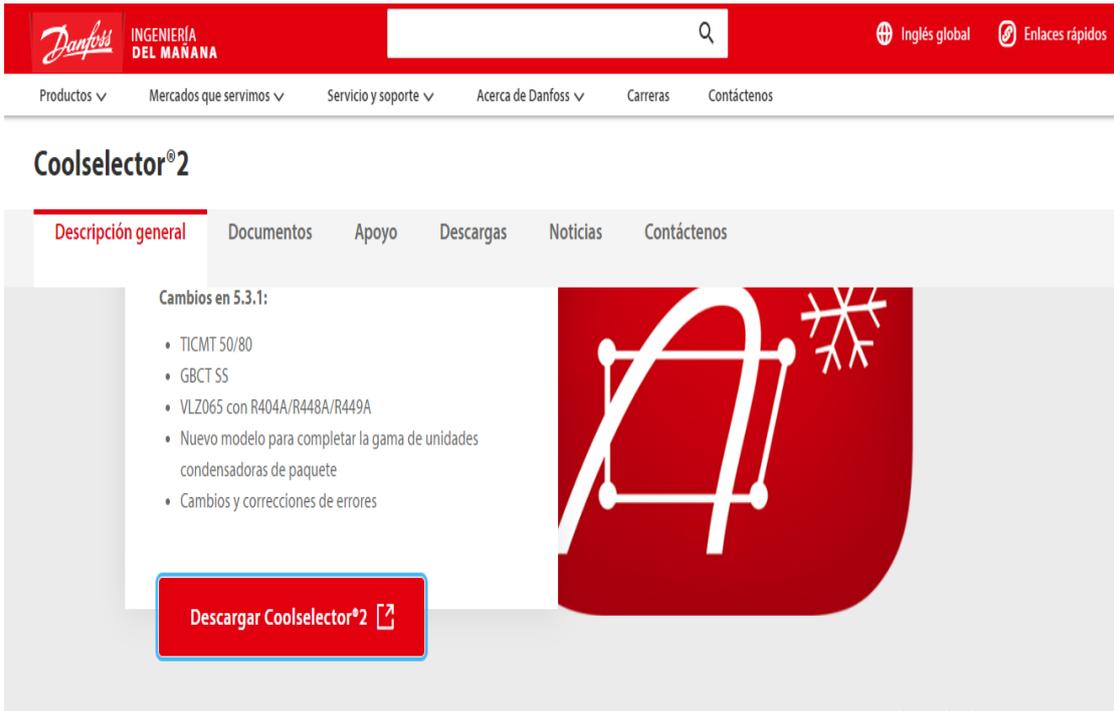


Figura 15. Software Coolselector\*2 de Danfoss

Fuente: <https://www.danfoss.com/en/service-and-support/downloads/dcs/coolselector-2/>

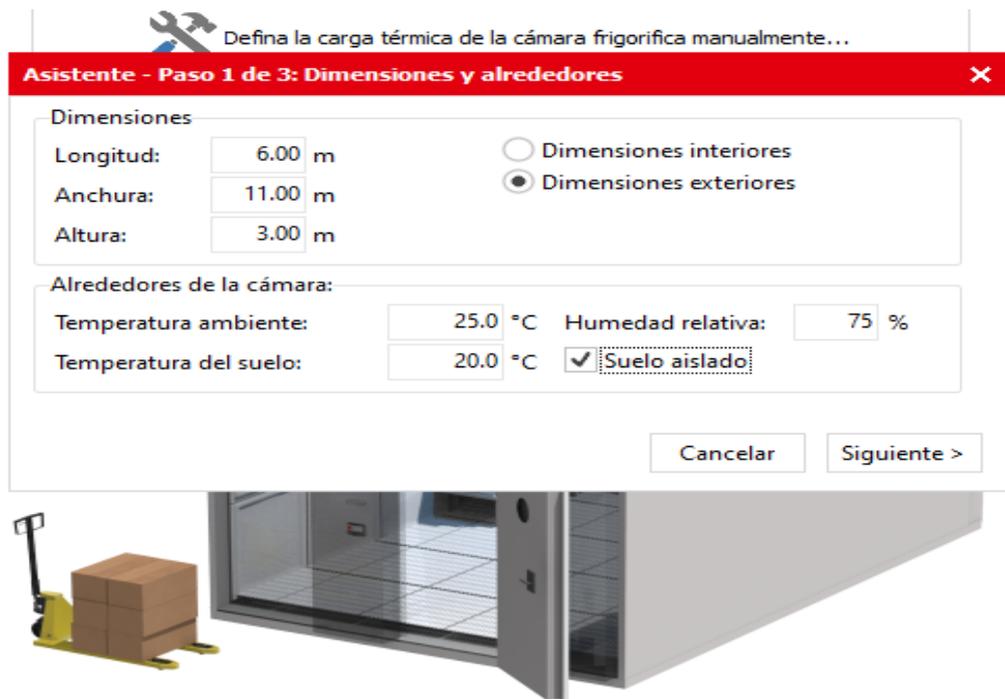


Figura 16. Ingresando datos de las dimensiones de la Cámara Frigorífica

Fuente: <https://www.danfoss.com/en/service-and-support/downloads/dcs/coolselector-2/>

**Cámara Frigorífica - Paso 2 de 5: Revisión de la carga de la Cámara Frigorífica**

Los datos siguientes son necesarios para calcular la capacidad de refrigeración requerida en la Cámara Frigorífica:

|   |   |  |
|---|---|--|
| Longitud: 6.00 m  | Condiciones de Cámara:<br>Temperatura: -10.0 °C | Producto: Carne                        |
| Anchura: 11.00 m  | Humedad relativa: 85 %                          | Cantidad diaria: 23900 kg              |
| Altura: 3.00 m  | Hora de trabajo: 18 h                           | Temperatura de entrada: -2.0 °C        |
| <input type="radio"/> Dimensiones interiores            |   | Carga térmica de respiración: 20000 kg |
| <input checked="" type="radio"/> Dimensiones exteriores |   |  |

