



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE HONDURAS**

**FACULTA DE INGENIERÍA**

**PRÁCTICA PROFESIONAL**

**AGROPOR**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

**INGENIERO EN MECATRÓNICA**

**PRESENTADO POR:**

**11641049 CARLOS DANIEL TINOCO MEJÍA**

**ASESOR METODOLÓGICO: ING. FAVELL EDUARDO NUÑEZ RODRIGUEZ**

**CAMPUS TEGUCIGALPA; JULIO 2022**

## **DEDICATORIA**

A mis padres los cuales me motivaron constantemente a crecer y alcanzar mis sueños enseñándome que nada es imposible. Son una pieza fundamental en mi vida.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mi asesor metodológico, docentes y compañeros de trabajo que me han brindado parte de sus conocimientos para la elaboración de este proyecto de igual forma muy agradecido con las autoridades de Agropor por abrirme las puertas para poder elaborar mi práctica profesional y por ultimo muy agradecido con mis padres y Nathalie Rittenhouse por siempre brindarme su apoyo en todos mis proyectos.

## **GLOSARIO**

Recusar: No querer admitir o aceptar algo (RAE, 2021).

Inocuo: Que no hace daño (RAE, 2021).

Bráctea: Hoja que nace del pedúnculo de las flores de ciertas plantas, y suele diferir de la hoja verdadera por la forma, la consistencia y el color (RAE, 2021).

Ápice: Extremo superior o punta de algo (RAE, 2021).

Conspicuo: Ilustre, visible, sobresaliente (RAE, 2021).

## **RESUMEN EJECUTIVO**

AGROPOR es una subsidiaria en Honduras Centro América, está ubicada en el Municipio del Porvenir, Atlántida. Esta se dedica a la cosecha de piña, lavado y empaçado. La empacadora despacha piña para exportación a diario, en ocasiones no se puede despachar toda la piña y se debe almacenar en un lugar seguro. La empacadora dispone de cuartos fríos para almacenar la piña, sin embargo, un cuarto frío sufrió una avería y la reparación resulta costosa y no sostenible. Por este motivo se propone implementar una medida alternativa para almacenar la piña en contenedores de refrigeración.

Se tomaron en cuenta los siguientes requerimientos técnicos: la cantidad de unidades instaladas, el consumo del voltaje, el consumo del amperaje y la distancia entre el contenedor y su fuente de energía. Para el conocimiento del manejo de los contenedores y revisión de fallas se utilizó el manual MP3000.

Los materiales utilizados para la implementación del proyecto fueron: una bornera para línea primaria, canaleta para cableado, breakers, un plug, cable para contenedor y seis contenedores de refrigeración.

Se logró satisfactoriamente suplir la necesidad de la empresa de implementar una alternativa para almacenar la piña que no es despachada para exportación utilizando contenedores de refrigeración. La implementación de esta alternativa logra disminuir costos de energía y de mantenimiento. Los contenedores requieren de reparaciones de bajo costo y cuando sufre de una avería tiene un sistema de examinación autónomo que indica cuál es la falla.

## **ABSTRACT**

AGROPOR is a subsidiary in Honduras Central America, it is located in the Municipality of El Porvenir, Atlántida. This is dedicated to the pineapple harvest, washing and packaging. The packer ships pineapple and exports it on a daily basis, sometimes not all the pineapple can be shipped and it must be stored in a safe place. The packing house has cold rooms to store the pineapple, however, a cold room suffered a breakdown and the repair is expensive and not sustainable. For this reason, I proposed to implement an alternative measure to store the pineapple in refrigeration containers.

The following technical requirements were taken into account: the number of units installed, the voltage consumption, the amperage consumption and the distance between the container and its power source. For the knowledge of the handling of the containers and review of failures, the MP3000 manual was used.

The materials used for the implementation of the project were: a terminal block for the primary line, a cable duct, breakers, a plug, a cable for a container and six refrigeration containers.

The company needs to implement an alternative to store pineapple that is not shipped for export using refrigeration containers. The implementation of this alternative manages to reduce energy and maintenance costs. The containers require low-cost repairs and when they break down, they have an autonomous examination system that indicates what the fault is.

## TABLA DE CONTENIDO

I.	Introducción.....	14
I.	Generalidades de la empresa.....	15
1.1	Descripción de la empresa.....	15
2.3	Descripción del departamento o unidad .....	16
II.	Planteamiento del problema.....	17
2.1	Precedentes del problema .....	17
2.2	Definición del problema.....	17
2.3	Objetivo de puesto .....	17
2.4	Objetivos del proyecto de mejora .....	17
III.	Marco Teórico.....	19
3.1	Standard Fruit de Honduras .....	19
3.2	Producción de piña.....	20
3.2.1	Influencia de la temperatura en la conservación del fruto.....	22
3.2.2	Temperatura de almacenamiento.....	22
3.2.3	Estudio del efecto del retraso entre la cosecha y el inicio de enfriamiento sobre la calidad de frutos de piña .....	22
3.3	Exportación de piña.....	23
3.3.1	Normas técnicas para la calidad de la fruta.....	23
3.4	Cuartos Fríos .....	24
3.4.1	Equipos que componen un sistema de refrigeración de cuarto frío .....	24
3.4.2	Refrigeración amigable .....	24
3.5	Contenedores de Refrigeración.....	26
3.6	Responsabilidades de planta .....	28
3.6.1	Sizer selector de fruta por tamaño .....	28

3.6.2 Boxformer.....	30
IV. Metodología.....	31
4.1 Variables de investigación.....	31
4.2 Técnicas e instrumentos aplicados.....	31
4.3 Materiales.....	31
4.4 Metodología.....	32
4.4.1 Síntesis del problema.....	32
4.4.2 Variables investigadas.....	33
4.4.2.1 Cantidad de unidades instaladas.....	33
4.4.2.2 Consumo de voltaje.....	34
4.4.2.3 Consumo de Amperaje.....	34
4.4.2.4 Distancia entre el contenedor y su fuente de energía.....	34
V. Desarrollo.....	36
5.1 Análisis y Resultados.....	36
5.2 Descripción del trabajo desarrollado.....	37
VI. Conclusiones.....	48
VIII. Bibliografía.....	49
ANEXOS.....	51



