

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROPUESTA DE UN PLAN DE  
MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE  
REFRIGERACIÓN DE LOS CUARTOS  
FRÍOS EN LAS BODEGAS DE LA CAJA  
COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL  
UBICADAS EN SAN JOSÉ, LA URUCA  
DURANTE EL III CUATRIMESTRE DEL  
2020.

PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA  
OPTAR EL GRADO DE BACHILLER EN LA  
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

ESTUDIANTE:  
JOSÉ MAURICIO MONTENEGRO ROSALES

TUTOR:  
ING. EDWIN VARGAS LEÓN

HEREDIA, OCTUBRE 2020

## DECLARACIÓN JURADA

Yo **José Mauricio Montenegro Rosales**, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número **6-0361-0917** egresado de la carrera de **Ingeniería Industrial** de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de **Bachillerato en Ingeniería Industrial**, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado:

**Propuesta de un plan de mantenimiento de los equipos de refrigeración de los cuartos fríos en las bodegas de la CC SS ubicadas en San José , la Uruca durante el III cuatrimestre del 2020,**

es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público. en fe de lo anterior, firmo en la ciudad de San José, a los **cero dos** días del mes de **Marzo** del año dos mil **veintiuno**.



**6-0361-0917**

Firma del estudiante

Cédula

# ACTA DE APROBACIÓN



## Acta de Graduación

Ante el Tribunal Calificador de la Universidad Hispanoamericana, integrado por: Ing. Ana Catalina Leandro Sandi, representante dirección de carrera, Ing. Edwin Vargas León tutor y Ing. George Ramírez Vargas lector, se presenta al postulante Montenegro Rosales José Mauricio Cédula n° 6-0361-0917 quien hace defensa pública de su trabajo final de graduación, titulado: "PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN DE LOS CUARTOS FRÍOS EN LAS BODEGAS DE LA CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL UBICADAS EN SAN JOSÉ, LA URUCA DURANTE EL III CUATRIMESTRE DEL 2020". Para optar por el grado académico de Bachillerato en Ingeniería Industrial.

Una vez escuchada la exposición del postulante y habiendo procedido al período de preguntas por parte de los miembros del Tribunal, se procede en privado a la deliberación de rigor y se concluye que al estudiante: Montenegro Rosales José Mauricio, ha aprobado su requisito de graduación con un puntaje de 87 en la escala de 0 a 100.

Firmado en la Universidad Hispanoamericana el día: **martes 06 de abril del 2021.**

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Director(a) de Carrera: | <u>Ana Catalina Leandro Sandí</u><br>Firmado digitalmente por Ana Catalina Leandro Sandi<br>Fecha: 2021.04.06 18:11:05 -06'00' |
| Tutor(a):               | <u>[Firma]</u>   |
| Lector(a):              | <u>[Firma]</u>   |
| Estudiante:             | <u>[Firma]</u>   |

# CARTA DEL TUTOR

## CARTA DEL TUTOR

Heredia, 26 de febrero de 2021

**Destinatario**  
**Escuela de Ingeniería Industrial**  
**Universidad Hispanoamericana**

Estimado señor:

El estudiante José Mauricio Montenegro Rosales, cédula de identidad número 603610917, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN DE LOS CUARTOS FRÍOS EN LAS BODEGAS DE LA CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL UBICADAS EN SAN JOSÉ, LA URUCA DURANTE EL III CUATRIMESTRE DEL 2020, el cual ha elaborado para optar por el grado académico de bachillerato en Ingeniería Industrial.

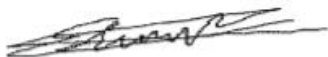
En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

|    |   |     |    |
|----|---|-----|----|
| a) | ORIGINAL DEL TEMA   | 10% | 9  |
| b) | CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES  | 20% | 18 |
| c) | COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION | 30% | 27 |
| d) | RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES  | 20% | 18 |
| e) | CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO  | 20% | 18 |
|    | TOTAL   |     | 90 |

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,



**Nombre :** Ing. Edwin Vargas León  
**Cédula identidad N.** 401670771...  
**Carné Colegio Profesional N** IPI-18468....

# CARTA DEL LECTOR

## CARTA DE LECTOR

Universidad Hispanoamericana  
Sede Heredia  
Carrera Ingeniería Industrial

Estimado señor

El estudiante **Jose Mauricio Montenegro Rosales**, cédula de identidad: 6-0361-0917, me ha presentado para efectos de revisión y aprobación, el proyecto denominado "PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN DE LOS CUARTOS FRÍOS EN LAS BODEGAS DE LA CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL UBICADAS EN SAN JOSÉ, LA URUCA DURANTE EL III CUATRIMESTRE DEL 2020", el cual ha elaborado para obtener su grado de Bachillerato en Ingeniería Industrial.

He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente lo relativo a la coherencia entre el marco teórico y análisis de datos, la consistencia de los datos recopilados y la coherencia entre éstos y las conclusiones; asimismo, la aplicabilidad y originalidad de las recomendaciones, en términos de aporte de la investigación. He verificado que se han hecho las modificaciones correspondientes a las observaciones indicadas.

Por consiguiente, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado en la defensa pública.

Atte.

Firma

  
\_\_\_\_\_

Nombre

Sr. Dany Ramirez Vargas

Cédula

1-1458-0986

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a mis padres, quienes con esfuerzo y dedicación hicieron la persona que soy.

# AUTORIZACION DE PUBLICACION

---

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA  
CENTRO DE INFORMACION TECNOLOGICO (CENIT)  
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA  
REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA  
DE LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACION**

San José, 29 de marzo del 2021

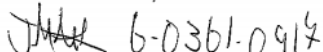
Señores:  
Universidad Hispanoamericana  
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito (a) **Jose Mauricio Montenegro Rosales** con número de identificación **6-0361-0917** autor (a) del trabajo de graduación titulado PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN DE LOS CUARTOS FRÍOS EN LAS BODEGAS DE LA CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL presentado y aprobado en el año 2021 como requisito para optar por el título de Bachillerato en Ingeniería Industrial ; **(SI / NO)** autorizo al Centro de Información Tecnológico (CENIT) para que con fines académicos, muestre a la comunidad universitaria la producción intelectual contenida en este documento.

De conformidad con lo establecido en la Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.

Cordialmente,

  
6-0361-0917  
Firma y Documento de Identidad

## ÍNDICE GENERAL

|  |           |
|--|-----------|
| Índice de ilustraciones.....                                   | xi        |
| Índice de tablas.....  | xi        |
| Índice de imágenes.....  | xii       |
| Índice de Anexos.....  | xii       |
| Acrónimos y Siglas.....  | xiii      |
| <b>CAPITULO I.....</b>   | <b>1</b>  |
| <b>INTRODUCCIÓN.....</b>                                       | <b>1</b>  |
| <b>1.1 Descripción general del proyecto.....</b>               | <b>2</b>  |
| <b>1.2 Identificación de la empresa.....</b>                   | <b>3</b>  |
| <b>1.3 Planteamiento del problema.....</b>                     | <b>7</b>  |
| <b>1.4 Objetivos del proyecto.....</b>                         | <b>10</b> |
| <b>1.4.1 Objetivo general.....</b>                             | <b>10</b> |
| <b>1.4.2 Objetivos específicos.....</b>                        | <b>10</b> |
| <b>1.5 Alcances y limitaciones.....</b>                        | <b>11</b> |
| <b>1.5.1 Alcances.....</b>                                     | <b>11</b> |
| <b>1.5.2 Limitaciones.....</b>                                 | <b>11</b> |
| <b>CAPITULO II.....</b>  | <b>12</b> |
| <b>MARCO TEÓRICO.....</b>                                      | <b>12</b> |
| <b>2.1 Marco Conceptual General relativo a la carrera.....</b> | <b>13</b> |
| <b>2.1.1 Ingeniería.....</b>                                   | <b>13</b> |

|  |           |
|--|-----------|
| 2.1.2 Principios de un sistema de control de calidad.....  | 14        |
| 2.1.3 Cadena de Abastecimiento.....  | 15        |
| 2.1.4 Gestión de Mantenimiento.....  | 15        |
| 2.1.5 Clasificación de los mantenimientos.....   | 16        |
| 2.1.6 Optimización.....  | 18        |
| <b>2.2 Marco conceptual atinente a la gestión del proyecto.....</b>  | <b>19</b> |
| 2.2.1 Filosofía Six Sigma (Seis Sigma).....  | 19        |
| 2.2.2 Metodología D.M.A.I.C.....   | 22        |
| 2.2.3 Diagrama de Procesos.....  | 29        |
| 2.2.4 Diagrama de Ishikawa.....  | 30        |
| 2.2.5 Diagrama de Pareto.....  | 32        |
| 2.2.6 Indicadores de Gestión (key performance indicator KPI).....  | 33        |
| <b>2.3 Marco conceptual con el impacto del proyecto.....</b>   | <b>37</b> |
| 2.3.1 Mantenimiento de Equipos.....  | 38        |
| 2.3.2 Estimación del Proyecto.....   | 39        |
| <b>2.4 Antecedentes de proyectos o experiencias similares.....</b>   | <b>41</b> |
| 2.4.1 Primer antecedente.....  | 41        |
| 2.4.2 Segundo antecedente.....   | 42        |
| <b>CAPITULO III.....</b>   | <b>43</b> |
| <b>MARCO METODOLÓGICO.....</b>   | <b>43</b> |
| 3.1 Marco Metodológico.....  | 44        |
| 3.2 Metodología para la medición y respaldo cualitativo del proyecto.....  | 52        |
| 3.3 Metodología para la propuesta de mejora, construcción o puesta en práctica de un nuevo proceso o servicio.....     | 56        |
| 3.4 Metodología para la implementación del proyecto.....   | 58        |
| 3.5 Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados.....                          | 58        |
| <b>CAPITULO IV.....</b>  | <b>61</b> |
| <b>LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSAS.....</b>  | <b>61</b> |
| 4.1 Estudio de la situación actual.....  | 62        |
| 4.2 Identificar las causas más significativas que afectan el servicio de mantenimiento de bodegas de frigoríficos..... | 62        |
| 4.2.1 Diagrama SIPOC del proceso de mantenimiento de cámaras frías.....  | 62        |
| 4.2.2 Diagrama de flujo del proceso de Mantenimiento de los vehículos.....   | 64        |

|   |            |
|---|------------|
| 4.2.3 Observación propia del proceso.....   | 66         |
| 4.2.4 Encuesta al personal.....   | 68         |
| 4.2.5 Diagrama de Ishikawa.....   | 69         |
| 4.3 Clasificar los problemas según la severidad con respecto al problema raíz.... | 77         |
| 4.4 Analizar los datos obtenidos con la finalidad proponer soluciones optimas...  | 84         |
| 4.4.1 Costo de mantenimiento preventivos y correctivos.....                       | 84         |
| 4.4.2 Costos de repuestos por mantenimiento preventivos y correctivos.....        | 86         |
| 4.5 Conclusiones del diagnóstico.....   | 88         |
| <b>CAPITULO V.....</b>  | <b>90</b>  |
| <b>Diseño de Propuestas.....</b>  | <b>90</b>  |
| 5.1 Diseño de las propuestas.....   | 91         |
| 5.2 Procedimiento atención de fallas de los equipos.....                          | 92         |
| 5.3 Plan de inversión para la compra de equipos.....                              | 95         |
| 5.4 Plantilla para el cálculo EOQ de repuestos.....                               | 100        |
| 5.5 Capacitación INA.....   | 101        |
| 5.6 Costo Beneficio.....  | 103        |
| <b>CAPITULO VI.....</b>   | <b>106</b> |
| <b>Conclusiones y Recomendaciones.....</b>  | <b>106</b> |
| 6.1 Conclusiones.....   | 106        |
| 6.2 Recomendaciones.....  | 109        |
| <b>Bibliografía.....</b>  | <b>111</b> |
| <b>ANEXOS.....</b>  | <b>113</b> |

## Índice de ilustraciones

|  |    |
|--|----|
| Ilustración 1: Bodega de frigoríficos, Controlados y Materia Prima .....               | 4  |
| Ilustración 2 : Organigrama C.D.E .....  | 7  |
| Ilustración 3: Estructura de Certificación Six Sigma .....                             | 20 |
| Ilustración 4: Metodología D.M.A.I.C.....  | 22 |
| Ilustración 5: Elementos del marco de un proyecto Seis Sigma .....                     | 24 |
| Ilustración 6 : Diagrama de Ishikawa .....   | 31 |
| Ilustración 7: Diagrama de Pareto.....   | 32 |
| Ilustración 8: Proceso cuantitativo.....   | 46 |
| Ilustración 9: Proceso Cualitativo.....  | 47 |
| Ilustración 10:Diagrama de Gantt, Project Management .....                             | 60 |
| Ilustración 11:Diagrama de Causa y Efecto Fallas en los Equipos de refrigeración ..... | 70 |
| Ilustración 12 :Grafico de Pareto importancia .....                                    | 81 |
| Ilustración 13:Clasificación de causas N.P.I.....                                      | 82 |
| Ilustración 14: Gráfico Pareto N.P.I.....  | 83 |
| Ilustración 15:Diagrama ABC por costo .....  | 87 |
| Ilustración 16: Referencia de Diseño propuesta 1 .....                                 | 98 |