**Renovaciones de aire (infiltraciones):**

Temperatura: 25.0 °C  
Humedad relativa: 75 %

Aperturas de puerta: Regulares

Tasa de renovaciones de a: 5.19  
(tantas veces el volumen de la cámara cada 24 horas)

**Transferencia de calor:**

Paneles estándar  Paneles personalizados

Tipo: Poliuretano

Espesor: 150.0 mm

Temperatura ambiente: 25.0 °C  
Temperatura del suelo: 20.0 °C

Suelo aislado

**Carga adicional:**

Luces: 660 W

Ventiladores: 265.3 W

Personas: 2 h/día

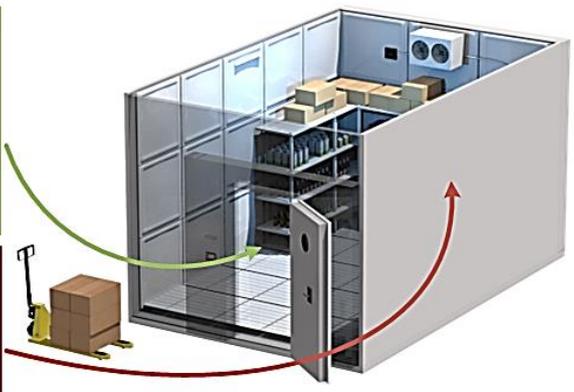
Otros: 50 W

Desescarche  Eléctrico  Natural

Potencia: 2029 W

Desescarches al día: 8

Tiempo de desescarche: 20 min



< Anterior    Siguiente >

Figura 17. Ingreso de data a software Coolselector\*2

Fuente: <https://www.danfoss.com/en/service-and-support/downloads/dcs/coolselector-2/>

|                                    |          |   |           |
|------------------------------------|----------|---|-----------|
| <b>Condiciones del evaporador:</b> |          | <b>Detalles de cámara frigorífica:</b>        |           |
| Capacidad de refrigeración:        | 4.349 kW | <b>Condiciones de Cámara:</b>                 |           |
| Temperatura de punto de rocío:     | -18.0 °C | Temperatura:                                  | -10.0 °C  |
| Temperatura de entrada del aire:   | -10.0 °C | Humedad relativa:                             | 97.7 %    |
| Diferencia media de temperatura:   | 8.3 K    | Hora de trabajo:                              | 18.0 h    |
| Potencia estimada del ventilador:  | 1022 W   | <b>Dimensiones exteriores:</b>                |           |
| Potencia estimada del desescarche: | 255.5 W  | Longitud:                                     | 11.00 m   |
|                                    |          | Anchura:                                      | 6.00 m    |
|                                    |          | Altura:                                       | 3.00 m    |
|                                    |          | Producto:                                     |           |
|                                    |          | Tipo:   | Carne     |
|                                    |          | Cantidad diaria:                              | 2000 kg   |
|                                    |          | Temperatura de entrada:                       | -2.0 °C   |
|                                    |          | <b>Renovaciones de aire (infiltraciones):</b> |           |
|                                    |          | Temperatura:                                  | 25.0 °C   |
|                                    |          | Humedad relativa:                             | 75.0 %    |
|                                    |          | Aperturas de puerta:                          | Regulares |
|                                    |          | Tasa de renovaciones de aire:                 | 5.2       |
|                                    |          | <b>Transferencia de calor:</b>                |           |
|                                    |          | Espesor del panel:                            | 150.0 mm  |
|                                    |          | Temperatura ambiente:                         | 25.0 °C   |
|                                    |          | Temperatura del suelo:                        | 20.0 °C   |
|                                    |          | Suelo aislado:                                | Si        |
|                                    |          | <b>Cargas adicionales:</b>                    |           |
|                                    |          | Luces:  | 660 W     |
|                                    |          | Ventiladores:                                 | 1022 W    |
|                                    |          | Personas:                                     | 2.0 h/día |

|   |                 |
|---|-----------------|
| <b>Carga de cámara frigorífica calculada:</b> |                 |
| Transmisión:                                  | 1.396 kW        |
| Infiltración:                                 | 1.052 kW        |
| Hielo en el evaporador:                       | 0.076 kW        |
| Productos total:                              | 0.588 kW        |
| Productos, enfriamiento:                      | 0.588 kW        |
| Productos, respiración:                       | 0 kW            |
| Luz:  | 0.073 kW        |
| Personas:                                     | 0.037 kW        |
| Ventiladores:                                 | 1.022 kW        |
| Otros:  | 0.067 kW        |
| Desescarche:                                  | 0 kW            |
| <b>Total:</b>                                 | <b>4.310 kW</b> |



Figura 18. Software mostrando la potencia requerida igual a la que fue calculada

Fuente: <https://www.danfoss.com/en/service-and-support/downloads/dcs/coolselector-2/>

Estos cálculos son fundamentales para determinar la carga térmica total que enfrentará la cámara frigorífica y, por lo tanto, para dimensionar correctamente el sistema de refrigeración necesario para mantener la temperatura y humedad adecuadas para la conservación de los productos avícolas.

Conociendo esta carga térmica, se podrán tomar decisiones informadas sobre el tipo de sistema de refrigeración a implementar y su capacidad para asegurar un ambiente óptimo para la conservación de los productos.

### 4.3. REALIZAR EL CALCULO DE LOS EQUIPOS A UTILIZAR EN DISEÑO DE LA CÁMARA FRIGORÍFICA

#### 4.3.1. USO DEL REFRIGERANTE:

Para este caso utilizaremos este **refrigerante R404A**, que es un refrigerante ampliamente utilizado en sistemas de refrigeración y cámaras frigoríficas. Se trata de una mezcla de tres gases refrigerantes: R125, R143a y R134a.

El R404A es un refrigerante que proporciona un buen rendimiento en términos de capacidad de enfriamiento y eficiencia energética. Tiene una temperatura de evaporación baja y una temperatura de condensación moderada, lo que lo hace adecuado para aplicaciones de refrigeración y congelación.