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Standard Fruit de Honduras.....	20
Ilustración 2. Desarrollo de la piña.....	21
Ilustración 3. Ejemplo de surcos en plantaciones de piña de AGROPOR.....	21
Ilustración 4. Ciclo de refrigeración.....	25
Ilustración 5. Cuarto frío.....	25
Ilustración 6. Contenedor DOLE.....	27
Ilustración 7. Contenedor Frigorífico DOLE.....	27
Ilustración 8. Banda Transportadora.....	28
Ilustración 9. Sizer selector de fruta por tamaño.....	29
Ilustración 10. Piña número 6.....	29
Ilustración 11. Seis unidades de contenedores refrigerados instalados.....	33
Ilustración 12. Demolición de los cuartos fríos.....	33
Ilustración 13. Diagrama eléctrico de líneas primarias a contenedores.....	34
Ilustración 14. Distancia entre los contenedores y la fuente de energía.....	35
Ilustración 15. Construcción de desagüe.....	36
Ilustración 16. Acabado de desagüe.....	37

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Materiales.....	31
Tabla 2. Trabajos desarrollados .....	37
Tabla 3. Diagrama de Gantt .....	47

## I. INTRODUCCIÓN

La producción piñera en Honduras se concentra en la región del litoral atlántico, la mitad de la piña la produce la Standard Fruit de Honduras, que cultiva alrededor de 2,400 hectáreas. La Standard Fruit de Honduras es una compañía que se dedica a la producción y exportación de banano y piña. Es una división de Dole Tropical Products un subsidiario de Dole Food Company Inc. Por muchos años esta compañía ha liderado y desarrollado la exportación de piña en Honduras. En el 3er trimestre del 2021, Honduras se posicionó como el segundo mayor exportador de piña a nivel centroamericano con \$58,2 millones. La piña es una fruta tropical que se cosecha principalmente en territorios con clima cálido. Si la piña se almacena a una temperatura de 20°C, tiene una vida útil de 18 días. La refrigeración puede ser utilizada para la conservación de los frutos de piña, no obstante, en frutos de piña nativa almacenados a 6°C se aprecian síntomas de daño por frío. La Standard Fruit de Honduras tiene una división que se encarga principalmente de la cosecha de piña y todo el proceso de corta, limpieza y almacenamiento llamada AGROPOR.

La Agropecuaria El Porvenir (AGROPOR) es una subsidiaria en Honduras Centro América, está ubicado en el Municipio del Porvenir, Atlántida. Comenzó con las plantaciones de piña en 1962. Las piñas se almacenan en cuartos fríos en la planta empacadora. El departamento de ingeniería se encarga de dar mantenimiento y reparación a los cuartos fríos. Actualmente los cuartos fríos no funcionan adecuadamente y no hay un técnico pertinente que pueda repararlo. Se plantea la propuesta de implementar contenedores de refrigeración para el almacenamiento de la piña en lugar de los cuartos fríos, y aprovechar los recursos disponibles. Los objetivos son disponer de un lugar que almacene la piña a la temperatura indicada, en el área correcta con un sistema eléctrico adecuado al espacio y a la necesidad de los contenedores. El siguiente proyecto de mejora es suplir la necesidad de un espacio bajo la temperatura adecuada para almacenar piña aprovechando los recursos disponibles.

## **I. GENERALIDADES DE LA EMPRESA**

### **1.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA**

La Agropecuaria El Porvenir (AGROPOR) es una subsidiaria en Honduras Centro América, está ubicada en el Municipio del Porvenir, Atlántida. En 1915, la compañía comenzó operaciones como ingenio azucarero de Montecristo, pero por la depresión financiera de los años 30's, se canceló el proyecto.

La compañía comenzó con las plantaciones de piña en 1962, a través del esfuerzo del equipo de investigaciones y producción alcanzando altos rendimientos considerando que las tierras no eran aptas para el cultivo de la piña. La producción de AGROPOR es vendida a empresas exportadoras quienes abastecen la demanda de piña fresca de los mercados internacionales. En los últimos años, se exportaron en promedio 5 millones de cajas anuales de piñas cultivadas y empacadas en AGROPOR a Europa y Estados Unidos. La producción de AGROPOR representa prácticamente el 100% de las exportaciones nacionales de piña. Contribuye de forma a la agroindustria vendiendo la fruta recusada a plantas procesadoras de piñas una en el departamento de Atlántida y otra en Cortés, ambos se dedican al procesamiento de concentrado de piña.

La empresa se rige de acuerdo a lo establecido por la Secretaría de Agricultura y Ganadería, Ministerio del Medio Ambiente y Ministerio de Salud Pública y por el Instituto de Conservación Forestal. Además, AGROPOR está certificada externamente con:

- ISO 14001:2015 desde el año 1999
- ISO 9001:2015 desde el año 2002
- GLOBAL GAP desde el año 2004
- GMP (Good Manufacture practice) desde el año 2004
- Programa de inocuidad auditorias de gobierno, desde el año 2010
- Certificaciones socio-laborales bajo el protocolo DISNEY desde el año 2017
- Certificaciones socio-laborales bajo el protocolo KROGER desde el año 2017
- Responsabilidad social empresarial con FUNDARHSE desde el año 2018

Por lo que opera de acuerdo a estándares internacionales de manejo del medio ambiente para asegurar la protección ambiental, la seguridad de los empleados y la seguridad de los productos alimenticios (ANDI, 2021).

#### Información general de AGROPOR

- Produce aproximadamente 5 millones de cajas de piña al año
- 3,000 hectáreas en producción
- Más de 200 hectáreas bajo el programa de reforestación
- Una empacadora de piña identificada como MONTECRISTO
- 1,300 trabajadores de finca
- 65 empleados administrativos

### **2.3 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO O UNIDAD**

El departamento de ingeniería de AGROPOR es un taller que resuelve los problemas mecánicos que surgen en la planta empacadora, también se encarga del mantenimiento y reparaciones de toda la maquinaria agrícola, los vehículos usados en las fincas y maquinas. Este es el departamento desarrolla y coordina los proyectos de construcción, de automatización, eléctricos, entre otros.

## **II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **2.1 PRECEDENTES DEL PROBLEMA**

Le empacadora disponía de 8 cuartos fríos en donde se almacenaba la piña que no pudo ser cargada para exportación, esta fruta se almacena y se carga en los contenedores de refrigeración el siguiente día. El sistema de refrigeración de los cuartos fríos está conectado en serie, esto se refiere que cuando se enciende uno de los cuartos todos los demás también funcionan simultáneamente, esto ocasiona un gasto energético elevado.

El sistema de refrigeración de los cuartos fríos se dañó hace aproximadamente seis meses. Se gestionó la cooperación de un técnico que pudiera reparar el sistema, sin embargo, actualmente no se dispone del personal calificado para realizar el mantenimiento y reparación del sistema. Es por este motivo que se descartó la idea de continuar utilizando los cuartos fríos con la promesa de plantear nuevas propuestas para el almacenamiento de la piña.

### **2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

El principal problema en la empacadora es que no disponen de un cuarto frío para almacenar la piña que no es cargada para exportación de forma inmediata.