## Índice de tablas

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1 :Ponderación de Causas.....   | 53 |
| Tabla 2 : Valor de Impacto de las causas.....                                 | 55 |
| Tabla 3:Valor de Frecuencia de las Causas.....                                | 55 |
| Tabla 4:Valores de los retrasos de las causas .....                           | 56 |
| Tabla 5:Análisis de las Causas .....  | 78 |
| Tabla 6 :Clasificación de causa según su porcentaje de importancia .....      | 79 |
| Tabla 7: Consolidado de Causas según importancia .....                        | 80 |
| Tabla 8: Gatos por concepto de Mantenimientos Preventivos y Correctivos ..... | 84 |
| Tabla 9:Consumo Eléctrico periodo 2020 .....                                  | 85 |
| Tabla 10:Resumen ABC por Costo de Repuestos .....                             | 86 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 11: Resumen de las Propuestas.....               | 91  |
| Tabla 12: Estudio de precios de mercado .....          | 95  |
| Tabla 13. Medidas actuales de cuartos fríos.....       | 96  |
| Tabla 14: Propuesta 1 Diseño Cuartos Fríos .....       | 97  |
| Tabla 15: Propuesta 2 Diseño de Cuartos Fríos .....    | 98  |
| Tabla 16: Propuesta 3 Diseño 2 Cuarto Fríos .....      | 99  |
| Tabla 17: Comparativo de Crecimiento d Propuestas..... | 99  |
| Tabla 18 : Plantilla del EOQ repuestos .....           | 100 |
| Tabla 19: Costo de Capacitación INA .....              | 102 |
| Tabla 20: Matriz de análisis Costo Beneficio .....     | 103 |

### **Índice de imágenes**

|   |    |
|---|----|
| imagen 1: Diagrama de Flujo del Proceso.....  | 29 |
| imagen 2: Simbología de los diagramas de flujo.....   | 30 |
| imagen 3: Diagrama SIPOC.....   | 63 |
| imagen 4: Diagrama de flujo del proceso actual de mantenimiento preventivo y correctivo ..... | 65 |
| imagen 5: Observación propia de variables .....   | 67 |
| imagen 6: Costo de Contrataciones .....   | 74 |
| imagen 7: Procedimiento para mantenimientos .....   | 93 |
| imagen 8: Diagrama de proceso mantenimiento Preventivo .....                                  | 94 |

### **Índice de Anexos**

|  |     |
|--|-----|
| Anexo 1: Ficha Técnica de refrigerante.....                    | 114 |
| Anexo 2: Informe de Activos CCSS .....                         | 115 |
| Anexo 3: Solicitud de Información Dep. Mantenimiento CCSS..... | 116 |
| Anexo 4: Reporte de Servicios a contratistas.....              | 117 |
| Anexo 5: Informe Mayor de Presupuesto del área .....           | 118 |
| Anexo 6: Descripción de los repuestos .....                    | 118 |
| Anexo 7: Aprobación de Manual de Procedimiento propuesto ..... | 119 |
| Anexo 8: Cotización de Equipos Beirute .....                   | 119 |
| Anexo 9: Contenido de Capacitación INA .....                   | 120 |
| Anexo 10: Índice salarial CCSS.....                            | 121 |
| Anexo 11: Vista al CDE, Uruca .....                            | 121 |
| Anexo 12: Capacitación INA horas de curso .....                | 122 |
| Anexo 13: EOQ compra de repuestos .....                        | 122 |
| Anexo 14: Ficha Técnica de los Equipos .....                   | 123 |

## **Acrónimos y Siglas**

CCSS: Caja Costarricense del Seguro Social.

ALDI: Área de Almacenamiento y Distribución.

P.P: Plan Presupuesto.

SIPOC: Mapa de Proceso.



## **RESUMEN**

Montenegro, Mauricio. Universidad Hispanoamericana, octubre 2020. Propuesta de un plan de mantenimiento de los equipos de refrigeración de los cuartos fríos en las bodegas de la Caja Costarricense de Seguro Social ubicadas en San José, la Uruca durante el III cuatrimestre del 2020, Tutor, Ing. Edwin Vargas León.

La siguiente investigación procura brindar propuestas interesantes para la institución con la finalidad de garantizar un adecuado almacenamiento de los medicamentos que se resguardan bajo la modalidad de cadena de frío en el Área de Almacenamiento en las bodegas del Centro de Distribución Especializado en Uruca.

Par obtener los resultados esperados fue necesario durante el proceso el uso de herramientas ingenieriles para idéntica la problemática y situación actual de la bodega, además, se involucró al personal técnico y administrativo con la identificación de las variables más significativas

Con base en la información recolectada y ponderada permite realizar las propuestas necesarias para encontrar mejoras en el modelo de mantenimiento donde se presentan un manual de procedimientos para la estandarización de los mismo.

Un plan de inversión para el cambio de los cuartos fríos y equipos de refrigeración mejorando los espacios para el almacenamiento del medicamento, así como un plan de capacitación en temas de enfriamiento otorgado por el INA.

Además, se pone a disposición del departamento de mantenimiento una plantilla para solicitar la cantidad optima de repuestos y garantizar la disponibilidad de estos.

En conclusión, con las propuestas presentadas permitirán a la institución a valor la adquisición de equipos nuevos que garanticen un adecuado proceso logístico de almacenamiento y disponibilidad de medicamentos a la red de servicios de salud a nivel nacional y cambio en los modelos de mantenimientos de los activos de la institución.

**CAPITULO I**  
**INTRODUCCIÓN**

## **1.1 Descripción general del proyecto**

La Caja Costarricense del Seguro Social es la entidad gubernamental orientada a brindar a la población Costarricense una atención integral de la salud y promover su conservación, familia, comunidad y ambiente, así como garantizar la protección económica en 3 áreas estratégicas: Salud, Pensiones y Administración, por esta razón cuenta con un área de almacenamiento y distribución encargado de los procesos sustantivos tales como recepción, almacenamiento, alistado y distribución de medicamentos e insumos entre otros; a todos los centros de salud del territorio nacional.

La presente investigación se realizará en el Centro de Distribución Especializado de la Uruca (C.D.E) el cual, se encarga de custodiar, controlar y abastecer medicamentos, vacunas, psicotrópicos, estupefacientes y otros medicamentos especiales para cubrir las necesidades a nivel nacional, cuyo canal principal es la entrega directa al centro de salud por el tipo de insumo que representa.

La finalidad del proyecto es proponer, los métodos más eficientes y estrictos que permitan identificar mejoras en la atención de los mantenimientos preventivos y correctivos de los equipos de refrigeración utilizados para mantener en óptimas condiciones los medicamentos especiales y así, poder minimizar las fallas que estos generan en constantes ocasiones

Para el presente proyecto de investigación se utilizará los históricos de control de mantenimiento de los equipos, el cual, permite analizar el número de averías por equipo, el tiempo, tipo de reparación y mantenimiento preventivo y o correctivo.

Para la obtención de los datos se procede a la utilización de la estructura DMAIC la cual, permite en cada una de sus etapas utilizar diferentes herramientas para ir identificando los problemas y así poder optimizar los controles actuales permitiendo ser más eficiente y eficaz con la disponibilidad y continuidad de los equipos de frío.

El presente trabajo de investigación responde a la línea de operaciones industriales la cual permite realizar las mejoras a los equipos y procesos inmersos en los procesos logísticos.

## **1.2 Identificación de la empresa**

El C.D.E es el centro logístico encargado de custodiar, controlar y abastecer los medicamentos, vacunas, psicotrópicos, estupefacientes y otros medicamentos especiales para cubrir las necesidades a nivel nacional mediante las unidades ejecutoras, cuyo canal principal es la entrega directa al centro asistencial por el tipo de insumo que representa, sin embargo, el departamento de transporte tiene incluido dentro de sus funciones distribuir estos bienes hasta cada uno de los centros de salud; su especialización radica en el tipo de insumos, la trazabilidad, el costo y la cadena de frío.

Como parte de sus responsabilidades el CDE administra 3 bodegas

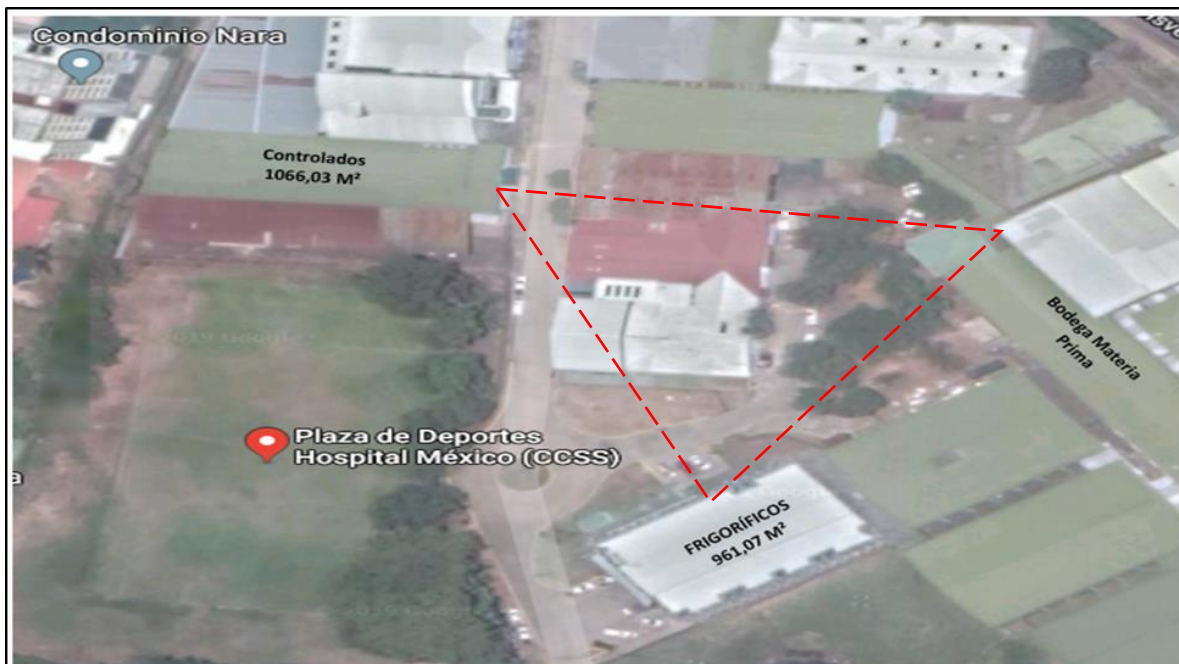
- Bodega de Materia Prima
- Bodega de Frigoríficos
- Bodegas de Productos Controlados

Dos de sus principales bodegas se ubican en San José, la Uruca de televisora Repretel 200 mts al sur, contiguo al parqueo del Hospital México.

A continuación, se presenta el mapeo satelital del centro de distribución y la identificación por las bodegas que lo conforman.

*Ilustración 1: Bodega de frigoríficos, Controlados y Materia Prima*

*Fuente: Google Map, 2020.*



Como se puede observar en la ilustración # 1, las bodegas cuentan con amplia capacidad de almacenamiento y su equidistancia permite una adecuada administración de los procesos de distribución control y fiscalización por los niveles superiores.

### **La Visión**

“Seremos líderes en la gestión de la logística de abastecimiento mediante la administración de centros de distribución de clase mundial”. (Administración ALDI CCSS, 2020)

### **La Misión**

“Dotar a las unidades ejecutoras de los medicamentos e insumos médicos en forma eficaz y eficiente, para garantizar la continuidad de los servicios de salud”. (Administración ALDI CCSS, 2020)

Cabe destacar que el CDE cuenta con el siguiente personal.