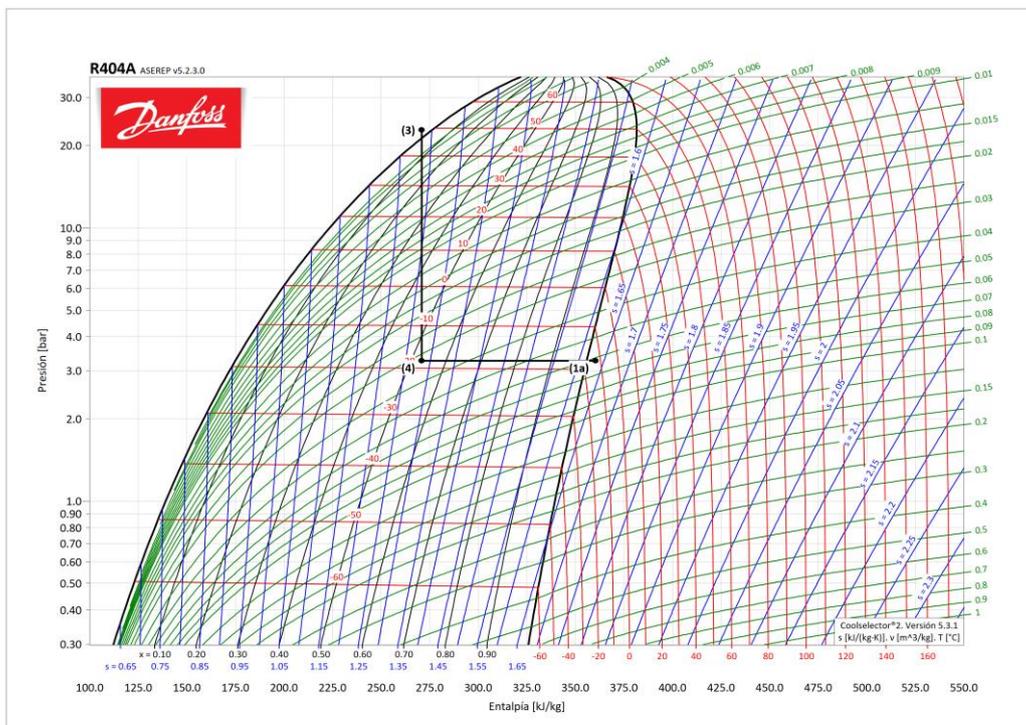


Figura 19. Diagrama de curvas del refrigerante R404A

Fuente: <https://www.danfoss.com>

#### 4.3.2. CÁLCULO DEL EVAPORADOR:

El salto térmico del evaporador en una cámara frigorífica se refiere a la diferencia de temperatura entre el aire que entra al evaporador y el refrigerante que circula por dentro del mismo. Este valor es esencial para el diseño y cálculo del sistema de refrigeración.

Dado que la gráfica de convección forzada proporciona datos hasta el 95% de humedad relativa, y necesitamos extrapolar el salto térmico para el 100% de humedad relativa, se puede realizar una aproximación utilizando métodos de interpolación.

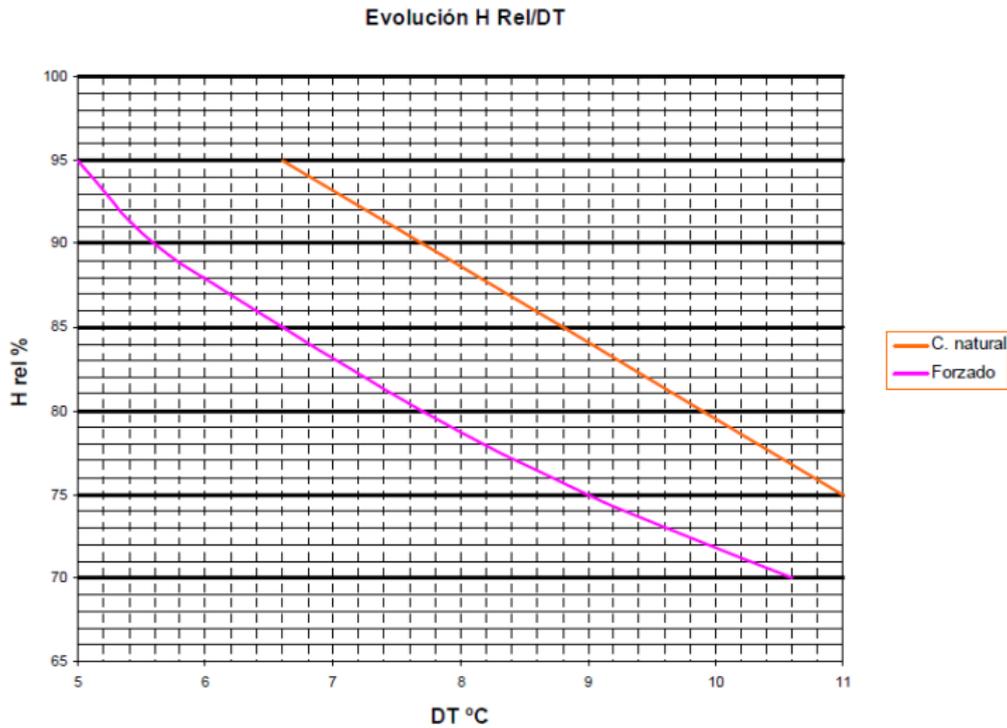


Figura 20. Diagrama de Convección

Fuente: Elaboración propia

Para realizar la interpolación, tomamos los puntos de la gráfica proporcionados en la tabla y utilizamos una fórmula matemática para estimar el valor para el 100% de humedad relativa.