### **2.3 OBJETIVO DE PUESTO**

- 2.3.1 Mantener el funcionamiento de la planta empacadora de la división de piñas.
- 2.3.2 Monitorear el mantenimiento del sistema eléctrico de toda la zona de la empacadora.

### **2.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO DE MEJORA**

#### **2.4.1 OBJETIVO GENERAL**

- Establecer una alternativa de almacenamiento de piña utilizando contenedores de refrigeración en la Agropecuario El Porvenir.

#### 2.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Seleccionar el área adecuada para ubicar los contenedores de refrigeración.
- Implementar el sistema eléctrico que se adecue al espacio y necesidad de los contenedores de refrigeración.
- Preparar un área de control de los contenedores.

### **III. MARCO TEÓRICO**

A continuación, se describirá qué es la Standard Fruit de Honduras y a qué se dedica. Se hablará acerca del proceso de producción de piña y algunas cualidades de la planta, explicando cómo se siembra la fruta y como debe prepararse la tierra de producción. Se culminará el apartado de la producción de piña hablando de la situación actual de exportación de piña en Honduras. El siguiente apartado consiste en la definición de qué es un cuarto frío, sus componentes y el sistema de refrigeración.

#### **3.1 STANDARD FRUIT DE HONDURAS**

La Standard Fruit de Honduras es una compañía que se dedica a la producción y exportación de banano y piña de alta calidad localizada en La Ceiba, Atlántida. Se fundó en 1899 como una división de Dole Tropical Products un subsidiario de Dole Food Company Inc (Global G.A.P, 2014).

Dole Food Company, Inc. (anteriormente denominada Standard Fruit Company) es una corporación multinacional agrícola estadounidense con sede en Westlake Village, California. La compañía es el mayor productor de frutas y hortalizas del mundo, opera con 74,300 empleados de tiempo completo y de temporada que son responsables de más de 300 productos en 90 países. Dole comercializa productos alimenticios como bananos (ver ilustración 1), piñas, uvas, fresas, ensaladas, jugos frescos y congelados. Dole posee una línea naviera, Dole Ocean Cargo Express. Dole es un productor integrado verticalmente, propietario de plantaciones en Centroamérica. Opera una flota de 19 portacontenedores que están especialmente equipados para soportar contenedores refrigerados y tienen sus propias grúas en lugar de depender de la infraestructura portuaria.

Incluyendo la piña original, Dole distribuye alimentos vegetales frescos en forma de frutas enteras, verduras enteras, bayas y verduras recién cortadas.





**Ilustración 1. Standard Fruit de Honduras**

Fuente: (Global G.A.P, 2014)

### **3.2 PRODUCCIÓN DE PIÑA**

La producción piñera en Honduras se concentra en la región del litoral atlántico, la mitad de la piña la produce la Standard Fruit de Honduras que cultiva alrededor de 2,400 hectáreas (La Prensa, 2019). En Honduras se cosecha la piña de variedad golden, esta exhibe hojas verdes con una tonalidad de rojo a púrpura que se extiende desde la parte media del haz hasta el ápice; las hojas poseen espinas rojas y duras a lo largo de sus márgenes La piña nativa presenta una abundante producción de colinos. Las brácteas de la piña se forman en espiral alrededor del tallo y disminuyen de tamaño a medida que avanzan hacia el ápice, son bastante conspicuas y, al igual que las hojas, presentan espinas rojas en sus márgenes y poseen coloraciones rojizas en el haz (ver ilustración 2). De cada una de las flores sedes arrollan los frutos individuales que aparecen hacia el exterior en forma de escudetes, los cuales constituyen la corteza dura y cerosa del fruto. Al momento de la cosecha los frutos presentan una coloración general marrón brillante y el borde de los escudetes se encuentra delineado por una tonalidad amarillo-verde (Encolombia, 2021).



**Ilustración 2. Desarrollo de la piña**

Fuente: (Encolombia, 2021)

La siembra se realiza en líneas dobles utilizando distancias, entre plantas, entre líneas y entre surcos o en doble línea (ver ilustración 3), para facilitar las diferentes labores que se realizaran durante el desarrollo del cultivo. Seguidamente se procede al hoyado, cuando las plantaciones de Piña son de superficies grandes, existen equipos mecánicos que agilizan el marcado y hoyado, para que los trabajadores puedan sembrar más cantidad de semillas por jornada que las que siembran por el método tradicional (Encolombia, 2021).



**Ilustración 3. Ejemplo de surcos en plantaciones de piña de AGROPOR**

Fuente: (Atlantida, 2020)

### 3.2.1 INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EN LA CONSERVACIÓN DEL FRUTO

Durante los últimos años la técnica más empleada para la preservación de frutos ha sido el almacenamiento a bajas temperaturas, las cuales regulan diversas actividades metabólicas haciendo que se prolongue la vida útil de los productos. La refrigeración puede ser utilizada para la conservación de los frutos de piña, no obstante, en frutos de piña nativa almacenados a 6°C se aprecian síntomas de daño por frío (Encolombia, 2021).

### 3.2.2 TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO

El envío y almacenamiento de la piña requiere que la temperatura esté entre 7 ° C y 12 ° C, y por no más de un período de 3 a 4 semanas. Cuando las piñas están expuestas a temperaturas inferiores a 7 ° C, se producen lesiones por frío (OTFLOW, 2021).

### 3.2.3 ESTUDIO DEL EFECTO DEL RETRASO ENTRE LA COSECHA Y EL INICIO DE ENFRIAMIENTO SOBRE LA CALIDAD DE FRUTOS DE PIÑA

El objetivo del trabajo fue determinar el efecto del retraso en iniciar el enfriamiento sobre la calidad de piña (*Ananas comosus*) var. Dorada Extra Dulce, con simulación de transporte.

Para ello, se realizaron cuatro ensayos en diferentes zonas y épocas (seca y lluviosa). La fruta recién cosechada fue expuesta a temperatura ambiente durante 6, 12, 24 y 48 horas, luego de estos períodos, cada lote de fruta fue desinfectado con cloro a razón de 150 mg. l-1. Se le aplicó fungicida prochloraz 300 mg.l-1, se enceró (cera con base de aceite vegetal), se enfrió por aire forzado durante 4-5 horas hasta alcanzar 12-13°C. Se realizó luego una simulación de transporte y finalmente se almacenó por 21 días a 7,5°C y 85-90% HR.

Se evaluó el impacto de los tratamientos sobre variables de calidad: pérdida de peso, color externo e interno, moho en pedúnculo, deshidratación parcial, translucidez, firmeza, acidez y sólidos solubles.

Después de 12 horas de retraso en el enfriamiento, la calidad de la fruta disminuyó, con un impacto más evidente en la deshidratación, el desarrollo de moho y reducción en la firmeza de la pulpa. El color externo e interno, la translucidez, la acidez titulable y los sólidos solubles totales no se vieron afectados.