- (1) Jefe de subárea de sede
- (1) Secretaria Ejecutiva
- (2) Regencia Farmacéutica para la bodega de frigoríficos y controlados
- (1) Jefe Administrativo 4 para la bodega de Frigoríficos y controlados
- (1) Sub Jefe de Bodega para la bodega de Materia Prima
- (1) Sub Jefe de Bodega para la bodega de frigoríficos

- (1) Sub Jefe de Bodega para la bodega de controlados
- (2) Bodegueros para la bodega de frigoríficos
- (2) Bodegueros para la bodega de controlados
- (2) Bodeguero para la bodega de materia prima
- (1) Bodeguero para el archivo
- (1) Operador TIC (Digitador)
- (8) Oficiales de seguridad

La planilla se encuentra conformada por 24 funcionarios, sin embargo, el CDE cuenta con una línea de apoyo o staff que se encuentra ubicada en el CDC y brinda el apoyo en operaciones tales como:

#### **Administrativo**

- Oficina de Presupuesto
- Oficina de Recursos Humanos
- Oficina de Informática (T.I)
- Oficina de Compras
- Oficina de Transportes y Logística
- Oficina de Mantenimiento

#### **Técnico o Especializado**

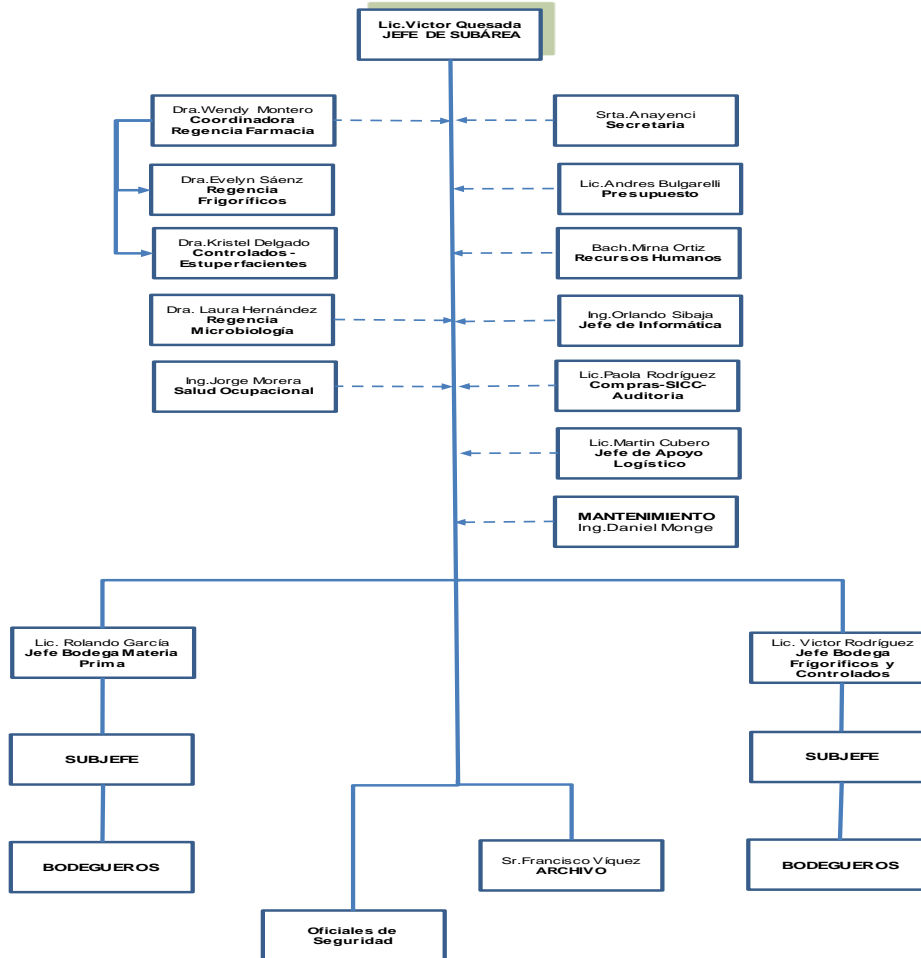
- Oficina de Regencia de Farmacia
- Oficina de Regencia de Microbiología
- Oficina de Salud Ocupacional

A continuación, se muestra la estructura organizacional con una representación gráfica de un organigrama vertical

Ilustración 2 : Organigrama C.D.E

Fuente: Administración

**ORGANIGRAMA ÁREA DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN  
CENTRO DE DISTRIBUCIÓN ESPECIALIZADO C.D.E**



### 1.3 Planteamiento del problema

En esta sección como parte del presente proyecto de investigación se expone el asunto o cuestión que se tiene como objeto aclarar

### **1.3.1 Idea del problema**

El Centro de Distribución Especializado cuenta con 6 cuartos fríos y 2 congeladores utilizados para la conservación de los medicamentos especiales, los cuales, son distribuidos a todas las áreas de salud, según la necesidad poblacional.

Estos equipos cuentan con diferentes capacidades cubicas de almacenamiento que varían en las condiciones de refrigerado con un rango de temperaturas de (2°C a 8°C) para frigoríficos o (-10°C a 20°C) para congelados

El presente proyecto de investigación permitirá identificar cuáles son las causas del servicio mantenimiento que genera que no se disponga del 100% de los equipos para el resguardo y almacenamiento de los medicamentos.

La información que se obtenga de los estudios analizados se procederá a buscar una solución de mejora que permita eliminar las causas del problema raíz.

### **1.3.2 Definición del problema**

El C.D.E presenta fallas constantemente de los equipos utilizados en los cuartos fríos y equipos, lo que genera que los bodegueros tengan que parar sus operaciones de alisto, para destinarlo al traslado de mercadería entre cuartos fríos, ya que los productos no pueden perder su cadena su temperatura, también genera atraso en las entregas de pedidos e incremento en tiempos muertos del personal de las diferentes áreas de salud por ser atendidos, así como, limitar el abastecimiento oportuno de los medicamentos especiales.

### **1.3.3 Justificación**

Con la propuesta del presente proyecto de investigación en el Centro de Distribución Especializado de la Caja costarricense del Seguro Social (CCSS) se justifica por el incremento en fallas en los cuartos fríos y equipos, así como, limitar el abastecimiento oportuno de los medicamentos especiales a los centros de salud. Algunas de las fallas en los cuartos fríos (6) contabiliza en un periodo de 5 años 661 reportes de fallas promediando 132 fallas anuales y 11 fallas al mes, por lo cual, podemos concluir que los equipos en un periodo de 20 días fallan el 55% de las veces al mes.

Además, el tiempo aproximado de traslado de mercadería de un cuarto frío a otro es de 2 a 3 horas aproximadamente ya que la exposición a temperaturas ( $2^{\circ}\text{C}$  a  $8^{\circ}\text{C}$ ) para frigoríficos o ( $-10^{\circ}\text{C}$  a  $-20^{\circ}\text{C}$ ) para congelados dificulta esta operación de los bodegueros, por lo cual, promedia un total de 33 horas mensual en acomodo equivale al 18.33% de la jornada laboral por fallas en los equipos.

## **1.4 Objetivos del proyecto**

### **1.4.1 Objetivo general**

Diseñar un plan de mantenimiento de los equipos de refrigeración de los cuartos fríos en las bodegas de la Caja Costarricense de Seguro Social mediante la implementación de un sistema automatizado de control, que permita la eficiencia y uso de los equipos.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Identificar las causas más significativas que afectan el servicio de mantenimiento de bodegas de frigoríficos
- Clasificar los problemas según la severidad con respecto al problema raíz
- Analizar los datos obtenidos con la finalidad proponer soluciones optimas
- Proponer una metodología eficiente para la mejora del servicio de mantenimiento de las bodegas de frigoríficos
- Controlar el seguimiento de la propuesta mediante herramientas de planificación de proyectos

## **1.5 Alcances y limitaciones**

### **1.5.1 Alcances**

Actualmente, el Centro de Distribución Especializado presenta debilidades en sus sistema de controles para el mantenimiento preventivo y correctivo de los cuartos y congeladores de fríos, por lo cual, con la elaboración del presente trabajo de investigación se pretende impactar en la gestión del mantenimiento, control y programas y planificación de las de reparaciones actuales, así como de generar los criterios específicos sobre la ejecución de rutinas de mantenimiento, que permita optimizar los modelos de atención de fallas.

### **1.5.2 Limitaciones**

Las limitaciones de este proyecto de investigación se consideran las siguientes:

**Inversiones requeridas:** El proceso utilizado en el sector público es burocrático y dependen de la aprobación de la Contraloría General de la República con el visto de Gerencia.

**Información:** Al ser una institución pública alguna información donde se pudiera indagar se encuentra sin respaldo y en ocasiones carece de históricos

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

## **2. MARCO TEÓRICO**

En este apartado se utiliza diferentes conocimientos de la carrera de ingeniería industrial, por lo cual, el autor pretende exponer cada uno de los términos dentro del contexto de la presente investigación.

### **2.1 Marco Conceptual General relativo a la carrera**

#### **2.1.1 Ingeniería**

La ingeniería industrial es una de las carreras de la Ingenierías que se encarga de la mejora y control de los procesos de bienes y servicios, además del aprovechamiento de los recursos de las empresas así, como la utilización de las ciencias y matemáticas para la obtención de los datos estudiados mediante el uso de diferentes técnicas.

(Urbina, 2014) menciona

“La profesión en que los conocimientos de matemáticas y ciencias naturales, obtenidos a través del estudio, experiencia y la práctica, se aplica con juicio para desarrollar diversas formas, de maneras económicas, las fuerzas y los materiales de la naturaleza en beneficio de la humanidad. (p.12)

Con base a la definición de Urbina comprendemos la utilidad de esta profesión en las empresas para aplicar estudios y prácticas para el desarrollo económico de las mismas.

### **2.1.2 Principios de un sistema de control de calidad**

El objetivo principal de las empresas es ser líderes en el mercado y obtener un alto grado de reconocimiento de sus productos o servicio ya que aunado a esto se incrementa sus utilidades, por tanto, se debe realizar un análisis de su cultura organizacional con respecto a la calidad, en la búsqueda de una estructura óptima, para desempeñarse con excelencia en función a:

1. Resaltar e inculcar en el personal, que el objetivo que se debe perseguir dentro de la organización es la mejora continua.
2. Lealtad, compromiso y dedicación hacia los objetivos estratégicos de la empresa que el personal debe tener.
3. Divulgar en el personal la importancia de tomar las decisiones de la institución con objetividad y no por subjetividad, por medio de controles estables como lo es la medición continua de procesos.
4. El nivel de liderazgo del personal de supervisión y jefaturas de la organización
5. Desarrollar mecanismos de medición, control y seguimientos de procesos.
6. Desarrollar adecuadas relaciones interrelacionadas y de las partes interesadas con el servicio interno y externo que brinde la empresa.

7. Evaluar el nivel de agrado de los clientes internos y externos, como también visualizar las necesidades que se tendrán en el futuro

En el libro de Método Juran Análisis y planeación de la calidad, se afirma que:

“Conocer la cultura de calidad permite implementar una estrategia de manera que anime a las personas a adoptarla y hacerla exitosa” (Frank M, 2007, pág. 199)

### **2.1.3 Cadena de Abastecimiento**

Para entender cuál es la importancia o impacto de la institución debemos analizar cual, es su participación en la cadena de abastecimiento

Se entiende la cadena de Abastecimiento como: “Una red de instalaciones y medios de distribución que tienen por función la obtención de materiales, transformación de dichos materiales en productos intermedios y productos terminados y distribución de estos productos terminados a los consumidores” (Terrado, 2007, pág. 8)

### **2.1.4 Gestión de Mantenimiento**

La evolución del concepto de Mantenimiento a trascendido a través del tiempo, donde esta laborar la desempeñaban como simples reparaciones a los equipos que presentaban desperfecto y generaban atrasos en los procesos productivos la conceptualización de la palabra mantenimiento tiene un enfoque más profundo y técnico en la actualidad donde se abarca aspecto de prevención, corrección y

revisión periódicas con la finalidad de reducir gastos y optimizar las labores de artículos o prestación de servicios.

Con base en la información de la revista chilena de ingeniería, la moderna gestión del mantenimiento aquellas acciones destinadas a establecer objetivos y prioridades de mantenimiento, las estrategias y las responsabilidades; esto para facilitar la planificación, programación y control del mantenimiento, buscando la mejora continua. (Viveros, Stegmaier, Kristjanpoller, Barbera, & Crespo, 2013)

### **2.1.5 Clasificación de los mantenimientos**

El propósito de las industrias o empresas es que todos sus equipos y máquinas funcionen correctamente y vigilan para evitar averías que generes paraos en sus operaciones o servicios por lo cual, se requiere contar con un buen programa de planificación de sus mantenimientos.

Para comprender ampliamente sobre planes de mantenimiento se debe clasificar estos en diferentes tareas con relación a la necesidad origen por lo cual, se detalla a continuación.