$$DT = 4.4^{\circ}C$$

#### 4.3.2.1. T° DE EVAPORACIÓN:

$$T_{evap} = t_{alm} - DT$$

$$T_{evap} = (-2) - 4.4^{\circ}C$$

$$T_{evap} = -6.4^{\circ}C$$

#### 4.3.2.2. PRESIÓN DE EVAPORACIÓN.

$$P_{evap} = P_1$$

$$P_{evap} = 5.06 \text{ Bar}$$

#### 4.3.2.3. RECALENTAMIENTO ÚTIL

$$\Delta T_{rec\_util} = 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

#### 4.3.2.4. RECALENTAMIENTO TOTAL.

$$\Delta T_{rec\_total} = 15 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

#### 4.3.2.5. POTENCIA DEL EVAPORADOR.

$$Q_0 = P_{eq}$$

$$Q_0 = 12.739 \text{ W}$$

#### 4.3.2.6. CALOR INTERCAMBIADO EN EL EVAPORADOR:

$$q_0 = h_s - h_4$$

$$q_0 = 367.8 - 262.6$$

$$q_0 = 105.2 \text{ KJ/día}$$

#### 4.3.2.7. GASTO MÁSICO DEL REFRIGERANTE:

$$m_r = \frac{Q_0}{q_0}$$

$$m_r = \frac{12.739}{105.21}$$

$$m_r = 0.121 \text{ Kg/s}$$

#### 4.3.4. CÁLCULO DEL CONDENSADOR:

#### Tº EXTERNA DEL AIRE EN LA ENTRADA DEL CONDENSADOR

$$t_{ext} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

## SALTO TÉRMICO EN EL CONDENSADOR

$$\Delta T_c = 14 \text{ }^\circ\text{C}$$

## Tª DEL AIRE EN LA ENTRADA DEL CONDENSADOR

$$T_{cnt} = T_{cxt} + \Delta T_c$$

$$T_{cnt} = 20 + 14$$

$$T_{cnt} = 34 \text{ }^\circ\text{C}$$

## PRESIÓN DE CONDENSACIÓN

$$P_{cond} = P_{2s}$$

$$P_{cond} = 22.93 \text{ bar}$$

## SUB-ENFRIAMIENTO

$$\Delta T_{sub\_enf} = 8 \text{ }^\circ\text{C}$$

## CALOR INTERMEDIO EN EL CONDENSADOR

$$q_c = h_2 - h_3$$

$$q_c = 420.45 - 262.6$$

$$q_c = 157.85 \text{ KJ/día}$$

## POTENCIA DEL CONDENSADOR

$$Q_c = q_c * m_r$$

$$Q_c = 157.85 * 0.121$$

$$Q_c = 19.099 \text{ KW}$$

### 4.3.5. CÁLCULO DEL COMPRESOR:

#### RELACIÓN DE COMPRESIÓN:

$$P = \frac{P_{cond}}{P_{evap}} \quad P = \frac{22.93}{5.06}$$

$$P = 4.532$$

## RENDIMIENTO VOLUMÉTRICO

$$n_v = 1 - (0.05 * p)$$
$$n_v = 1 - (0.05 * 4.532)$$
$$n_v = 0.7734$$

## VOLUMEN ASPIRADO

$$V_a = m_r * V_1$$
$$V_a = 0.121 * 42.640$$
$$V_a = 5.16 \text{ m}^3/h$$

## VOLUMEN BARRIDO

$$V_b = \frac{V_a}{n_v}$$
$$V_b = \frac{5.16}{0.7735}$$
$$V_b = 6.6709 \text{ m}^3/h$$

## RENDIMIENTO ISOTRÓPICO DEL COMPRESOR

El rendimiento isotrópico del compresor ( $n_{is}$ ) es una medida de la eficiencia del compresor en la compresión del refrigerante. Representa la relación entre la potencia de entrada al compresor y la potencia teórica mínima requerida para comprimir el refrigerante en las mismas condiciones.

La fórmula para calcular el rendimiento isotrópico del compresor es la siguiente:

$$n_{is} = \frac{(H3 - H4)}{(H2 - H1)}$$

Donde:

H1 (estado de succión), del refrigerante al compresor entrada

H2 (estado de descarga), al compresor salida de la entalpía del refrigerante

H4 es la entalpía del refrigerante en el estado antes de la expansión en la válvula de expansión.

Es importante tener en cuenta que, para calcular el rendimiento isotrópico del compresor, se deben obtener los valores de las entalpías en las condiciones de operaciones específicas del sistema de refrigeración. Estos valores pueden ser

proporcionados por el fabricante del compresor o pueden ser determinados mediante cálculos basados en datos termodinámicos del refrigerante y las condiciones de operación.