Las conclusiones del estudio fueron que el retraso del enfriamiento tuvo un impacto negativo en la calidad de la fruta de piña, especialmente en el desarrollo de moho y la deshidratación parcial de la fruta y un impacto menor en la firmeza de la pulpa. Bajo las condiciones del presente estudio, el retraso máximo permitido en el enfriamiento de la fruta fue de 12 horas (Solano, Saenz, Castro, & Ramirez, 2021).

### **3.3 EXPORTACIÓN DE PIÑA**

Entre enero y septiembre del 2020 y el mismo período de 2021 el volumen exportado de piña registró un leve aumento de 1%, al pasar desde 1.627.762 toneladas métricas a 1.640.251 toneladas métricas. Costa Rica es el máximo vendedor de piña, en el tercer trimestre de 2021 el principal exportador de piña en Centroamérica continuó siendo por mucho Costa Rica, con \$1.473,9 millones, seguido de Honduras con \$58,2 millones, Guatemala con \$18,9 millones, Panamá con \$9,7 millones.

#### Principales compradores

De enero a septiembre de 2021, el 52% del valor exportado desde Centroamérica tuvo como destino EE.UU., 9% Países Bajos, 8% Bélgica, para España e Italia 7% y Reino Unido 6%. El precio de las exportaciones entre enero de 2012 y septiembre de 2021, el precio promedio del kilo de las exportaciones de piña por los países de la región osciló entre \$0,44 y \$0,50 (CentralAmericanData, 2022).

#### 3.3.1 NORMAS TÉCNICAS PARA LA CALIDAD DE LA FRUTA

A parte de las condiciones básicas que debe poseer la fruta (entero, sano, limpio, fresco, libre de olores y sabores extraños) debe procederse a evaluar la presencia de defectos especialmente en la apariencia y en la consistencia del producto.

- Apariencia: La apariencia es fundamental para determinar la calidad de un producto, los principales efectos que pueden influir en la apariencia son:
  - Defectos morfológicos: Son defectos en la forma característica del producto, que afectan su apariencia, y que han sido causados por diferentes factores del cultivo.
  - Defectos físicos: Se presenta cuando el producto es sometido a condiciones de deshidratación, marchitamiento, o secamiento interno de algunas frutas.

- Defectos fisiológicos: Son deficiencias del producto que afectan su desarrollo, maduración, y otros procesos, esto sucede por factores tales como: Calidad del suelo, aporte de micro elemento, etc. (Aleman & Saenz, 2004).

### **3.4 CUARTOS FRÍOS**

Es un almacén en el que se genera artificialmente una temperatura específica (ver ilustración 5). Generalmente está diseñado para el almacenamiento de productos en un ambiente por debajo de la temperatura exterior. Estos funcionan generando artificialmente una temperatura específica por debajo de la temperatura exterior para la conservación de alimentos como frutas, verduras, mariscos, carne, etc (Refridol, 2022). La refrigeración o congelación ralentiza los procesos químicos y biológicos en alimentos, controlando su deterioro y su pérdida de calidad. Los productos que necesitan refrigeración incluyen frutas, verduras, mariscos, carne, flores. Los cuartos fríos han sido una parte esencial de la industria marítima desde finales del siglo XIX. Estos cuartos se encuentran en latitudes más cálidas, donde la comercialización de productos y el factor tiempo juegan papeles importantes para el desarrollo de industrias específicas que requieren parámetros de calidad muy rigurosos (Solis, 2018).

La temperatura interna depende del material o producto que se almacenará. Una aplicación conocida es el almacenamiento de alimentos para conservarlos, como alimentos congelados, que se almacenan a temperaturas negativas. Las verduras y frutas locales se almacenan a 0 °C y las frutas tropicales y subtropicales a 5 a 13 ° C (Solis, 2018).

#### **3.4.1 EQUIPOS QUE COMPONEN UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DE CUARTO FRÍO**

- Rack de compresores o compresor (sistema uno a uno)
- Condensador
- Evaporadores
- Válvula de expansión (ver ilustración 4)

#### **3.4.2 REFRIGERACIÓN AMIGABLE**

Los sistemas de refrigeración que entreguen la mayor eficiencia con el menor consumo energético son considerados amigables, además por supuesto de contar con el uso de refrigerantes que favorezcan el medio ambiente, si bien es verdad que los refrigerantes son esenciales, también estos causan daños en la atmósfera y contribuye al calentamiento global;

es por eso que se deben utilizar refrigerantes como el amoníaco, el CO2 como solución, dentro de las ventajas de emplear estos gases se encuentra: menor coste en carga de refrigerante, gas inerte, mayor eficiencia en aplicaciones de baja y alta temperatura (Solis, 2018).



**Ilustración 4. Ciclo de refrigeración**

Fuente: (Solis, 2018)



**Ilustración 5. Cuarto frío**

Fuente: (FriIndustrial, 2022)

### 3.5 CONTENEDORES DE REFRIGERACIÓN

Un contenedor refrigerado es un contenedor intermodal (contenedor de envío) utilizado en el transporte de carga intermodal que está refrigerado para el transporte de carga sensible a la temperatura. Un contenedor intermodal tendrá una unidad de refrigeración integral, que dependen de la alimentación externa, desde puntos de alimentación eléctrica, un barco de contenedores o en un muelle (ver ilustración 15). Cuando se transportan por la carretera en un remolque, pueden ser alimentados por generadores diésel que se acoplan al contenedor durante los viajes por carretera. El principio básico de funcionamiento de un contenedor refrigerado es bastante sencillo. Se trata de un contenedor aislado del exterior térmicamente, que lleva incorporada una unidad refrigeradora que permite mantener la temperatura interior constante gracias a la circulación de aire frío (Gruista, 2018).

Los Contenedores refrigerados se utilizan para transportar mercancías que requieren condiciones de temperatura controlada en tránsito. Productos como frutas, verduras, productos lácteos y carne son mercancías típicas para enviar en este tipo de contenedor marítimo. El software de control reefer (contenedores refrigerados) en contenedores, StarConomy, diseñada por Maersk Container Industria (MCI), en conjunto con Dole, apoya a operadores de contenedores refrigerados, por lo que les permite maximizar el valor de sus cargas refrigeradas en unidades Star Cool de MCI, informó Maersk (Agroalimentado, 2020). Actualmente la Dole Food Company ha incorporado contenedores de refrigeración de bajo consumo energético (ver ilustración 11), fabricadas por la empresa Maersk Container Industry. Debido a su sistema de control de aire fresco inteligente (AV+) esta tecnología reduce el consumo de energía. Esto al garantizar el mayor nivel de precisión de enfriamiento, al controlar la velocidad del compresor refrigerado para adaptarlo a las demandas específicas de la cadena de frío de la carga. Igualmente regula la entrada de aire fresco mediante un nivel máximo de CO2 preseleccionado dentro del refrigerador, garantizando el consumo mínimo de energía. Eso permite que Dole entregue fruta de la más alta calidad, al tiempo que reduce su huella de carbono a nivel mundial. Maersk Container Industry fabrica contenedores refrigerados y máquinas de refrigeración para clientes de la industria intermodal, cubriendo líneas navieras, multinacionales de frutas y empresas de arrendamiento, ver ilustración 16 (Danny Canales, 2020).