#### **2.1.5.1 Mantenimiento Preventivo**

El mantenimiento preventivo es la actividad que se ejecuta para la detección de fallas a equipos mediante un control robusto previamente establecido donde se

realiza reparaciones leves que garanticen un óptimo desempeño de los activos de la empresa

En la literatura se define como:

Es el mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las correcciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno. (Garrido, 2010, pág. 17)

#### **2.1.5.2 Mantenimiento Correctivo**

El mantenimiento correctivo se ejecuta sobre un daño o falla ya identificado donde se ve afectado un parao de operación o equipo y depende del nivel de criticidad del equipo.

(Garrido, 2010) menciona que mantenimiento correctivo es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos y que son comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de estos. (pág. 17)

#### **2.1.5.3 Mantenimiento Predictivo**

Es el mantenimiento que permite conocer e informar permanentemente del estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores

de determinadas variables, representativas de tal estado y operatividad. Para aplicar este mantenimiento es necesario identificar variables físicas cuya variación se indicativa de problemas que puedan estar apareciendo en el equipo. (Garrido, 2010, pág. 17).

### **2.1.6 Optimización**

De acuerdo con el epígrafe de este proyecto, un concepto que tenemos tener claro el presente significado, así como lo menciona. (Figuera, 2006) . Los problemas de optimización siempre van a existir un valor ideal o unos límites, por consiguiente “Un problema de optimización podrá por tanto ser el ajuste de la media para conseguir un valor más deseable de la misma. La función de optimización del transporte consiste en utilizar el almacén como punto donde se pueda lograr economías de escala recibiendo o enviando transporte de mayor capacidad” (Escalona, 2007, pág. 15)

Con base en lo expuesto por el autor se resume que la optimización se enfoca en la búsqueda de la realizar las mejoras utilizando al máximo los recursos existentes. Por lo tanto, el presente proyecto de investigación pretende mejorar el proceso actual.

## **2.2 Marco conceptual atinente a la gestión del proyecto**

El presente trabajo de investigación se pretende desarrollar mediante la filosofía Seis Sigma bajo una estructura según la metodología D.M.A.I.C., la cual, consiste en la utilización de las diferentes herramientas que permitan la identificación y análisis que permitan recomendar las soluciones optimas a la solución del problema raíz con un nivel de calidad  $6\sigma$ .

### **2.2.1 Filosofía Six Sigma (Seis Sigma)**

En el presente apartado se definirá la filosofía Seis Sigma  $6\sigma$  la cual, tiene un enfoque en reducir los errores con el fin de mejorar los procesos, la misma fue desarrollada por la compañía Motorola en la época de los 80 por el Ingeniero Bill Smith.

De acuerdo con (Pulido H. G., 2013) “Seis Sigma es buscar que todos los procesos cumplan con los requerimientos del cliente (en cantidad o volumen, calidad, tiempo y servicio) y que los niveles de desempeño a lo largo y ancho de la organización tiendan al nivel de calidad Seis Sigma”.

Esta filosofía permite formular estrategias de mejora continua con la finalidad de buscar el mejor desempeño de los procesos y cumplir con los objetivos primordiales de calidad y satisfacción.

Para esta acción se divide las estrategias de la filosofía en diferentes cinturones de colores.

Estos cinturones se clasifican en: Cinturón Amarillo, Cinturón Verde, Cinturón Negro, Máster de Cinturón Negro y Campeón.

A continuación, se muestra una ilustración con el propósito de entender aún más estas jerarquías del Seis Sigma.

*Ilustración 3: Estructura de Certificación Six Sigma*

*Fuente: Ingeniería de automoción*



A continuación, se describe cada una de las partes de la estructura del Seis Sigma:

- **DMAIC Basic:** Es la persona que entiende la metodología básica recibida en una sesión formativa básica y elemental con la que conoce la estructura. Debe pertenecer a la alta gerencia o ser parte de la junta directiva. Incluye

participación en revisión y asegura que se desarrolle la metodología Seis Sigma.

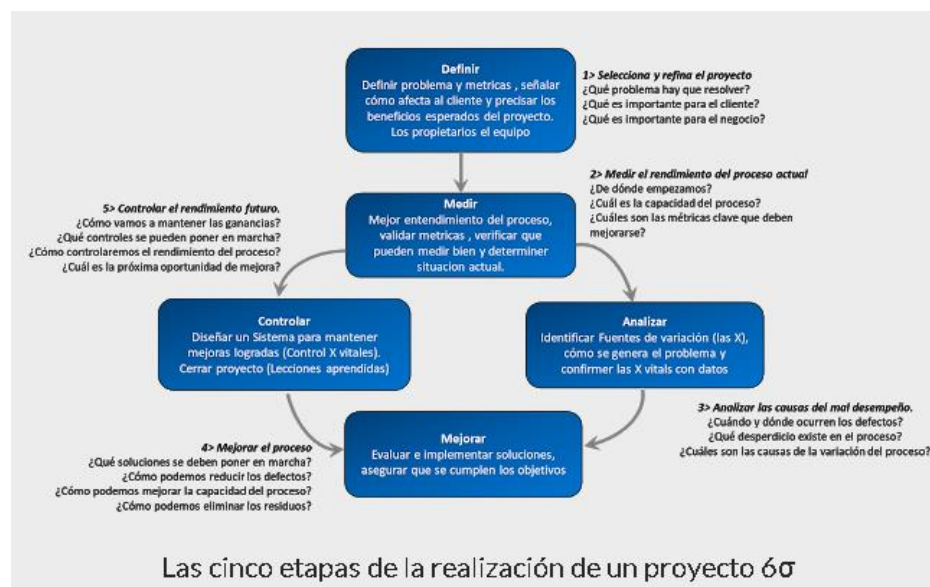
- Yellow Belt (Cinturón Amarillo): Es la persona capaz de aplicar las herramientas básicas en problemas a nivel de trabajo como miembro de un equipo de proyecto de mejora definido.
- Green Belt (Cinturón Verde): Son aquellas personas que apoyan a los certificados Black Belt, ya que cuentan con conocimiento de las herramientas y tácticas para la mejora Seis Sigma; toman los datos del proceso, necesarios para poner en marcha la filosofía, además, llevan las labores de toma de tiempos y movimientos en la producción. (Urrego, 2013)
- Black Belt (Cinturón Negro): Son líderes de equipos y son los responsables de medir, analizar, mejorar y controlar procesos que afectan la satisfacción del cliente, la productividad y calidad. Son los especialistas que ven la realidad del proyecto y establecen cuales son la técnicas y herramientas a utilizar; lideran y dirigen directamente a los cinturones verdes.
- Máster Black Belt (Maestro Cinturón Negro): Son expertos capacitados en las herramientas y tácticas de Seis Sigma, son responsables del desarrollo e implantación de la filosofía Seis Sigma.

## 2.2.2 Metodología D.M.A.I.C

El nombre de estos acrónimos representa se definen como: definir, medir, analizar, implementar mejoras y controlar, y constituye una metodología de apoyo de la filosofía Seis Sigma y lo que pretende es seguir una estructura y disciplinada de cinco fases conectadas entre sí de manera lógica.

*Ilustración 4: Metodología D.M.A.I.C*

*Fuente: templodelacalidad.blogspot*



## 2.1.2 Etapas de la metodología DMAIC

### Definir:

Se define y se inicia el proyecto, donde se delimita y generan la estructura para un adecuado desarrollo. Donde se debe tener claro cuál es el objetivo del proyecto, su alcance y los beneficios potenciales que va a generar a la empresa, así como los responsables de llevarlo a cabo.

A continuación, se muestran los pasos que se debe seguir para iniciar esta etapa:

- 1- Realizar una selección adecuada del proyecto, el cual debe estar alineado con los objetivos estratégicos de la organización y contar con la total aprobación y apoyo de la alta dirección.
  
- 2- Asignar un líder o responsable del proyecto, el cual debe tener un amplio conocimiento del problema, pero no ser parte de este. Asimismo, se asigna el resto de los integrantes del equipo con base en lo que puedan aportar y en las necesidades de contar con diferentes puntos de vista y especialidades.
  
- 3- Establecer el marco del proyecto, en el cual se resume de qué trata el mismo, cuáles son los involucrados en su realización, los beneficios que va a generar a la empresa, métricas, responsables, etc.

Seguidamente se ilustra los elementos del marco de un proyecto Seis Sigma

## Ilustración 5: Elementos del marco de un proyecto Seis Sigma

Fuente: [templodelacalidad.blogspot](http://templodelacalidad.blogspot)

| Marco del proyecto Six Sigma   |
|--|
| Título/propósito: es una declaración breve de la intención del proyecto (usar métricas: financieras, calidad, tiempo de ciclo).  |
| Necesidades del negocio a ser atendidas: indicar los argumentos (desde la óptica de la empresa) para llevar a cabo el proyecto. ¿Por qué se debe apoyar el proyecto?   |
| Declaración del problema: resume los problemas que serán abordados. Debe incluir condiciones actuales o históricas, tales como índices de defectos y/o costos por el pobre desempeño, en términos de variables críticas para la calidad (Y). |
| Objetivo: es una declaración más específica del resultado deseado.   |
| Alcance: establecer el aspecto específico del problema que será abordado.  |
| Roles y responsabilidades: los que intervienen en el proyecto.   |
| Propietarios: se refiere a los departamentos, clientes o proveedores que serán afectados por las actividades del proyecto o por sus resultados.  |
| Patrocinador o champion: directivo que apoya el proyecto y le da seguimiento.  |
| Equipo: miembros específicos de los grupos de propietario que juegan un papel activo en el proyecto.   |
| Recursos: son los procesos, equipos, bancos de datos o gente que no es miembro del equipo, y que se pueden requerir para la realización del proyecto.  |
| Métricas: variable a través de las cuales se medirá el éxito del proyecto.   |
| Fecha de inicio del proyecto:  |
| Fecha planeada para finalizar el proyecto:   |
| Entregable del proyecto: incluye todos los beneficios medibles y tangibles que se espera tener si se concluye en forma exitosa el proyecto.  |

De acuerdo con Bersbach (2009), para definir apropiadamente el problema deben responderse preguntas tales como:

- ¿por qué es necesario hacer (resolver) esto ahora?
- ¿Cuál es el flujo de proceso general del sistema?
- ¿Qué se busca lograr en el proceso?
- ¿Qué beneficios cuantificables se esperan lograr del proyecto?
- ¿Cómo sabrá que ya terminó el proyecto (criterio de finalización)?
- ¿Qué se necesita para lograr completar el proyecto exitosamente?

## **Medir**

Uno de los objetivos primordiales de esta etapa es entender y cuantificar cual es el impacto del problema o situación que se va a estudiar en el proyecto., también determina cual es el flujo del proceso de investigación para establecer las métricas que permiten evaluar un proyecto, además se valida el sistema de medición a utilizar para garantizar que las variables establecidas se puedan medir de manera correcta.

En esta etapa se debe conocer bien los procesos que se van a evaluar para poder identificar las oportunidades de mejora, así como los requerimientos y satisfacción del cliente con respecto al producto o servicio que se le brinda.

En la etapa de medición se pueden utilizar las siguientes herramientas:

- Mapeo de procesos.
- Diagrama de Pareto de primer nivel.
- Herramientas básicas de estadística.
- Capacidad de procesos.
- AMEF.

## **Analizar**

La finalidad de esta etapa es analizar cada una de las causas que se encontraron en la etapa de medición y así, identificar las causas raíz del problema, también permite confirmar las causas con los datos recolectados.

A continuación, se muestra las herramientas que se pueden utilizar en esta etapa:

- Lluvia de ideas.
- Diagrama de Ishikawa.
- Diagrama de Pareto de segundo nivel.
- Mapeo de procesos.
- Los cinco por qué.
- Diagramas de dispersión.
- Prueba de hipótesis.

(Bersback, 2009) indica que las preguntas que se deben contestar en esta etapa son las siguientes:

- ¿Qué variables de proceso afectan más la calidad (variabilidad del proceso) y cuales podemos controlar?
- ¿Qué es de valor para el cliente?
- ¿Cuáles son los pasos detallados del proceso?
- ¿Cuántas observaciones necesito para sacar conclusiones?

Además, (Pulido H. G., 2013) menciona que las herramientas de utilidad en esta en la etapa de análisis son:

- Lluvia de Ideas
- Diagrama de Ishikawa,
- Diagrama Pareto segundo nivel
- Mapeo de procesos.
- Los cinco por qué.

La utilización de estas herramientas es fundamental para realizar un adecuado análisis y captar toda la información posible con la finalidad de detectar el problema raíz de acuerdo con la filosofía Seis Sigma...

## **Mejorar**

En esta etapa del DMAIC es donde se miden todas las causas analizadas, y de esta manera buscar una solución óptima al problema raíz, eliminando las causas con mayor impacto sobre el mantenimiento de los equipos del Centro de Distribución Especializado en la Uruca.

(Bersback, 2009) propone que deben contestarse las siguientes preguntas antes de la finalización de esta etapa:

- ¿Qué opciones se tienen?
- ¿Cuáles de las opciones parece tener mayor posibilidad de éxito?