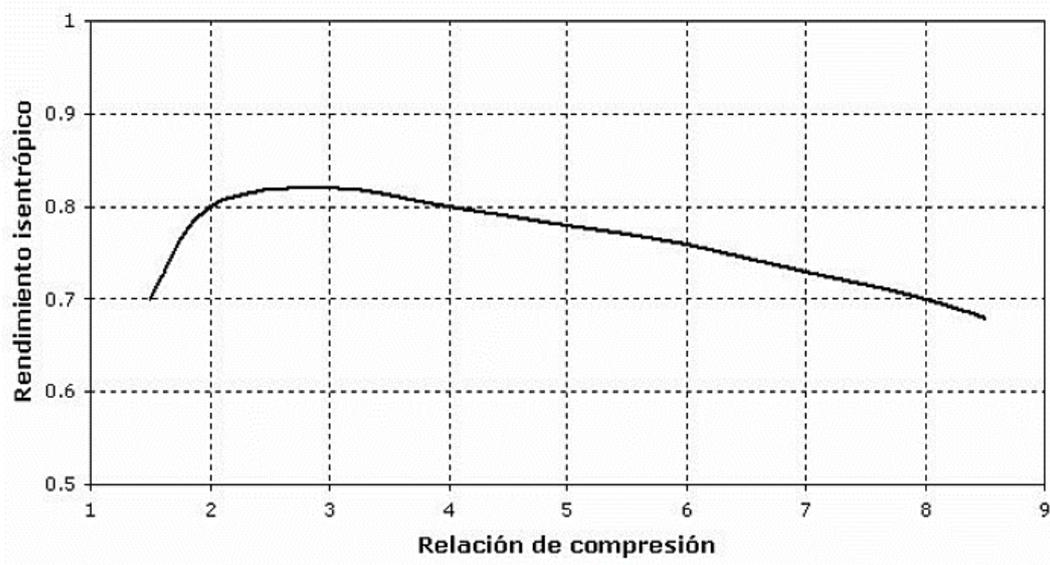


Figura 21. Relación de Compresión  
Fuente: Elaboración propia

$$n_{ic} = 0.76$$

### ENTALPIA DE SALIDA DEL COMPRESOR

$$h_2 = h_1 + \frac{(h_{2s} - h_1)}{n_{ic}}$$

$$h_2 = 377.30 + \frac{(410.10 - 377.30)}{0.76}$$

$$h_2 = 420.457 \text{ KJ/día}$$

### POTENCIA TEORÍA DE COMPRESIÓN:

$$w_t = m_r * (h_{2s} - h_1)$$

$$w_t = 0.121 * (410.10 - 377.30)$$

$$w_t = 3,968 \text{ Kw}$$

### POTENCIA REAL DE COMPRESIÓN:

$$W_c = m_r * (h_2 - h_1)$$

$$W_c = 0.121 * (420.457 - 377.310)$$

$$W_c = 5.220 \text{ Kw.}$$

**Rendimiento mecánico del compresor:**

$$n_m = 0.875$$

**Potencia mecánica para compresor:**

$$N_e = \frac{W_c}{n_m}$$

$$N_e = \frac{5.220}{0.875}$$

$$N_e = 5.976 \text{ Kw}$$

**Rendimiento mecánico del compresor:**

$$n_{ME} = 0.925$$

**Potencia del motor eléctrico (KW):**

$$P_{elec} = \frac{N_e}{n_{ME}}$$

$$P_{elec} = \frac{5.976}{0.925}$$

$$P_{elec} = 6.46 \text{ Kw}$$

- **Cálculo del COP (Coefficient of Performance):**

$$COP = \frac{Q_0}{P_{elec}}$$

$$COP = \frac{12.739}{6.46}$$

$$COP = 1.971$$

**TABLA DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y DE CALCULOS PARA  
CÁMARA FRIGORÍFICA**

| MAGNITUD / ESPECIFICACION    | CALCULO               |
|------------------------------|-----------------------|
| VOLUMEN INTERIOR             | 164.67 m <sup>3</sup> |
| T° INTERIOR                  | -2                    |
| T° EXTERIOR                  | 25 °C                 |
| HUMEDAD INTERIOR             | 100 %                 |
| HUMEDAD EXTERIOR             | 75 %                  |
| CAPACIDAD TOTAL DE LA CÁMARA | 52068.65 Kg           |
| MASA PRODUCCIÓN RENOVADA     | 23430.89 Kg/día       |
| POTENCIA DEL EVAPORADOR      | 12.739 W              |
| POTENCIA DEL CONDENSADOR     | 19.099 Kw             |
| POTENCIA DEL MOTOR           | 6.46 Kw               |
| POTENCIA DEL COMPRESOR       | 5.976 Kw              |

Fuente: Elaboración propia.



Figura 22. Elección del equipo para Cámara Frigorífica

Fuente: Elaboración propia.

#### **4.4. ANALIZAR LA VIABILIDAD TÉCNICA ECONÓMICA DE ESTE SISTEMA DE CONSERVACIÓN POR ENFRIAMIENTO MEDIANTE VAN Y TIR**

Es fundamental realizar un análisis económico para determinar la viabilidad del proyecto de conservación de carne avícola a través de cámaras frigoríficas. Este análisis debe considerar tanto los costos de inversión inicial como los ingresos y egresos a lo largo de la vida útil económica del proyecto.

Algunos de los aspectos que deben tenerse en cuenta en el análisis económico son:

1. **Costos de inversión:** Incluir todos los costos asociados con la adquisición e instalación de las cámaras frigoríficas, los equipos de refrigeración, el aislamiento, el sistema eléctrico, entre otros.
2. **Costos operativos:** Considerar los costos de electricidad para el funcionamiento de los compresores y ventiladores, así como los costos de mantenimiento y desescarche de las cámaras.
3. **Ingresos:** Estimar los ingresos esperados por la conservación y venta de la carne avícola almacenada en las cámaras frigoríficas.
4. **Demanda:** Evaluar la demanda proyectada de carne avícola en la región para asegurar que habrá un mercado suficiente para la producción almacenada.
5. **Análisis de rentabilidad:** Calcular el periodo de retorno de la inversión (payback), la tasa interna de retorno (TIR), el valor actual neto (VAN) y otros indicadores financieros para determinar si el proyecto es rentable y si el retorno esperado es aceptable.
6. **Considerar el impacto económico a largo plazo:** Además de los indicadores financieros, es importante tener en cuenta los beneficios sociales y económicos a largo plazo, como el empleo generado, el aumento de la producción y el impacto en la cadena de suministro de carne avícola.

El análisis económico permitirá tomar decisiones informadas sobre la viabilidad del proyecto y determinar si la inversión en las cámaras frigoríficas para la conservación de carne avícola es una opción rentable y sostenible a lo largo del tiempo. Es recomendable contar con la asesoría de expertos en el área de finanzas y economía para realizar un análisis completo y preciso.