**Ilustración 6. Contenedor DOLE**

Fuente: (La Prensa, 2019)



**Ilustración 7. Contenedor Frigorífico DOLE**

Fuente: Fotografía tomada por el autor



### 3.6 RESPONSABILIDADES DE PLANTA

En este apartado se definen algunos de los procesos y máquinas que se utilizan en la planta que son parte de las responsabilidades que involucran mantener el funcionamiento de la planta empacadora.

#### 3.6.1 SIZER SELECTOR DE FRUTA POR TAMAÑO

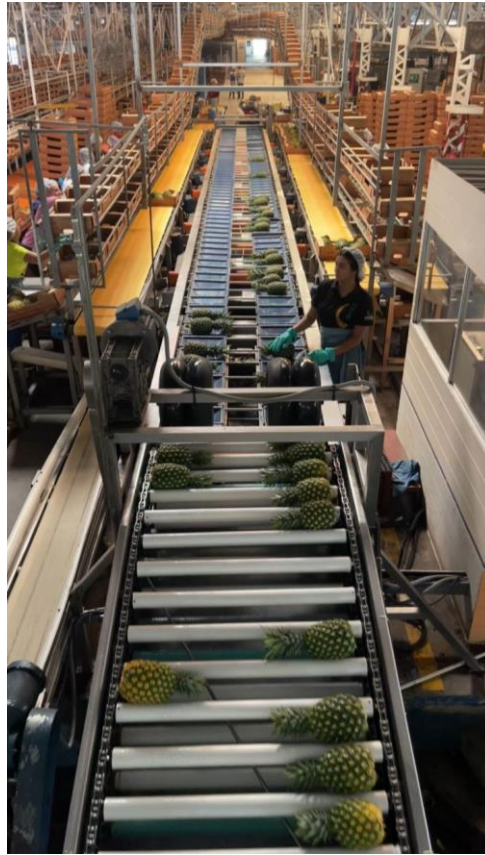
Un sizer selector de fruta por tamaño es una banda transportadora que clasifica la fruta de acuerdo al tamaño que el operario programa que salga en cada salida de la banda.

En la planta empacadora se utilizaban bandas transportadoras (ver ilustración) para empacar la piña. En 2020 se implementó una banda adicional, el sizer selector de fruta de tamaño (ver ilustración 9). El sizer hace el proceso de empacado de piña más eficiente porque el empacador no tiene que pesar las piñas una por una para seleccionarla. El motivo de la selección de piña se debe a que se empaca de acuerdo a su tamaño y peso. El tamaño de las frutas se clasifica en 5 categorías, las cuales son: No.5, No.6, No. 7, No.8 y No.10. El número de cada categoría indica el número de piñas que contiene cada caja (ver ilustración 10).



**Ilustración 8. Banda Transportadora**

Fuente: Fotografía tomada por el autor



**Ilustración 9. Sizer selector de fruta por tamaño**

Fuente: Elaborado por el autor



**Ilustración 10. Piña número 6**

Fuente: Fotografía tomada por el autor

### 3.6.2 BOXFORMER

La formadora de cajas es una máquina de movimiento continuo, de alta velocidad y flexible diseñada para formar cajas para carga superior manual o automática de productos. La formadora de cajas es una solución de cambio sin herramientas que se diseñó para manejar una amplia variedad de cortes planos para formar cajas (GraphicPackaging, 2021).

## IV. METODOLOGÍA

### 4.1 VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

- Cantidad de unidades instaladas

El consumo de amperaje se determina de acuerdo a la cantidad de unidades instaladas, por este motivo es una de las variables que se definieron al inicio del proyecto.

- Consumo de voltaje

Identificar el voltaje que necesitan las unidades de refrigeración fue primordial para instalar la fuente de voltaje necesaria en el área en donde se ubican los contenedores de refrigeración.

- Consumo de Amperaje

De acuerdo al consumo de amperaje se definió el calibre del cable y breaker de seguridad requerido.

- Distancia entre el contenedor y su fuente de energía

Determinar la distancia entre los contenedores y la fuente de energía se utilizó para determinar la cantidad de cable a utilizar.

### 4.2 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS

- Multímetro: Es un dispositivo eléctrico y portátil, que le permite a una persona medir distintas magnitudes eléctricas que forman parte de un circuito, como ser corrientes, potencias, resistencias, capacidades, entre otras (ComoFunciona, 2022).
- Manual MP3000: El manual de Thermo king 3000 contiene instrucciones de seguridad, especificaciones, descripción, características y opciones, descripción del controlador e instrucciones de funcionamiento.

### 4.3 MATERIALES

**Tabla 1. Materiales**

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>
Bornera para línea primaria	1 uni
Canaleta para cableado	15 m
Breakers	6 uni
Plug	6 machos 6 hembras

<b>Materiales</b>	<b>Cantidades</b>
Cable para contenedor	150 m
Contenedores refrigerados	6 Uni

#### **4.4 METODOLOGÍA**

##### 4.4.1 SÍNTESIS DEL PROBLEMA

El manejo de la piña pos cosecha procura mantener la integridad de la piña hasta el momento de empacarla para exportación. Después de que la piña ha pasado por todo el proceso de limpieza y encerado se empaca en cajas de acuerdo a su tamaño. La piña empacada en cajas se carga en los contenedores de refrigeración para ser exportado. En ocasiones no toda la piña lista para exportación puede ser cargada en los contenedores entonces se almacena en cuartos fríos para ser cargada el siguiente día.

Existen 8 cuartos fríos en la planta empacadora, divididos en 3 secciones. La primera sección que es del cuarto 1 al 4 se averió. Los repuestos para reparar la sección no están disponibles en Honduras y deben obtenerse en el extranjero añadiendo el alto costo de los mismo. Partiendo de este problema, se decidió implementar un medio de almacenamiento sustituto a los cuartos fríos y se propuso la idea de implementar contenedores refrigerados para almacenar la piña.