- ¿Cuál es el plan para implementar el nuevo proceso (opciones)?
- ¿Qué variables se desempeñó usar para mostrar la mejora?
- ¿Cuántas pruebas necesito correr para encontrar y confirmar las mejoras?
- ¿Esta solución está de acuerdo con la meta de la compañía?
- ¿Cómo implemento los cambios?

## **Controlar**

Es la última fase de la metodología y se encarga de brindar un seguimiento sobre las propuestas o implementaciones que se realicen con una calidad de Seis Sigma  $6\sigma$ .

“Se trata de que los cambios realizados para evaluar las acciones de mejora se vuelvan, permanentes, se institucionalicen y generalicen. Esto implica la participación y adaptación a los cambios de toda la gente involucrada en el proceso” (Pulido H. G., 2013, pág. 408)

Con base en lo descrito anteriormente por los autores en esta etapa se pretende implementar un sistema de control estructurado que garantice a la institución revisiones constantes y seguras de los equipos y brindar una continuidad de los medicamentos de excelente calidad con mínimos de errores y ofrecer satisfacción a los clientes finales.

### 2.2.3 Diagrama de Procesos

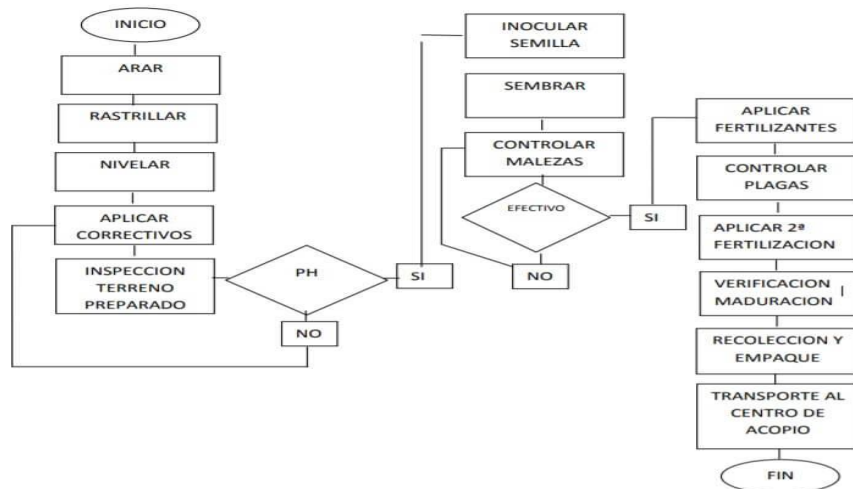
En todo proceso es importante contar con herramientas que permitan un fácil entendimiento o secuenciamiento de actividades, de esta manera el diagrama de flujo de representar de forma gráfica un proceso de fabricación o servicio, donde se se enlistan las actividades y como una precede de otra o bien que se debe hacer para continuar al paso siguiente.

(W, 2009) define de la siguiente manera: Los diagramas de flujo de procesos muestran todos los retrasos de movimiento y almacenamiento a los que se expone un artículo a medida mientras recorre la planta.

A continuación, se muestra la gráfica de un diagrama de flujo y sus diferentes simbologías

*imagen 1: Diagrama de Flujo del Proceso*


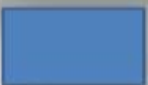






*Fuente: Lifeder.com*



Como se observa en la imagen 1 los diagramas de flujo del proceso se identifican por contar con un inicio y un final, así como diferentes simbologías nos guían sobre el proceso.

imagen 2: Simbología de los diagramas de flujo

Fuente: (W, 2009)

| SÍMBOLO   | SIGNIFICADO  | SÍMBOLO   | SIGNIFICADO   |
|---|--|---|---|
|    | Terminal. Indica el inicio o la terminación del flujo del proceso  |    | Actividad. Representa una actividad llevada a cabo en el proceso.   |
|    | Decisión. Indica un punto en el flujo en que se produce una bifurcación del tipo "SÍ" – "NO"                     |    | Documento. Se refiere a un documento utilizado en el proceso, se utilice, se genere o salga del proceso.      |
|   | Multidocumento. Refiere a un conjunto de documentos. Por ejemplo, un expediente que agrupa distintos documentos. |   | Inspección/ firma. Empleado para aquellas acciones que requieren supervisión (como una firma o "visto bueno") |
|  | Base de datos/ aplicación. Empleado para representar la grabación de datos.                                      |  | Línea de flujo. Proporciona una indicación sobre el sentido de flujo del proceso.                             |

## 2.2.4 Diagrama de Ishikawa

(Pulido H. G., 2013) lo define como "un buen diagrama tendrá varios niveles de espinas y proporcionará un buen panorama del problema y de los factores que contribuyen a su existencia".

La idea principal de esta herramienta es enumerar y clasificar las causas que son generadoras de un problema, así como idéntica aquellas subcausas asociadas y permiten a las organizaciones a tomar las medidas correspondientes para minimizar su impacto

A continuación, se muestra un diagrama para su mayor entendimiento

Ilustración 6 : Diagrama de Ishikawa

Fuente. Slides Fishbone



Como muestra la ilustración anterior esta grafica permite una clasificación de las causas generadoras del problema y gracias a la herramienta de las “6 M” facilita su uso.

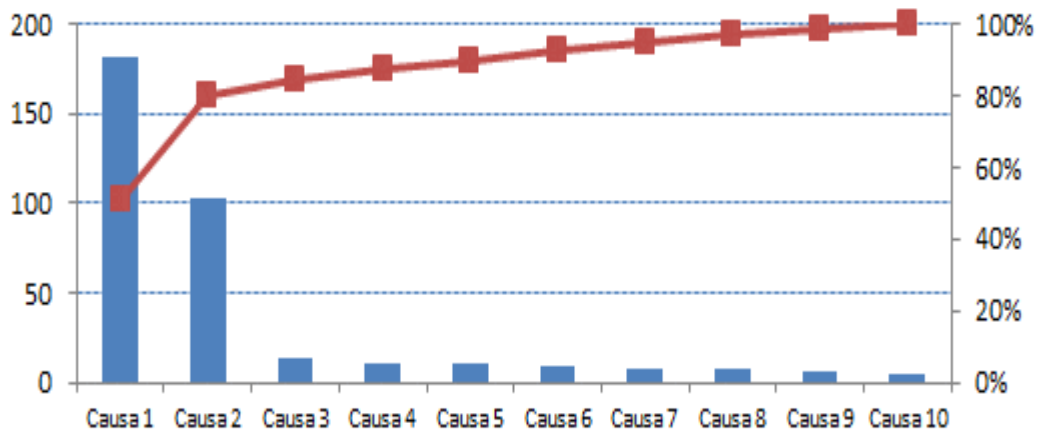
### 2.2.5 Diagrama de Pareto

Este diagrama fue creado por el sociólogo, economista, filósofo y doctor en ingeniería, **Vilfredo Pareto** en los años de 1908 -1909 en Italia, donde se explica que el 80% de los problemas de una organización son debidos a un 20% de las posibles causas; donde se aplica desde los aspectos personales como en las grandes empresas en la industria.

Humberto Gutiérrez (2013) “el análisis de Pareto es aplicable a todo tipo de problemas: calidad, eficiencia, conservación de materiales, ahorro de energía, seguridad, etc.”

*Ilustración 7: Diagrama de Pareto*

*Fuente: (Gestión de Operaciones, s.f.)*



Esta herramienta es utilizada por la filosofía Lean Seis Sigma, para la identificar mediante una gráfica de barras los datos de la medición de las casusas con respecto al problema raíz y permite encontrar de forma visual cuales son las casusas que están afectando al problema mediante la aplicación de la ley 80-20

### **2.2.6 Indicadores de Gestión (key performance indicator KPI)**

Los KPI (key Performan Indicator) es una forma de medir e identificar el rendimiento de los procedimientos o acciones y expresa el comportamiento o desempeño de permite detectar desviaciones positivas o negativas.

Medir los resultados en las diferentes áreas de una empresa es fundamental, para determinar su conducta y su participación en el éxito de la gestión empresarial.

De acuerdo con (García, 2012) los indicadores son:

“Son relaciones de datos numéricos y cuantitativos aplicados a la gestión logística que permite evaluar el desempeño y el resultado en cada proceso incluye los procesos de recepción, almacenamiento, inventarios, despachos, distribución, entregas, facturación y los flujos de información entre los socios de negocio.” (pág 31)

### 2.2.6.1 Indicadores en la Gestión del Mantenimiento

Para todas las organizaciones y es importante desarrollar indicadores que permitan obtener la información necesaria para la toma de decisiones y que permitan analizar los objetivos expuestos por las empresas

(Elola, Pastor Tejedor , & Mugaburu Lacabrera, 197) Es necesario disponer de más indicadores que el coste integral para localizar posibles oportunidades de mejoras o analizar aspectos concretos (pág.104)

### 2.2.6.2 indicador tipo de mantenimiento

Con el indicador tipo podemos relacionar dependiendo de la actividad e información que sea necesaria

Ejemplo

$$\frac{\text{Horas de paro por Mantenimiento}}{\text{Horas de producción realizadas}} \times 100 \approx 1-3\%$$

Este indicador nos permite obtener la relación entre las horas que se detiene un equipo para un tipo de mantenimiento entre las horas de producción realizadas acá se da un peso a las horas de inactividad del equipo.

(Elola, Pastor Tejedor , & Mugaburu Lacabrera, 197) afirman que no es lo mismo tener un gran número de pequeños paros, que pocas averías de larga duración.

Otro indicador que podemos analizar es el costo de mantenimiento total entre el costo de producción, donde:

$$\frac{\text{Costes de Mantenimiento (totales)}}{\text{Costes de Producción}} \times 100 \approx 5-6\%$$

Este indicador muestra como influye el costo de mantenimiento en el costo total del producto

Indicador de confiabilidad

La disponibilidad de un equipo es lo esencial dentro de las operaciones para garantizar la eficiencia de un proceso y así obtener la satisfacción de nuestros clientes finales.

A continuación, se detalla algunos de los indicadores de confiabilidad

- Disponibilidad Media (DM): proporciona la relación entre el tiempo que realmente utilizamos el vehículo frente al que deseamos hacerlo.
- Disponibilidad Intrínseca (DI): proporciona el tiempo de funcionamiento en relación con el tiempo de paradas por causas asociadas directamente al equipo (fallas).
- Disponibilidad Operacional (DO): esta disponibilidad relaciona el tiempo de funcionamiento y el tiempo que se emplea en las reparaciones

### 2.2.6.3 Modelo Estático de Cantidad de Pedido Económico (EOQ)

EL modelo estático de cantidad de pedidos son modelos simples en su aplicación y busca encontrar un nivel de inventario de acuerdo con una igualdad cuantitativa de los costos se requieren para ordenar un pedido y costos de mantener ese inventario custodiado.

Este modelo tiene la facilidad de alertar cuando se debe solicitar más inventario para alcanzar una determinada cantidad optima, por lo cual, es necesario una serie de variables para el cálculo de esta:

D = Demanda anual, dada en unidades por año.

S = Costo de ordenar o alistar, dado en unidades monetarias por unidad

C = Costo del ítem, dado en unidades monetarias por unidad

i = Tasa anual de mantenimiento, dada en unidades porcentuales

H = Costo anual de mantenimiento, dado en unidades monetarias por año.

Q = Tamaño del lote, en unidades

R = Punto de nueva orden o corrida, dada en unidades

N = Número de órdenes o corridas al año

T = Tiempo entre cada orden

TRC = Costo total anual o Costo total relevante

Además, la aplicación de estas variables se debe atender de acuerdo con la siguiente fórmula

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 * D * S}{H}}$$

Por lo tanto, como lo indica el autor en su libro,

“El problema del inventario tiene que ver con guardar en reserva un artículo para satisfacer las fluctuaciones de la demanda. El exceso de existencias de un artículo aumenta el costo del capital y de almacenamiento, y la escasez de existencias interrumpe la producción y/o las ventas” (Taha, 2012, pág. 457)

Es necesario establecer cuáles con las cantidades óptimas que debemos mantener para brindar un adecuado balance de costos y disponibilidad de los insumos para la venta o bien para la confección de algún producto.

### **2.3 Marco conceptual con el impacto del proyecto**

En este apartado se menciona algunos de los conceptos que estarán relacionados con el proyecto así, como se impactó.

### **2.3.1 Mantenimiento de Equipos**

El presente proyecto de investigación se enfoca en un plan de mantenimiento de los equipos de refrigeración de los cuartos fríos en las bodegas de la Caja Costarricense de Seguro Social institución gubernamental encargada de la salud nacional.