**Tabla 13. Lista de Componentes de la Cámara Frigorífica**

| Coolselector®2  |   |  |             |                 |
|---|---|---|-------------|-----------------|
| Versión 5.3.1   Base de datos 102                                     |   |   |             |                 |
| Nombre del Proyecto:  |   | Proyecto Cámara Frigorífica   |             |                 |
| Creado por:   |   | Saucedo Yunis Darwin Amhed  |             |                 |
| Imprimido:  |   | Sábado, 29 de Julio de 2023   |             |                 |
| Preferencias utilizadas:  |   | Todas las aplicaciones  |             |                 |
| Cantidad  | Descripción del Producto                          | Código  | Comentarios | Precio de venta |
| <b>Cámara Frigorífica</b>   |   |   |             |                 |
| 1.0   | Unidad condensadora: OP-LJZ068D49V, R404A.        | 115F0417  |             | 306105.30       |
| <b>Controlador de Cámara Frigorífica</b>                              |   |   |             |                 |
| 1.0   | Controlador de cámara frigorífica AK-RC 113       | 080Z3226  |             | 3396.10         |
| <b>Controlador y accesorios para válvula de expansión electrónica</b> |   |   |             |                 |
| 1.0   | Controlador de recalentamiento EKE 1ª             | 080G5300  |             | 1360.61         |
| 1.0   | Pantalla para EKE 1A                              | 080G0294  |             | 2257.20         |
| 1.0   | Cable para pantalla                               | 080G0075  |             | 213.00          |
| 1.0   | Fuente de alimentación para EKE 1A AK-PS 075      | 080Z0053  |             | 3599.07         |
| 1.0   | Módulo de batería de apoyo EKE 2U                 | 080G5555  |             | 1995.84         |
| 1.0   | Transductor de presión DST P110                   | 075G1013  |             | 280.00          |
| 1.0   | Cable para transmisor de presión                  | 064G0950  |             | 213.00          |
| 1.0   | Sensor de Temperatura ACCPBT                      | 080G0206  |             | 164.62          |
| <b>Línea de líquido</b>   |   |   |             |                 |
| 15.0 m  | Tubería de cobre ANSI 3/8 NS 10                   |   |             | 158.00          |
| 1   | Válvula Solenoide: EVR 6 man v2 1/2"              | 032L7116  |             | 455.40          |
| 25.0 m  | Tuberías: Reductor de cobre ANSI 3/8 x 5/16 NS 10 |   |             | 1596.99         |
| <b>Códigos para Válvula de expansión electrónica: ETS 6-18 NS 8</b>   |   |   |             |                 |
| 1.0   | ETS 6 - 18. Electric expansion valve              | 034G5024  |             | 257.40          |
| 1.0   | ETS 6. Elec. expansion valve coil                 | 034G5100  |             | 229.20          |
| <b>Línea de aspiración</b>  |   |   |             |                 |
| 6.00 m  | Tubería de cobre ANSI 1 1/8 NS 29                 |   |             | 103.00          |
| <b>Costo Total de Componentes de Cámara Frigorífica</b>               |   |   |             | 322384.73       |

Fuente: Elaboración propia. Ver anexo 05

**Tabla 14.** *Potencia calculada de Luminarias en Watts para interior de Cámara*

| Potencias Calculadas                       | W    |
|--|------|
| Potencia de Luminarias en Interior Cámara. | 660  |
| Potencia de la Cámara Calculada            | 4310 |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 15.** *Cálculo en soles del Consumo eléctrico Total por mes*

| Kw                             | h/d | Kwh   | por Mes | Costo en Soles (S/.) |
|--------------------------------|-----|-------|---------|----------------------|
| 0.66                           | 4   | 2.64  | 79.2    | 57.75264             |
| 4.31                           | 18  | 77.58 | 2327.4  | 1697.14008           |
| <b>COSTO POR CONSUMO TOTAL</b> |     | 80.22 | 2406.6  | 1754.89272           |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 16.** *Lista de materiales para Instalación de Cámara Frigorífica*

| INSTALACIÓN DE CÁMARA FRIGORÍFICA |          |   |                        |             |
|-----------------------------------|----------|---|------------------------|-------------|
| Cant.                             | Medición | Concepto  | Costo por unidad (S/.) | Total (S/.) |
| 9                                 | Unds.    | Paneles de poliuretano PUR, ancho: 0.60 m, longitud: 1.20 m, espesor de 8", densidad: 40 Kg/m3. | 950.00                 | 8550.00     |
| 30                                | Mts.     | Angulos de aluminio   | 45                     | 1350.00     |
| 4                                 | Unds.    | Perfil U de aluminio  | 50                     | 200.00      |
| 50                                | Unds.    | Cortina de Lamas  | 15                     | 750.00      |
| 120                               | Unds.    | Tarugos   | 0.6                    | 72.00       |
| 120                               | Unds.    | Tornillo Tirafón  | 0.8                    | 96.00       |
| 15                                | Unds.    | Silicona color blanco   | 15                     | 225.00      |
| 50                                | Unds.    | Perno esparrago   | 18                     | 900.00      |
| 80                                | Unds.    | Tuerca  | 0.5                    | 40.00       |
| 120                               | Unds.    | Anillo plano  | 0.3                    | 36.00       |
| 8                                 | Unds.    | Equipo Fluorescente led   | 75                     | 600.00      |
| 8                                 | Unds.    | Bisagra   | 18                     | 144.00      |
| <b>TOTAL</b>                      |          |   |                        | 12963.00    |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 17. Costo total del proyecto de Cámara Frigorífica**

| <b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO (S/.)</b>            |                      |
|--|----------------------|
| Instalación de Camara Frigorífica                | S/ 325,349.34        |
| Costo Total de Componentes de Camara Frigorífica | S/ 322,384.73        |
| Gasto por consumo eléctrico                      | S/ 1,733.00          |
| Mantenimiento (cada 06 meses)                    | S/ 300.00            |
| 2 ayudantes por puesto (S/. 1200.00 c/u)         | S/ 14,400.00         |
| <b>TOTAL</b>                                     | <b>S/ 664,167.07</b> |

Fuente: Elaboración propia.