Uno de los principales motivos por el que se decidió utilizar contenedores en lugar de reparar los cuartos fríos instalados fue el costo energético elevado, debido a que el consumo energético de los cuartos fríos era de 450 A a 550 A. Cada contenedor en su etapa inicial consume 25 A y cuando el contenedor está en modulación, su consumo se reduce a 5 A. Otro motivo del uso de contenedores es el alto costo de los repuestos para los cuartos fríos y la escasez de ellos en el mercado hondureño. Y por último se decidió utilizar contenedores en lugar de cuartos fríos porque cuando un cuarto frío tiene un daño o una falla que necesita reparación se debe detener el funcionamiento de todos los cuartos fríos para repararlo y esto afecta la cadena de frío de la piña.

## 4.4.2 VARIABLES INVESTIGADAS

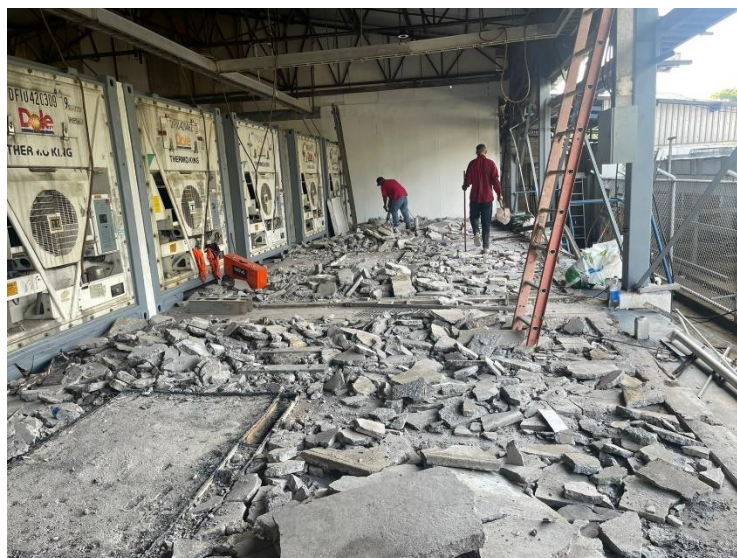
### 4.4.2.1 CANTIDAD DE UNIDADES INSTALADAS

Se instalaron 6 unidades de contenedores (ver ilustración 11) refrigerados para aprovechar el espacio en donde se ubicaban los cuartos fríos utilizados previamente. Los cuartos fríos se demolieron para ubicar los contenedores en este espacio (ver ilustración 12).



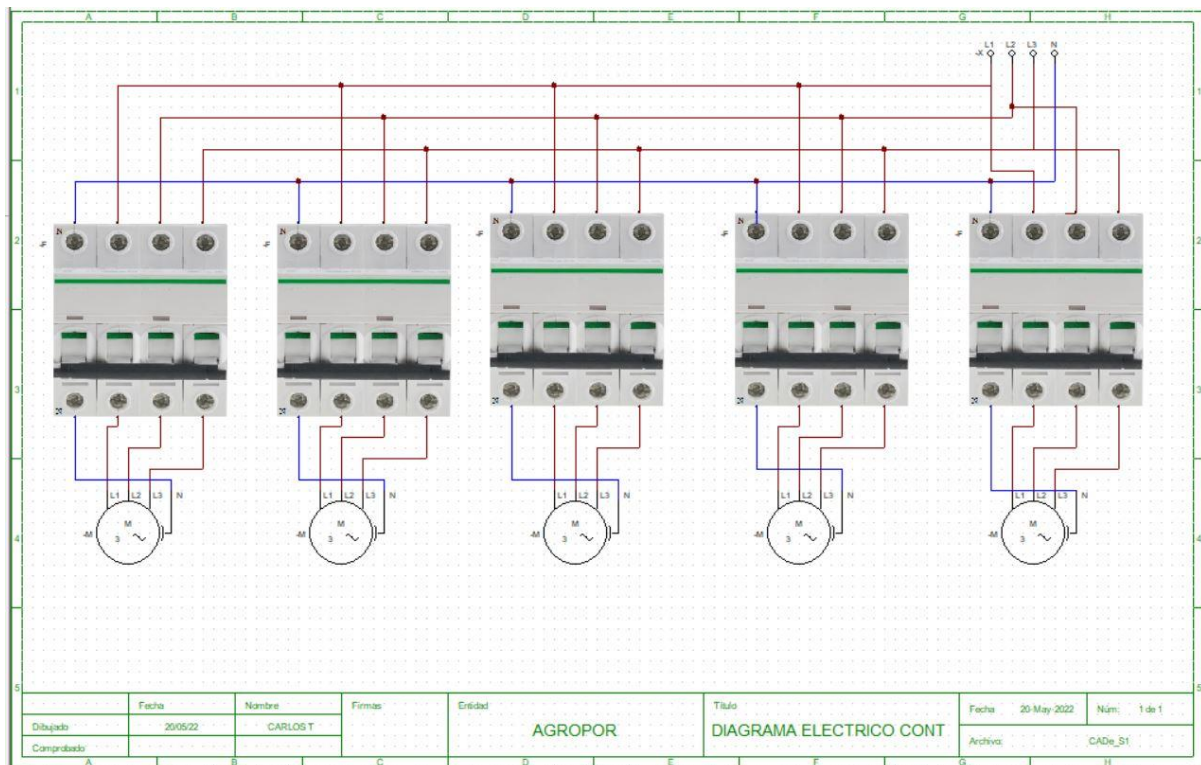
**Ilustración 11. Seis unidades de contenedores refrigerados instalados**

Fuente: Fotografía tomada por el autor



**Ilustración 12. Demolición de los cuartos fríos**

Fuente: Fotografía tomada por el autor



**Ilustración 13. Diagrama eléctrico de líneas primarias a contenedores**

Fuente: Elaborado por el autor

#### 4.4.2.2 CONSUMO DE VOLTAJE

El voltaje que es necesario para el correcto funcionamiento de la unidad es de 480 V.

#### 4.4.2.3 CONSUMO DE AMPERAJE

Cuando la unidad inicia a refrigerar es de 25 A y cuando la unidad empieza a modular es de 5 A.

#### 4.4.2.4 DISTANCIA ENTRE EL CONTENEDOR Y SU FUENTE DE ENERGÍA

La distancia entre los contenedores y la fuente de energía es de 4m (ver ilustración 14).