Las actividades que giran en el entorno de los equipos de refrigeración cuartos fríos podemos destacar el almacenamiento y alisto donde la participación del personal operativo es constante (auxiliares de bodega quienes se involucran también en la carga y entrega de las mercancías).

Por esta situación es constante que se realicen reportes por mal funcionamiento, perdida de temperatura, cerraduras en mal estado entre otros, las cuales, son ingresadas al departamento de mantenimiento para una solución eficiente y oportuna que garantice la continuidad de los equipos y conservación de los medicamentos.

El autor nos menciona la siguiente frase

“Mantenimiento son todas las actividades necesarias para mantener el equipo e instalaciones en condiciones adecuadas para la función que fueron creadas; además de mejorar la producción buscando la máxima disponibilidad y confiabilidad de los equipos e instalaciones” (Chusin, 2008)

Con base en lo expuesto anteriormente las labores de mantenimientos son de suma mucha importancia y estratégica para la institución, ya garantizar el funcionamiento constante que permite conservar los medicamentos utilizados en la población asegurada costarricense.

### **2.3.2 Estimación del Proyecto**

En este apartado se conceptualiza los tres grandes procesos para valorar un proyecto con base en su impacto de aceptación:

- **La evaluación técnica:** que consiste en revisar la propuesta de los recursos y materiales de operación del proyecto que permitan cumplir con lo establecido en el estudio aprobado
- **La evaluación económica:** donde se analiza los aspectos económicos y financieros que permitan generar información objetiva en la toma de decisión de la alternativa más viable.

- **Beneficio Costo (B/C)**

“Los proyectos del sector público son propiedad, los utilizan y los financian los ciudadanos; mientras que los proyectos del sector privado son propiedad de las corporaciones, los proyectos del sector público no generan ganancias”.

(Blank Leland, 2007, pág. 328)

“Es difícil estimar y coincidir en lo relacionado con el impacto económico de los beneficios y contra beneficios para una alternativa del sector público”.

(Blank Leland, 2007, pág. 329)

- **Directriz de la decisión del B/C**

Blank Leland, (2007) menciona:

Si,  $B/C \geq 1,0$  se determina que el proyecto es económicamente aceptable para los estimados y la tasa de descuento aplicada.

Si,  $B/C < 1,0$  el proyecto no es económicamente aceptable.

Por lo tanto, podemos resumir que la valoración de todo proyecto es identificar la viabilidad de la ejecución de este, donde su impacto sea favorable y ventajoso para la institución con relación al costo de la propuesta y los beneficios que se puedan obtener, además, para este trabajo de investigación será de utilidad para realizar una evaluación beneficio -costo para situación actual y propuesta que permitan generar los análisis.

## **2.4 Antecedentes de proyectos o experiencias similares**

En esta sección pretende hacer referencia bibliográfica de proyectos con similitud de experiencias en la solución de problemas, sin embargo, en el Centro de Distribución Especializado no evidencia proyectos con similitud de objetivos del presente.

Sin embargo, consultando la base de datos de la Universidad Hispanoamérica propiamente biblioteca virtual se encuentra los siguientes trabajos de graduación:

### **2.4.1 Primer antecedente**

“Coto, Carlos. Universidad Hispanoamericana, agosto, 2018. Optimización del modelo de entrega de medicamentos del servicio farmacéutico del área de salud de Santo Domingo de Heredia (EBAIS) para el primer trimestre del año 2018, Tutor: Ing. Lubin Campos Ureña”

Este proyecto se basa en la optimización de los sistemas de entrega de medicamentos e insumos a los usuarios finales del área de salud de Santo Domingo de Heredia el propósito es mejorar los tiempos e inconvenientes que se generan en el área de farmacia esto a las largas horas de espera para el despacho de las recetas de medicamentos e insumos

#### **2.4.2 Segundo antecedente**

“Diseño del programa de mantenimiento para equipo de refrigeración en las unidades del Ministerio de Salud y asistencia social en el área metropolitana”  
(Aguilar, 2005)

El proyecto se define como la evaluación de las condiciones de operatividad de los refrigeradores del área metropolitana de los servicios de salud del Ministerios de Salud de Guatemala donde, se determinó que un gran número de estos se encontraban en malas condiciones, por lo cual se propone un programa de mantenimiento para todo este equipo, estructurado de tal forma que sea aplicable por los mismos usuarios del equipo.

El programa describe el procedimiento para la instalación y buen uso de los refrigeradores, también se propone una serie de actividades para el mantenimiento preventivo, clasificándolas de acuerdo con la periodicidad en que se llevan a cabo.

**CAPITULO III**  
**MARCO METODOLÓGICO**

### **3.1 Marco Metodológico**

En este capítulo detallo el marco metodológico que se adaptó al desarrollo del proyecto de investigación en el cual, se detallan aquellos temas iniciales para una exploración de proyectos, que nos permite responder las preguntas planteadas en todo el proceso.

#### **Definición de problemas**

En este apartado se detallará la metodología para la definir los problemas, por lo cual se explicará las herramientas utilizadas para definir las hipótesis de proyectos.

#### **Como se define una investigación**

(Sampieri R. H., 2014) menciona. La investigación es un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno o problema.

Como menciona el autor es importante el análisis de los procesos que permitan identificar los puntos críticos en un proyecto de investigación el cual, permite llegar con facilidad a los problemas o fenómenos ocurridos.

#### **Enfoques en el proceso de Investigación**

A lo largo de la historia se han presentado distintas formas de enfoques para la investigación basadas en el empirismo, el dialecto, fenómenos y estructuras donde los diversos marcos de interpretación han abierto diferentes caminos en búsqueda de conocimiento.

Por esta razón los procesos de investigación se dividen en dos principales enfoques

- Enfoque Cuantitativo
- Enfoque Cualitativo

A continuación, se definirá los conceptos de cada uno de ellos

### **Enfoque Cuantitativo**

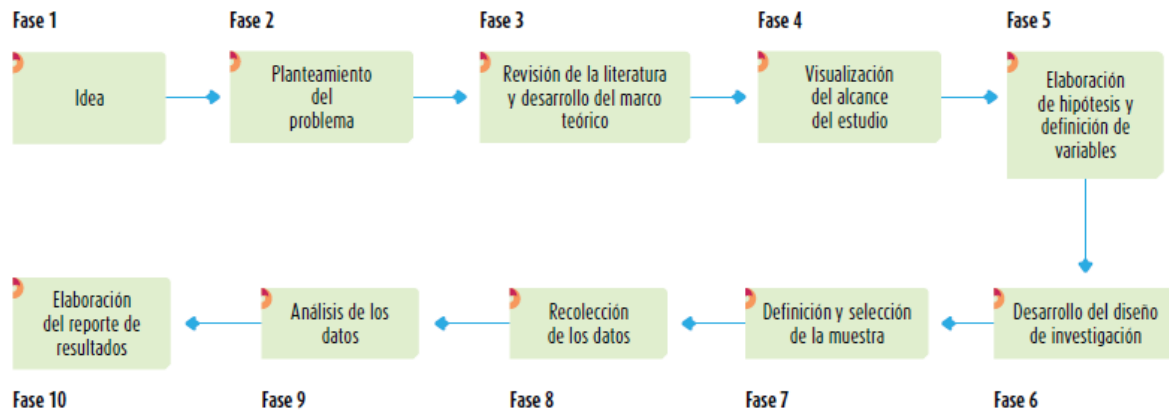
Según (Sampieri R. H., 2014) Utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías.

Como lo indica el autor la utilización de datos es un pilar fundamental para la veracidad de las teorías y determinar las variables que fundamentan la investigación.

A continuación, se muestra cual es el proceso aplicado a este enfoque

### Ilustración 8: Proceso cuantitativo

Fuente: (Sampieri R. H., 2010)



### Enfoque Cualitativo

(Sampieri R. H., 2014) Utiliza la recolección y análisis de los datos para afinar las preguntas de investigación o revelar nuevas interrogantes en el proceso de interpretación.

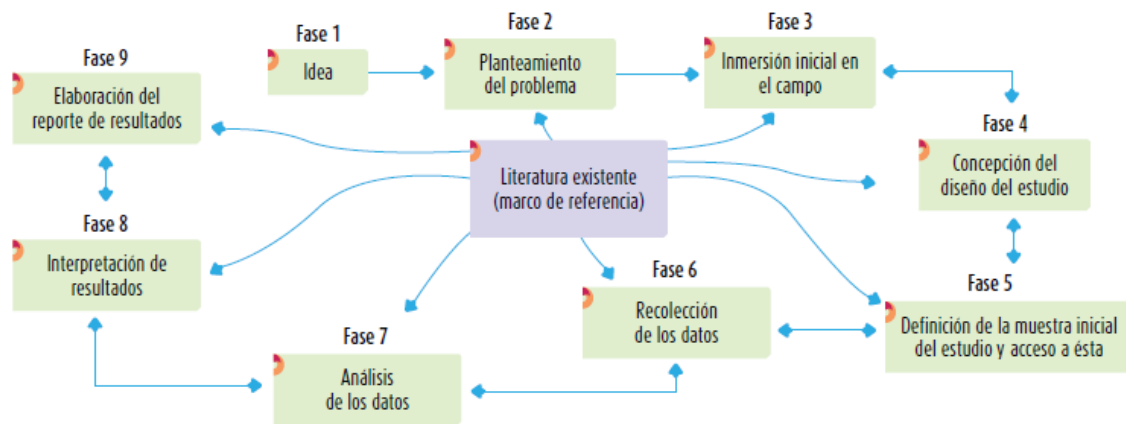
Este enfoque también se guía en temas significativos donde las preguntas son las que permiten desarrollar las interrogantes o las pruebas hipótesis antes, durante y después de recolectar los datos y analizarlos

Esta acción permite de una forma dinámica la interpretación de los hechos donde las secuencias no siempre son las mismas,

A continuación, se detalla el proceso de forma ilustrativa para una mejor comprensión.

### Ilustración 9: Proceso Cualitativo

Fuente: (Sampieri R. H., 2014)



### Universo de investigación

Según (Borda Perez, Tuesca Molina, & Navarro Lechuga, 2014) Universo es el conjunto de individuos u objetos de los que se desea conocer algo en una investigación”.

Estos elementos u objetos se dividen en varios tipos, tales como:

- **Finito:** Son aquellos elementos u objetos que pueden ser cuantificados, por ejemplo, cantidad de vehículos que cuenta el departamento de transportes.
- **Infinito:** Se refiere a la cantidad que conforman una población, pero no tienen límite por ejemplo la cantidad de ingenieros que existen en el mundo.
- **Hipotético:** Cuando no se precisa definir el tamaño de la población ya que son eventos que no han ocurrido, o sea son posibles resultados a un evento por ejemplo cantidad de personas accidentadas en el área central para el próximo año.

En el presente proyecto de investigación se puede definir universo o población a todos los equipos de refrigeración y cámaras frías que son utilizadas para el resguardo de mercadería, además los funcionarios que se encuentran ejecutando procesos de logísticos del Centro de Distribución Especializado de la Caja Costarricense de Seguro Social (C.C.S.S).

### **Sujetos o población de investigación**

Se define sujeto de investigación o población a las personas o conjunto de objetos que se encuentran siendo investigados y las cuales, se pueden obtener resultados aplicativos de los mismos.

### **Muestra**

De acuerdo con Sampieri (2010) La muestra es, en esencia, un subgrupo de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población.

Además, Sampieri divide la muestra en dos tipos:

- Muestra probabilística: Subgrupo de la población en el que todos los elementos de esta tienen la misma posibilidad de ser elegidos.
- Muestra no probabilística: Subgrupo de la población en que la elección de los elementos no depende de la probabilidad si no de las características de la investigación” (2010)

“La muestra es un subconjunto o parte del universo o población en que se llevara a cabo la investigación con el fin de obtener la información y posteriormente generalizar los hallazgos del universo” Pérez, Molina, & Lechuga, (2014)

## **Fuentes de información**

En todo proceso de investigación se generan una serie de incógnitas con relación al por lo cual, es necesario obtener las fuentes necesarias para la recolección de datos, para esto las fuentes se deben dividir, así como lo menciona Perez (2013), en fuentes primarias y fuentes secundarias

- **Fuente primaria:**

Se obtienen de manera directa, accediendo al investigador tener mayor control sobre los posibles errores en el diseño, la recolección y la adaptación de los instrumentos de control del investigador.

- **Fuente secundaria:**

Utiliza datos históricos, reduciendo el tiempo y los recursos económicos, sin embargo, se entorpece la calidad de los datos por el manejo de técnicas e instrumentos empleados por otros, lo cual, tiende a provocar falta de control con la obtención de información.