Se realizó una investigación sobre la producción del camal en lo concerniente a cantidades de compra-venta del producto avícola, con la finalidad de obtener datos relevantes que nos permitan realizar el análisis de viabilidad económica, a través de esta información se logró determinar lo siguiente:

➤ **Movimiento diario del camal es de 2000 kg de carne avícola (de pollo):**

➤ Movimiento diario Total = 2000 kg de carne avícola

➤ **Movimiento mensual total de distribución del Camal será:**

Movimiento total al mes = 2000 kg \* 30 días

Movimiento mensual total al mes = 60000kg de carne avícola

➤ Luego tenemos una ganancia entre compra y venta, que es representada por el precio de **Mayorista** y el precio al **Consumidor** por cada kilogramo de carne avícola que es distribuido, con un margen de ganancia de 0.80 céntimos por cada kilo:

Margen de ganancia por mes total = 60000 kg \* 0.80 soles por kg

Margen de ganancia por mes total = 48000 soles

**Tabla 18. Flujo de Ganancias por mes**

| MES                                  | ENERO    | FEBRERO  | MARZO    | ABRIL    | MAYO     | JUNIO    | JULIO    | AGOSTO   | SETIEMBRE | OCTUBRE  | NOVIEMBRE | DICIEMBRE |
|--------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|----------|-----------|-----------|
| Kgs de Carne avícola (Pollo) por mes | 60000.00 | 60000.00 | 60000.00 | 60000.00 | 60000.00 | 60000.00 | 60000.00 | 60000.00 | 60000.00  | 60000.00 | 60000.00  | 60000.00  |
| INGRESO                              | 48000.00 | 48000.00 | 48000.00 | 48000.00 | 48000.00 | 48000.00 | 48000.00 | 48000.00 | 48000.00  | 48000.00 | 48000.00  | 48000.00  |

Fuente: Elaboración propia.

### Paso 1: Calcular el flujo de efectivo neto mensual

Para calcular el flujo de efectivo neto mensual, restaremos los costos asociados al ingreso mensual en cada período.

- Al respetar los límites recomendados de carga, como no exceder el 60% del compartimiento de la cámara frigorífica y el 75% del compartimiento de la cámara frigorífica, se asegura que el equipo de refrigeración pueda mantener las temperaturas deseadas de manera más efectiva y con menor consumo de energía.

**Tabla 19.** *Flujo de Efectivo Neto Mensual*

| MES       | INGRESO      | COSTOS        | FLUJO DE EFECTIVO NETO |
|-----------|--------------|---------------|------------------------|
| ENERO     | S/ 48,000.00 | S/ 664,167.07 | -S/ 616,167.07         |
| FEBRERO   | S/ 48,000.00 | S/ 0.00       | S/ 48,000.00           |
| MARZO     | S/ 48,000.00 | S/ 0.00       | S/ 48,000.00           |
| ABRIL     | S/ 48,000.00 | S/ 0.00       | S/ 48,000.00           |
| MAYO      | S/ 48,000.00 | S/ 0.00       | S/ 48,000.00           |
| JUNIO     | S/ 48,000.00 | S/ 0.00       | S/ 48,000.00           |
| JULIO     | S/ 48,000.00 | S/ 0.00       | S/ 48,000.00           |
| AGOSTO    | S/ 48,000.00 | S/ 0.00       | S/ 48,000.00           |
| SETIEMBRE | S/ 48,000.00 | S/ 0.00       | S/ 48,000.00           |
| OCTUBRE   | S/ 48,000.00 | S/ 0.00       | S/ 48,000.00           |
| NOVIEMBRE | S/ 48,000.00 | S/ 0.00       | S/ 48,000.00           |
| DICIEMBRE | S/ 48,000.00 | S/ 0.00       | S/ 48,000.00           |

Fuente: Elaboración propia.

- Es importante no sobrecargar la cámara frigorífica con carga para asegurar el mejor efecto de enfriamiento y una eficiente operación del sistema de refrigeración. Mantener los niveles de carga adecuados ayuda a mantener una distribución uniforme del frío en el espacio de almacenamiento y evita la obstrucción del flujo de aire, lo que puede reducir la eficiencia del enfriamiento.
- Al respetar los límites recomendados de carga, como no exceder el 60% del compartimiento de la cámara frigorífica y el 75% del compartimiento de la cámara frigorífica, se asegura que el equipo de refrigeración pueda mantener las temperaturas deseadas de manera más efectiva y con menor consumo de energía.
- Además, es importante asegurarse de que las mercancías estén dispuestas de manera organizada y con espacio suficiente entre ellas para permitir una adecuada circulación del aire frío. Esto evitará que se formen zonas calientes o frías dentro de la cámara y asegurará que todos los productos se mantengan a la temperatura requerida de manera uniforme.
- El mantenimiento regular del equipo de refrigeración y la implementación de las acciones para mejorar la eficiencia energética, como se mencionó anteriormente, también contribuirán a mantener un óptimo funcionamiento de la cámara frigorífica y garantizar una conservación adecuada de los productos almacenados.
- La viabilidad legal del proyecto de las cámaras frigoríficas dependerá de si se cumplen todas las normativas y regulaciones mencionadas en la pregunta. A continuación, resumiré los puntos más importantes de cada una de ellas: El reglamento Real Decreto 138/2011 establece las normas de seguridad para instalaciones frigoríficas. Es importante cumplir con todas las disposiciones de este reglamento para garantizar la seguridad en la

operación de las cámaras frigoríficas. La Ley 34/2007 regula la calidad del aire y la protección de la atmósfera. Es esencial asegurarse de que las cámaras frigoríficas cumplan con las normativas de emisiones y contaminantes para proteger el medio ambiente. El Real Decreto 2135/1980 trata sobre la liberalización industrial. Es importante cumplir con todas las normativas relacionadas con la industria para evitar sanciones o problemas legales. El Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) establece las normas para las instalaciones térmicas en los edificios, incluyendo las cámaras frigoríficas. Es necesario cumplir con todas las disposiciones para garantizar la eficiencia energética y la seguridad en la operación de las instalaciones.

- Es importante no sobrecargar la cámara frigorífica con carga para asegurar el mejor efecto de enfriamiento y una eficiente operación del sistema de refrigeración. Mantener los niveles de carga adecuados ayuda a mantener una distribución uniforme del frío en el espacio de almacenamiento y evita la obstrucción del flujo de aire, lo que puede reducir la eficiencia del enfriamiento.