Distancia de la fuente de energía al contenedor

**Ilustración 14. Distancia entre los contenedores y la fuente de energía**

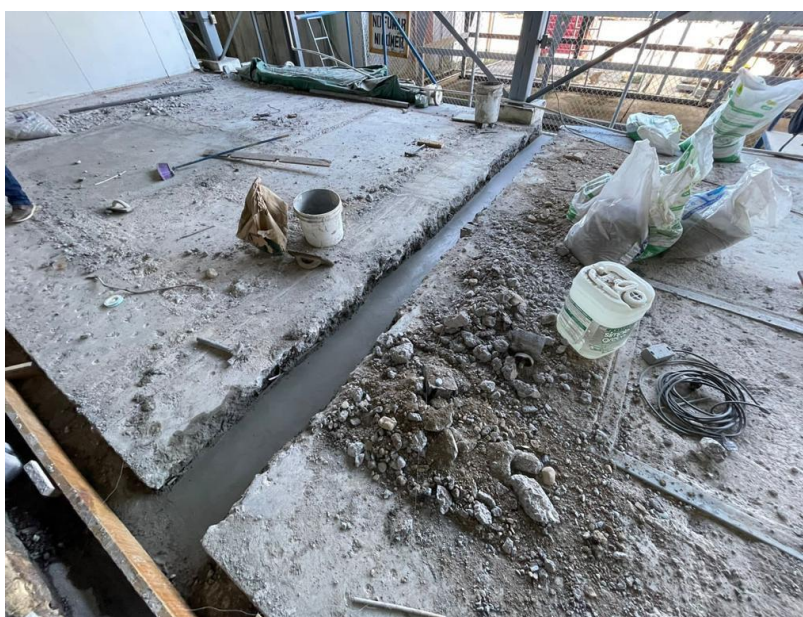
Fuente: Fotografía tomada por el autor



## V. DESARROLLO

### 5.1 ANÁLISIS Y RESULTADOS

- El hallazgo inicial de la realización del proyecto fue la instalación de los contenedores en sus respectivos espacios. Los cuartos fríos ya habían sido desmontados por lo tanto se procedió a ubicar cada contenedor en su lugar.
- Se instaló el sistema eléctrico conjunto al técnico electricista de planta. No fue necesario instalar las líneas primarias del sistema porque ya había unas previamente instaladas que fueron utilizadas para los cuartos fríos.
- Cuando se finalizó la instalación de las seis unidades y el sistema eléctrico se realizó una prueba de funcionamiento de las unidades. Se descubrió que 3 de las unidades presentaban averías, se inició la reparación de las unidades utilizando el Manual MP3000. Al finalizar la reparación se presentó un informe técnico que detalla cómo se diagnosticó el problema y el proceso de reparación. Ver informe en el Anexo I.
- Finalmente, cuando se repararon las unidades se realizaron las obras civiles. Debido a que las unidades de refrigeración drenan agua, se sugirió la construcción de un canal (Ver ilustración 14 y 15) para que el agua de los drenajes no se acumule en el área y el agua sea evacuada por los canales.



**Ilustración 15. Construcción de desagüe**

Fuente: Fotografía tomada por el autor



**Ilustración 16. Acabado de desagüe**

Fuente: Fotografía tomada por el autor

## 5.2 DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO



**Tabla 2. Trabajos desarrollados**


Descripción del trabajo realizado	Observaciones
Colocación y soldadura de lámina para Unión de bandas	<p>The 'Observaciones' cell contains two photographs. The left photograph shows a long, narrow facility with rows of pineapples on the floor. A person is visible in the background. The right photograph is a close-up of two large, vertical white sheets or panels being installed or secured with a metal railing or pipe.</p>


<p>Resolución de unión de bandas</p>	
<p><b>Descripción del trabajo realizado</b></p>	<p><b>Observaciones</b></p>
<p>Sustitución de sensores dañados de la báscula del sizer (selector de fruta por tamaño)</p>	
<p>Cambio de banda de recuse en área de alineamiento del sizer</p>	

Descripción del trabajo realizado	Observaciones
<p>Supervisión de mantenimiento preventivo de boxformer</p>	
<p>Instalación de panel eléctrico para conexión de contenedores debido a la emergencia de tomas de carreteras en el país</p>	


Descripción del trabajo realizado	Observaciones
<p>Supervisión de cambio de banda a sistema de riego en finca</p>	
<p>Tubería de inyección picada en inyector primario de cabezal.</p> <p>Se solicitó la compra de la tubería para su reemplazo.</p>	

Descripción del trabajo realizado	Observaciones
<p>Cambio de radiador a montacargas por una fuga, botaba el coolant provocando sobre calentamiento.</p>	 
<p>Supervisión de cambio bombas de freno a montacargas.</p>	

<b>Descripción del trabajo realizado</b>	<b>Observaciones</b>
<p data-bbox="204 286 730 436">Supervisión de exceso de grasa en montacargas para solicitar eliminar los excesos de la misma.</p>	

Descripción del trabajo realizado	Observaciones
Cambio de lámpara	 <p>The first photograph shows a close-up of a worker on a ladder reaching for a light fixture mounted on a building's exterior. The second photograph shows the worker from a wider angle, positioned on the ladder against the side of a building with light-colored siding.</p>
Colocación de placa de contenedor	 <p>The first photograph shows the interior of a white Thermo King container. The unit is labeled 'DFIU 420599' and 'Dole'. It features a large circular fan, various electrical components, and a control panel on the right. An orange gas cylinder is visible at the bottom. The second photograph is a close-up of a green electronic control board with various components, including capacitors, resistors, and integrated circuits, held in front of the container's interior.</p>



Descripción del trabajo realizado	Observaciones
<p data-bbox="359 280 574 313">Cambio de banda</p>	 <p>The 'Observaciones' column contains four sequential photographs documenting the conveyor belt replacement process. The first photo shows the conveyor system with the old belt removed. The second photo shows a worker in a dark jacket and cap using a power tool to cut the old belt. The third photo shows a worker in a dark jacket and cap using a power tool to cut the new belt. The fourth photo shows the new belt installed and the old one removed.</p>

Descripción del trabajo realizado	Observaciones
Supervisión de cambio de llantas a tractor	 
Supervisión de cambio de prensa al embrague de camión	 

Descripción del trabajo realizado	Observaciones
<p>Supervisión de elaboración de mantenimiento preventivo a tractores</p>	
<p>Cambio de prensa de embrague a tractor</p>	

## 5.2 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Tabla 3. Diagrama de Gantt

Actividad	24/Sep/2021	11/Oct/2021	5/Nov/2021	4/Ene/2022	8/Mar/2022	25/Abril/2022	28/Abril/2022	9/Mayo/22	10/Junio/2022
Solicitud de contenedores									
Realizo visita a PCA para selección de contenedores para el proyecto									
Se aprueba cer local para la compra de los contenedores									
Llegada de los contenedores a AGROPOR									
Inicio de desmontar cuartos fríos									
Instalación de los 6 contenedores en su área									
Seguimiento de avance de proyecto por gerente de empaque e ingeniería									
Prueba de funcionamiento de unidad de refrigeración									
Entrega del proyecto									