## **Metodología D.M.A.I.C**

Con base en los análisis según el tipo de enfoque se procedió a utilizar la metodología DMAIC la cual, se basa en una filosofía japonesa llamada Six Sigma la cual se enfoca en buscar la calidad del presente proyecto.

Esta metodología permite una orientación clara en cada una de sus etapas las cuales, estructuran el proyecto y claridad en la obtención de los datos por lo cual, permite una solución a los problemas de la institución.

Es las siguientes secciones se explica cuál es la función de cada una de las etapas y cuáles de las herramientas ingenieriles se pueden utilizar para la obtención de la información, sin embargo, la aplicación de esta metodología se desarrollará en el capítulo de análisis.

A continuación, se explica cada uno de los acrónimos de esta metodología

### **Definir**

En esta etapa se define el problema que se desea solucionar, por lo cual, se utilizó la entrevista no estructurada y se aplicó al personal operativo (bodegueros) y jefaturas con la finalidad de recolectar la mayoría de información con respecto al mantenimiento y uso de los equipos de refrigeración

Para el inicio del proyecto se procede a realizar una inspección de las instalaciones de la institución con la finalidad de extraer de forma visual todo aquello que sea anómalo con el proceso de almacenamiento y mantenimiento.

Una vez realizado un recorrido minuciosamente se toman nota de todo aquello que sean posibles variables generadores de problemas y como afectan en sí, el proceso logístico de resguardo.

Una vez identificadas las variables más importantes por parte del investigador y encuestados se procede a la elaboración de una matriz con cada una de ellas, y se programa una sesión de trabajo para discutir sobre las mismas.

Con base en esta información se conocer de forma clara cuál es el procedimiento utilizado para realizar los reportes de mantenimiento y planificación de estos, que permitan analizar y organizar los objetivos trazados

### **Inspección Visual**

Con esta técnica se busca recolectar toda la información que el investigador pueda observar de forma directa en los procesos y obtener un criterio para confrontar a los funcionarios en las entrevistas

### **Entrevista**

Con la aplicación de entrevistas se recopila todos aquellos aspectos relevantes que se enfrentan los usuarios de los equipos de refrigeración enfocados en las fallas presentadas y los mantenimientos preventivos y correctivos que se formulan, con base en esta información se pretende obtener un panorama mas amplio del entorno para analizar las causas con mayor significancia y repetividad en los usuarios.

La encuesta consiste en abordar a los funcionarios directos en la operación cuya experiencia puedan externar las dificultades y efectos que produce las fallas de los equipos permitiendo una retroalimentación con el tema de investigación.

### **3.2 Metodología para la medición y respaldo cualitativo del proyecto**

En esta sección se explica cuál es la función de la etapa de medir y cuáles de las herramientas ingenieriles se pueden utilizar.

A continuación, se explica esta fase de la metodología

#### **Medir**

Se midieron las variables encontradas en los procesos con la finalidad de encontrar cuales de ella tienen mayor predominio sobre el problema raíz, además, se utilizaron herramientas estadísticas para medir el comportamiento con relación a su vida útil y capacidad de almacenamiento

La medición del desempeño fue fundamental para conocer los procesos de servicio apegados a los lineamientos escritos por los fabricantes de los equipos con relación a su garantía y el correcto funcionamiento del sistema.

Para esta medición de las variables se confeccionó una matriz de ponderación, la cual, consistió en proporcionar valores a las variables encontradas, con el fin de determinar el grado de afectación en el proceso, luego se utilizaron las herramientas correspondientes las cuales se visualizarán y aplican en el capítulo.



## **Ponderación de causas**

Una vez identificadas las causas se clasifican de acuerdo con la ponderación que se le asigne en las sesiones de trabajo con los funcionarios del CDE, donde se determina el impacto que generan las misma con relación al modelo de mantenimiento de las cámaras de refrigeración y cuartos fríos, y como afecta el almacenamiento y entrega de estos.

Para obtener una mayor claridad del procedimiento se clasifica cada una de las variables de acuerdo con la técnica de las 6 m por lo cual, se utiliza un diagrama de Pareto para su separación, además se asigna valores según el análisis de modelo de fallas, el cual, comiste en asignar un valor de 1 a 10 donde 1 es un mayor impacto al problema y 10 no influye.

## **Número de prioridades de impacto (NPI)**

El NPI es el número de prioridades que permite la identificación de las causas y nos permitirá trasladar toda esta información a un diagrama de Pareto con la finalidad de identificar cuales tienen mayor impacto y como afectan el modelo de mantenimiento de los equipos en el CDE de la CCSS, se construye mediante la multiplicación del impacto por la frecuencia y por duración asignada a cada una d las variables identificadas en las 6M, que se desprendió de la segunda sesión de trabajo.

Para esto es importante conocer las matrices según su grado de impacto, grado de frecuencias y grado de retraso que se muestran abajo, según el criterio experto de los funcionarios.

A continuación, se presenta las tablas con los valores correspondiente para la ponderación de las causas.

*Tabla 2 : Valor de Impacto de las causas*

*Fuente: Elaboración propia*

| <b>IMPACTO DE LA CAUSA</b> |              |
|----------------------------|--------------|
| <b>Grado</b>               | <b>Valor</b> |
| Muy alto                   | 10           |
| Alto                       | 8            |
| Medio                      | 6            |
| Poco                       | 4            |
| Muy poco                   | 2            |

Como se puede observar se utilizan diferentes de grados de impacto para la asignación de valores, con base en esta tabla se asignan cada uno de los valores de acuerdo con el comportamiento de las causas o variables.

*Tabla 3: Valor de Frecuencia de las Causas*

*Fuente: Elaboración Propia*

| <b>FRECUENCIA DE LA CAUSA</b> |              |
|-------------------------------|--------------|
| <b>Grado</b>                  | <b>Valor</b> |
| Siempre                       | 10           |
| Muy Frecuente                 | 8            |
| Frecuente                     | 6            |
| Poco                          | 4            |
| Nunca                         | 2            |

De acuerdo con la tabla 3 es importante valorar la frecuencia con la que se produce un evento y determinar cuál es su impacto de acción sobre las mismas.

A continuación, se muestran la tabla que determinará los valores del grado de duración en el retraso

*Tabla 4: Valores de los retrasos de las causas*

*Fuente: Elaboración Propia*

| RETRASO DE LA CAUSA |       |
|---------------------|-------|
| Grado               | Valor |
| 1 a 2 HORAS         | 1     |
| 2 a 4 HORAS         | 2     |
| 4 a 6 HORAS         | 3     |
| 6 a 10 HORAS        | 4     |
| 10 a 12 HORAS       | 5     |
| 12 a 14 HORAS       | 6     |
| 14 a 16 HORAS       | 7     |
| 16 a 18 HORAS       | 8     |
| 18 a 20 HORAS       | 1     |
| 20 a 24 HORAS       | 10    |

### **3.3 Metodología para la propuesta de mejora, construcción o puesta en práctica de un nuevo proceso o servicio**

En esta sección se determinaron las causas del problema del presente trabajo de investigación, mediante el análisis de datos y de procesos, se obtuvieron fuentes importantes de información para establecer y diseñar una propuesta de planificación para el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos de refrigeración del CDE de la CCSS.

A continuación, se explica esta fase de la metodología

## **Analizar**

Una vez realizado los estudios de medición y evaluación de causas, se procede con el análisis de los datos obtenidos, los cuales permiten desarrollar una oferta de mejora en proceso actual, con la finalidad de erradicar las causas más significativas o bien minimizar su impacto, según el análisis Pareto, el cual, mide las variables mediante una escala de 0 a 100% donde se acomodan de forma descendiente y se evalúa la ley 20-80 de la actividad total.

Por lo tanto, el análisis de los procesos del área de almacenamiento de productos de cadena de frío permite determinar los mecanismos de mejorar y evaluar aquellas variables que dificultan o entorpecen el buen funcionamiento de los equipos, buscando alternativas de optimizar y que deben estar en la propuesta, ¿en esta etapa se utilizó como insumo ingenieril las siguientes herramientas como los 5 por qué?, diagrama de Gantt, tablas de verificación, análisis estadísticos y minería de datos

El uso de estas herramientas permite comparar los escenarios actuales con los propuestos a razón de determinar que es más funcional para garantizar la continuidad de los equipos y conservación de los medicamentos, todo este desarrollo se explicará en el capítulo V de este proyecto de investigación.

### **3.4 Metodología para la implementación del proyecto**

En la etapa anterior de la metodología DMAIC se proponen algunas soluciones al problema raíz, por lo cual, se procede en esta etapa una sesión de trabajo con el equipo de mantenimiento con la finalidad de encontrar una solución óptima según su criterio técnico y experiencia en años atrás.

La finalidad de este apartado es mejorar el modelo de mantenimientos ejecutados en el CDE de la CCSS el cual, permite garantizar el buen funcionamiento de los equipos y almacenamiento de los medicamentos, además reducir los tiempos que se asignan a la movilidad de mercadería entre cámaras o cuartos fríos, cuando uno de ellos falla.

Además, el análisis de costo y beneficios permitirá a la administración del CDE tomar las mejores decisiones con relación a la propuesta, en cuanto a la proyección de esos costos en la programación y presupuesto del periodo que corresponda.

### **3.5 Metodología para la verificación, aseguramiento, control y seguimiento de resultados**

En esta etapa de la metodología buscar una solución óptima para apoyar a dar continuidad a los resultados propuestos y herramientas utilizadas anteriormente con base en el plan de mejorar brindando un adecuado seguimiento con la finalidad de garantizar la mejora o la reducción constante de las fallas en los equipos.

La implementación de un cronograma definido para que se aplique la metodología o herramientas de mejorar permite un buen control del proceso y así, evitar las fallas y errores que se dieron en la etapa de análisis y medición.

Toda propuesta o implementación proyectos debe garantizar su mejora por lo cual, debe tener fases de seguimiento constante que permitan atacar de forma inmediata un error para que se cumpla con lo establecido, solo así, se pueden corregir las fallas que se den el acto con acciones preventivas para que el proceso de almacenamiento y distribución continúe su operación óptima.

Para esta etapa se utilizará las herramientas para controlar la planificación de los proyectos como lo es el diagrama de Gantt, el cual, identifica en cada una de las actividades los avances según el periodo correspondiente

A continuación, se muestra la herramienta en mención



**CAPITULO IV**  
**LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSAS**

## **4.1 Estudio de la situación actual**

En esta sección se procede con el análisis con la utilización de herramientas ingenieriles que permitan estudiar el comportamiento de las variables que se encuentran afectado directamente el proceso y el problema planteado en el presente trabajo de investigación.

## **4.2 Identificar las causas más significativas que afectan el servicio de mantenimiento de bodegas de frigoríficos**

Con la finalidad de lograr identificar las causas más significativas al problema raíz que afectan el servicio de mantenimiento de bodegas de frigoríficos se debe analizar los procesos inmersos en la operación al cual se dedica el CDE de la Caja Costarricense de Seguro Social, partiendo de este punto, la bodegas de productos fríos maneja procesos logísticos como (recepción, almacenamiento, alisto y despacho) por lo cual, la institución no los mantiene documentados, por tal motivo se inicia con la elaboración de diagrama SIPOC.