## VII. DISCUSIÓN

- Es importante no sobrecargar la cámara frigorífica con carga para asegurar el mejor efecto de enfriamiento y una eficiente operación del sistema de refrigeración. Mantener los niveles de carga adecuados ayuda a mantener una distribución uniforme del frío en el espacio de almacenamiento y evita la obstrucción del flujo de aire, lo que puede reducir la eficiencia del enfriamiento.
- Al respetar los límites recomendados de carga, como no exceder el 60% del compartimiento de la cámara frigorífica y el 75% del compartimiento de la cámara frigorífica, se asegura que el equipo de refrigeración pueda mantener las temperaturas deseadas de manera más efectiva y con menor consumo de energía.
- Además, es importante asegurarse de que las mercancías estén dispuestas de manera organizada y con espacio suficiente entre ellas para permitir una adecuada circulación del aire frío. Esto evitará que se formen zonas calientes o frías dentro de la cámara y asegurará que todos los productos se mantengan a la temperatura requerida de manera uniforme.
- El mantenimiento regular del equipo de refrigeración y la implementación de las acciones para mejorar la eficiencia energética, como se mencionó anteriormente, también contribuirán a mantener un óptimo funcionamiento de la cámara frigorífica y garantizar una conservación adecuada de los productos almacenados
- Es importante no sobrecargar la cámara frigorífica con carga para asegurar el mejor efecto de enfriamiento y una eficiente operación del sistema de refrigeración. Mantener los niveles de carga adecuados ayuda a mantener una distribución uniforme del frío en el espacio de almacenamiento y evita la obstrucción del flujo de aire, lo que puede reducir la eficiencia del enfriamiento.

## VIII. CONCLUSIONES

- Al tener un espesor mayor, se reducirán las pérdidas de calor y la transferencia de calor desde el exterior hacia el interior de las cámaras frigoríficas. Esto permitirá mantener una temperatura más estable en el interior, lo que es esencial para el correcto almacenamiento y conservación de los productos.
- Además, con este espesor sobredimensionado, será más sencillo adaptar las cámaras frigoríficas para convertirlas en cámaras congeladoras en el futuro, ya que el aislamiento térmico será suficiente para alcanzar las temperaturas más bajas requeridas para la congelación de los productos.
- Es importante asegurarse de que el diseño de las cámaras frigoríficas tenga en cuenta la versatilidad y las futuras adaptaciones que se desean realizar. Con un buen diseño y un espesor adecuado, se puede lograr un sistema de refrigeración eficiente y flexible que satisfaga las necesidades actuales y futuras del cliente. También se debe considerar el tipo de aislante utilizado y su capacidad para soportar temperaturas más bajas en caso de convertir las cámaras en congeladoras en el futuro.
- Para que el proyecto de las cámaras frigoríficas sea viable legalmente, es necesario cumplir con todas las normativas y regulaciones mencionadas anteriormente. Esto asegurará la seguridad, eficiencia y protección del medio ambiente en la operación de las cámaras frigoríficas, así como la salud y seguridad de los trabajadores involucrados en su funcionamiento. Es recomendable consultar con expertos y profesionales en el campo para asegurarse de que todas las normativas se cumplan adecuadamente.
- Es importante realizar el desescarche de manera regular para evitar la acumulación excesiva de escarcha, garantizar el buen funcionamiento del sistema de refrigeración y mantener la eficiencia energética del equipo.

Además, algunos sistemas de refrigeración modernos utilizan tecnologías avanzadas que permiten realizar el desescarche de manera automática y optimizada, lo que mejora aún más la eficiencia del sistema y reduce la intervención manual.

## **IX. RECOMENDACIONES.**

- Realizar un mantenimiento periódico y adecuado de todos los componentes del sistema de refrigeración, incluyendo limpieza, ajustes y reemplazo de piezas desgastadas. Un equipo bien mantenido funcionará de manera más eficiente.
- El aislamiento adecuado de las paredes, techos y suelos de la cámara es esencial para reducir las pérdidas de calor y frío. Puedes considerar cambiar el aislamiento de poliestireno a poliuretano expandido, ya que este último tiene una mayor eficiencia aislante.
- Asegurarse de que las puertas de la cámara frigorífica tengan un buen sellado hermético y estén bien cerradas para evitar la entrada de aire caliente y la salida de aire frío.
- Considerar utilizar equipos de refrigeración con tecnología de última generación y alta eficiencia energética. Los equipos más modernos suelen tener un mejor rendimiento y un COP más alto.
- Implementa sistemas de control automático para mantener la temperatura y la humedad en los niveles óptimos. Un control adecuado puede evitar el funcionamiento innecesario del sistema de refrigeración y, por lo tanto, mejorar el COP.
- Considerar utilizar intercambiadores de calor para aprovechar el calor generado en la cámara y reutilizarlo en otros procesos, como el calentamiento del agua o la calefacción de otros espacios.

- Asegurarse de utilizar un compresor de alta eficiencia y que esté en buen estado de funcionamiento. Si el compresor es antiguo o poco eficiente, considera reemplazarlo por uno más moderno y eficiente energéticamente.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, SALAZAR MENDOZA ANIBAL JESUS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, asesor de Tesis titulada: "DISEÑO DE UNA CÁMARA FRIGORÍFICA COMPACTA CON EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA CONSERVAR CARNE AVÍCOLA EN UN CAMAL INDUSTRIAL", cuyo autor es SAUCEDO YUNIS DARWIN AMHED, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 15.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

CHICLAYO, 22 de Julio del 2022

| <b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>  | <b>Firma</b>   |
|---|--|
| ANIBAL JESUS SALAZAR MENDOZA<br><b>DNI:</b> 16720249<br><b>ORCID:</b> 0000-0003-4412-8789 | Firmado electrónicamente<br>por: AJSALAZARM el 22-<br>07-2022 20:20:55 |

Código documento Trilce: TRI - 0361856