## **VI. CONCLUSIONES**

- Se logró satisfactoriamente suplir la necesidad de la empresa de implementar una alternativa para almacenar la piña que no es despachada para exportación utilizando contenedores de refrigeración. La implementación de esta alternativa logra disminuir costos de energía y de mantenimiento. Los contenedores requieren de reparaciones de bajo costo y cuando sufre de una avería tiene un sistema de examinación autónomo que indica cuál es la falla.
- Se determinó que el mejor lugar para ubicar y distribuir los seis contenedores fue en el área en donde estaban colocados los cuartos fríos. Estos fueron desmontados y el área se preparó para la instalación de los contenedores.
- Se logró instalar el sistema eléctrico de las unidades cumpliendo con todos sus requerimientos y necesidades aprovechando las líneas primarias ya disponibles en el área.
- Se colocó un panel con sistema de seguridad para la protección de las unidades.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Agroalimentado. (2020). *Maersk introduce nueva tecnología de refrigeración para ahorrar millones a operadores de contenedores*. Obtenido de <https://agroalimentado.com/nota/3446>
- Aleman, C., & Saenz, A. (2004). *MANUAL DE EXPORTACIÓN DE FRUTAS (PIÑA) PARA EL MERCADO*. Obtenido de <https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0026403.pdf>
- ANDI. (2021). *Agropor*. Obtenido de <https://www.andi.hn/agropor/>
- Atlantida. (2020). *Tour de la piña*. Obtenido de <https://visitatlantida.com/tour-de-pina-en-la-ceiba/>
- CentralAmericanData. (5 de Marzo de 2022). *Piñas: Ventas regionales crecen*. Obtenido de [https://www.centralamericadata.com/es/article/home/Pia\\_Ventas\\_regionales\\_crecen](https://www.centralamericadata.com/es/article/home/Pia_Ventas_regionales_crecen)
- ComoFunciona. (2022). *Como funciona un multimetro*. Obtenido de <https://comofunciona.co/un-multimetro/>
- Danny Canales. (Diciembre de 2020). *Nueva generación de contenedores refrigerados eficientes llegará pronto al país*. Obtenido de <https://www.larepublica.net/noticia/nueva-generacion-de-contenedores-eficientes-llegara-pronto-al-pais>
- Encolombia. (2021). *Producción de piña*. Obtenido de <https://encolombia.com/economia/agroindustria/cultivo/cultivodepinacontenido/>
- FrioIndustrial. (2022). *Cuartos fríos industriales*. Obtenido de <https://frioindustrialhn.com/>
- Global G.A.P. (2014). *Standard Fruit de Honduras*. Obtenido de <https://www.globalgap.org/de/profiles/de-Honduras/>
- GraphicPackaging. (2021). *Fomadora de Caja*. Obtenido de <https://es.graphicpkg.com/products/carton-former/#:~:text=La%20formadora%20de%20cajas%20es,cortes%20planos%20para%20formar%20cajas>.
- Gruista. (8 de Diciembre de 2018). *Container Refrigerado*. Obtenido de <https://www.gruasyaparejos.com/contenedores-maritimos/container->

refrigerado/#:~:text=Los%20Contenedores%20refrigerados%20se%20utilizan,este%20tipo%20de%20contenedor%20mar%C3%ADtimo.

La Prensa. (18 de Julio de 2019). *Honduras espera exportar 81,000 toneladas de piña este año.*

Obtenido de <https://www.laprensa.hn/economia/pina-produccion-exportacion-ingreso-divisas-HXLP1302647>

OTFLOW. (2021). *Temperatura de la piña.* Obtenido de <https://www.otflow.com/es/exportacion-de-pina/>

RAE. (2021). *Ápice.* Obtenido de <https://dle.rae.es/%C3%A1pice?m=form>

RAE. (2021). *Bráctea.* Obtenido de <https://dle.rae.es/br%C3%A1ctea?m=form>

RAE. (2021). *Conspicuo (ua).* Obtenido de <https://dle.rae.es/conspicuo?m=form>

RAE. (2021). *Inocuo.* Obtenido de <https://dle.rae.es/inocuo?m=form>

RAE. (2021). *Recusar.* Obtenido de <https://dle.rae.es/recusar>

Refridol. (2022). *Cuartos fríos industriales.* Obtenido de <https://refridcol.com/cuartos-frios/>

Solano, J., Saenz, M. V., Castro, J., & Ramirez, M. (5 de Febrero de 2021). *Efecto del retraso entre la cosecha y el inicio de enfriamiento sobre la calidad de frutos de piña.* Obtenido de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agrocost/article/view/45718>

Solis, L. (2 de Agosto de 2018). *¿Qué es y por qué necesitas un cuarto frío para tus productos?* Obtenido de <https://blog.froztec.com/-que-es-y-por-que-necesitas-un-cuarto-frio-para-tus-productos>

# ANEXOS

## ANEXO 1. INFORME TÉCNICO

### Reporte Técnico De Reparación

---

#### Datos Generales

Facha: 17/Mayo/2022

Ubicación: Empacadora

---

#### Datos Del Equipo

**Equipo:** 6 Contenedores Refrigerados

**Marca:** Thermoking

**Modelo:** MP3000

---

#### Descripción De Trabajo Realizado

Diagnóstico y recuperación de unidades refrigeradas. Se les realizo un previaje corto para detectar las posibles fallas. Tres unidades (1,4 y 5) pasaron el previaje satisfactoriamente las otras tres unidades (2,3 y 6) no lograron aprobar. Estas unidades que no aprobaron se realizo un chequeo por el técnico para su diagnóstico.

Se Comenzado por la unidad 2 se lavo la unidad ya que estaba demasiado sucia y se conecto manómetro para medir sus presiones de refrigerante se visualizó poca presión de esta y se completó refrigerante (404A) y se volvió a realizar un previaje aprobando el mismo. Se dejo trabajar la unidad hasta llegar a la temperatura determinada (45 F) y comenzó a modular.

La unidad 3 se reviso sus presiones de refrigerante y estaban correctas haciendo un chequeo más profundo visualizo el técnico que sus contactores y placa estaban quemadas al igual que el switch de inicio se le colocaron estos componentes de la unidad 6 para probarla dando como resultado el correcto funcionamiento de la unidad 3. Se volvió a realizar un previaje y se dejó trabajar la unidad hasta que modulara.

La unidad 6 se le coloco el manómetro y esto indico que el contenedor no tenia niveles de refrigerante. Se le conecto la bomba de vacío para descartar una posible fuga en el sistema y se gestione los componentes que se le quitaron para utilizarlos en la unidad 3

---

#### Trabajos Pendientes

En la unidad 6 instalar los componentes faltantes y completar refrigerante.

---

#### Partes Reemplazadas

Placa de MP3000

2 contactores

1 switch de inicio

---

Imágenes