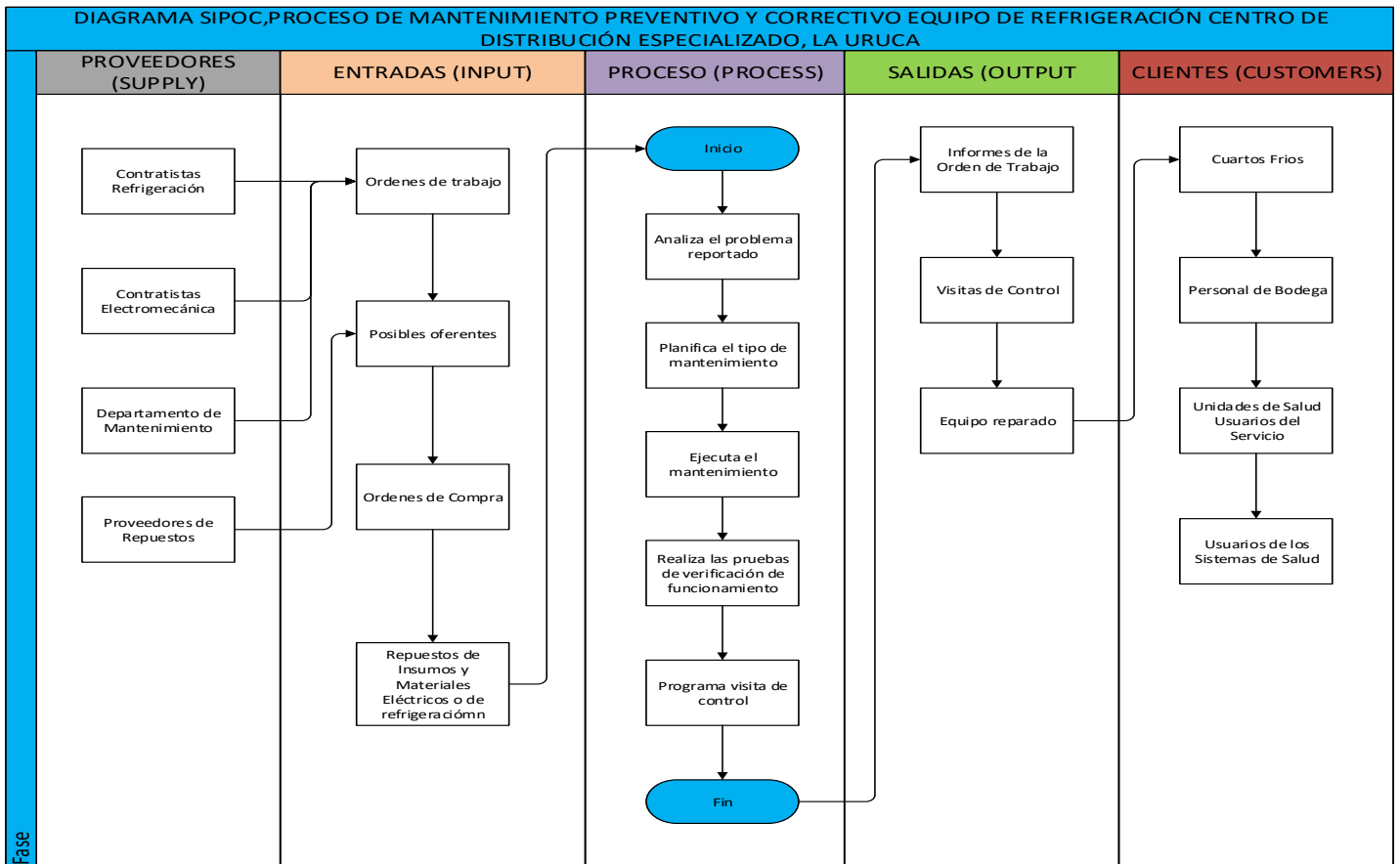
### **4.2.1 Diagrama SIPOC del proceso de mantenimiento de cámaras frías**

Con la finalidad de obtener un entendimiento más sencillo del proceso de mantenimiento de los equipos de refrigeración de una forma macro se procede con la confección del diagrama SIPOC, el cual, nos permite observar los sujetos involucrados en lo que concierne al proceso de mantenimiento de los cuartos frío, así como su participación en el sistema expuesto.

Por esta razón, se muestra la imagen del diagrama para un mejor entendimiento

imagen 3:Diagrama SIPOC

Fuente: Elaboración Propia



De acuerdo con la imagen 3 se identifica los sujetos involucrados en el sistema y cuál es su interacción con relación al proceso de mantenimiento y como impacta en el cliente final como lo son los usuarios del sistema de salud ofrecido por la Caja Costarricense de Seguro Social.

#### 4.2.2 Diagrama de flujo del proceso de Mantenimiento de los vehículos

En este apartado se realiza la descripción de las actividades utilizadas para ejecutar el mantenimiento preventivo y correctivo actual, para tal efecto se utiliza la herramienta del diagrama de flujo la cual, se recomienda en la metodología DMAIC.

Parte de la utilidad de esta herramienta es la identificación de los problemas, mediante la identificación de los procesos actuales, por lo cual, tiene la finalidad de profundizar de manera gráfica a cada uno de los sujetos que participan en el proceso de mantenimiento de los equipos.

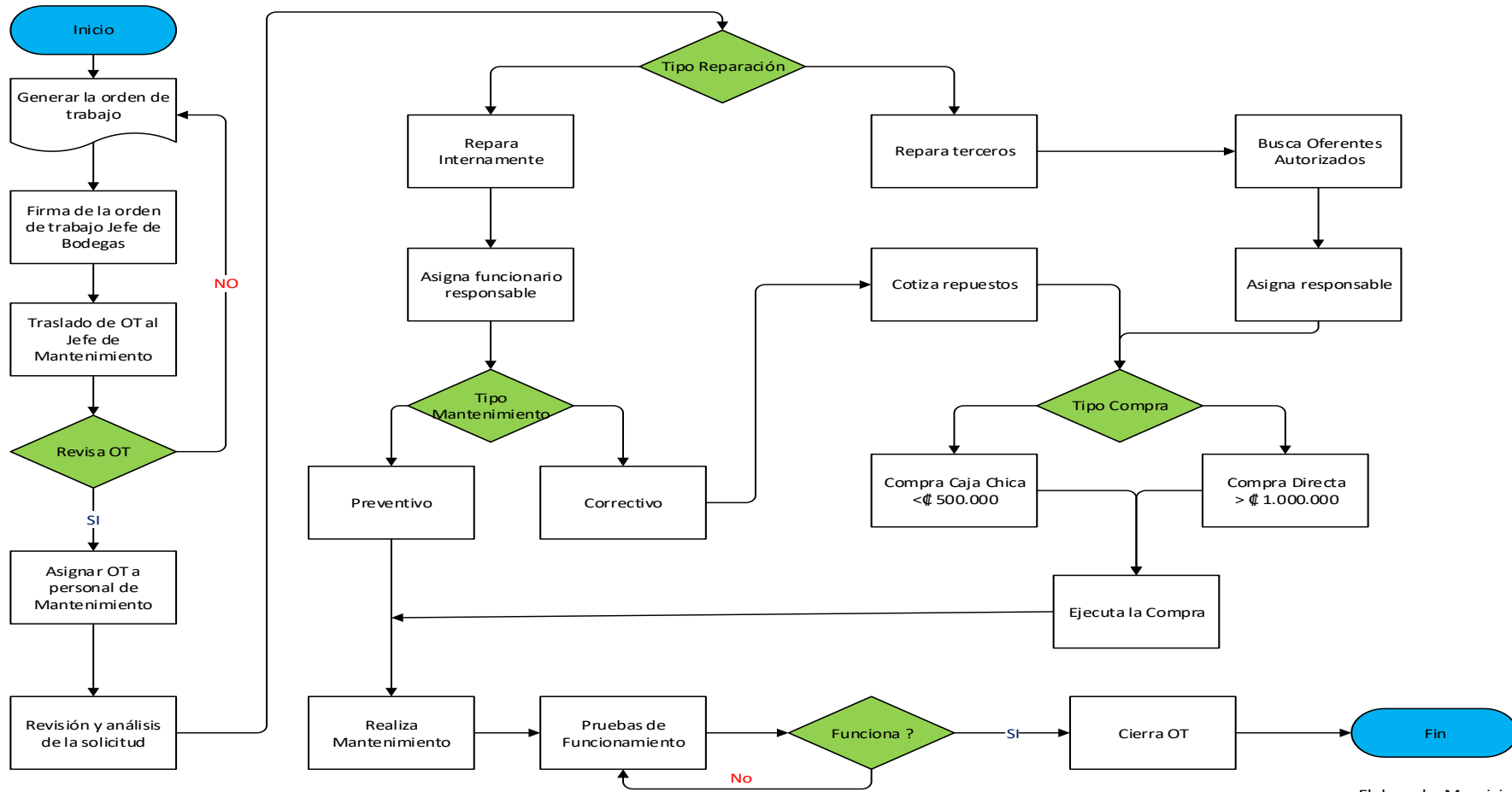
En este caso se puede obtener la solución a un problema identificado mediante dos tipos de fuentes

- **Fuente Interna:** Es la mano de obra calificada que cuenta la institución para ejecutar los mantenimientos de los equipos, sin embargo, en algunas ocasiones el tipo de mantenimiento no se puede gestionar por diferentes razones, técnicas, garantías o bien falta de herramienta especializada
- **Fuente Externa:** Se refiere a la contratación de agentes externos a la institución ya plenamente calificados como proveedores de la CCSS, son calificados técnicamente y proporcionan el servicio de mano de obra y venta de repuestos, por lo cual, se vuelve más eficiente la solución.

A continuación, se muestra la gráfica para mejor entendimiento visual del flujo operativo

imagen 4: Diagrama de flujo del proceso actual de mantenimiento preventivo y correctivo

Fuente: Elaboración Propia



Elaborado: Mauricio Montenegro

Con base en la imagen 4, la institución siempre vela o garantiza que los mantenimientos sean ejecutados de forma interna, ósea con personal calificado, sin embargo, existen algunas variables que imposibilitan esta labor las cuales se estarán mencionando más adelante.

#### **4.2.3 Observación propia del proceso**

Como parte de todo proceso para la identificación de problemas, se procede con la visita al centro de distribución para realizar una observación de los procesos y conocer cuáles son aquellas variables que influyen en el modelo de mantenimiento actual de los equipos fríos.

Para esta actividad se elabora una hoja de observación propia y se redacta cada aquellas causas con mayor importancia sobre el problema raíz e inclusive se realizan algunas preguntas al personal de turno para asegurar el entendimiento de los procesos. (ver anexo 12)

A continuación, se muestra las causas identificadas por el investigador

imagen 5: Observación propia de variables

Fuente: Elaboración propia

| <b>Observación Propia</b>   |                              |  |
|---|------------------------------|--|
| <b>Lugar:</b><br>Centro de Distribución<br>Uruca <b>C.D.E</b> DE LA C.C.S.S   | <b>Fecha :</b> 23/11/2020    | <b>Hora Inicio:</b><br>9hrs<br><b>Hora Final:</b><br>14hrs |
| <b>Objetivo</b>   |                              |  |
| <b>Diseñar un plan de mantenimiento de los equipos de refrigeración de los cuartos fríos en las bodegas de la Caja Costarricense de Seguro Social mediante la</b>                     |                              |  |
| <b>Causas :</b>   |                              |  |
| 1.) No se realizan revisiones diarias por parte del personal de mantenimiento ni de bodega  |                              |  |
| 2.) Cuando los equipos fallan se debe movilizar la mercadería de una cámara fría a otra para esta labor se suspenden el alistado de pedidos y despachos en puerta                     |                              |  |
| 3.) Solo jefatura realiza los reportes  |                              |  |
| 4.) Los técnicos revisan los fallos y analizan si se soluciona a lo interno o se comunican con el jefe de mantenimiento para enviar a solicitar un proveedor del servicio según falla |                              |  |
| 5.) No se evidencia control de mantenimientos pegados en los equipos  |                              |  |
| 6-) En horario nocturno los oficiales desconocen cual es el proceder de reportes  |                              |  |
| 7.) Para el ingreso de proveedores debe estar presente un funcionario resguardando los medicamentos, esto por encontrarse productos de alto costo                                     |                              |  |
| 8.) Los técnicos de mantenimiento no cuentan con las herramientas específicas para el análisis de los equipos   |                              |  |
| 9.) Los equipos se encuentran a la intemperie por lo cual, si se encuentran en época de lluvia se imposibilita su revisión y reparación   |                              |  |
| 10.) Los equipos cuentan con más de 20 años por lo cual, fallan muy constantes  |                              |  |
| 11.)Refrigerante usado no es amigable con el medio ambiente   |                              |  |
| 12.)Escaso control de los equipos   |                              |  |
| 13.)Jefatura desconoce protocolos de mantenimiento  |                              |  |
| 14.)Los equipos trabajan a la capacidad instalada por lo cual no tienen equipos de respaldo para mantenimientos ni fallos   |                              |  |
|   |                              |  |
|   |                              |  |
|   |                              |  |
| <b>Investigador</b>   | _____ Mauricio Montero _____ |  |

Como se evidencia en la imagen 5 se realizó un levantamiento de las variables más significativas que se encuentran entorpeciendo el modelo de mantenimiento de los equipos de refrigeración de las bodegas de medicamentos controlados de la CCSS, es acá donde el investigador toma sus propios criterios con base en el proceso, con la finalidad de reunir al personal y tener un mayor entendimiento de las causas.

Por razones propias de la emergencia nacional que se está viviendo en el país, se solicita el permiso a la jefatura para efectuar una encuesta de manera electrónica, con el personal que se encuentra en las líneas de producción más directas y obtener sus criterios de forma de lluvia de ideas y así complementar aquellas variables que no se pudieron anotar.

#### **4.2.4 Encuesta al personal**

En este apartado se realiza una encuesta utilizando las herramientas que nos proporciona Google, de esta manera se procede con la interacción con el personal operativo y administrativos para conocer desde un punto de vista más experto, sobre la problemática existente en el Centro de Distribución Especializado con relación al uso de los equipos de refrigeración y como atender las fallas de estos sin afectar la cadena de frío y sus demás operaciones logísticas.

#### **4.2.5 Diagrama de Ishikawa**

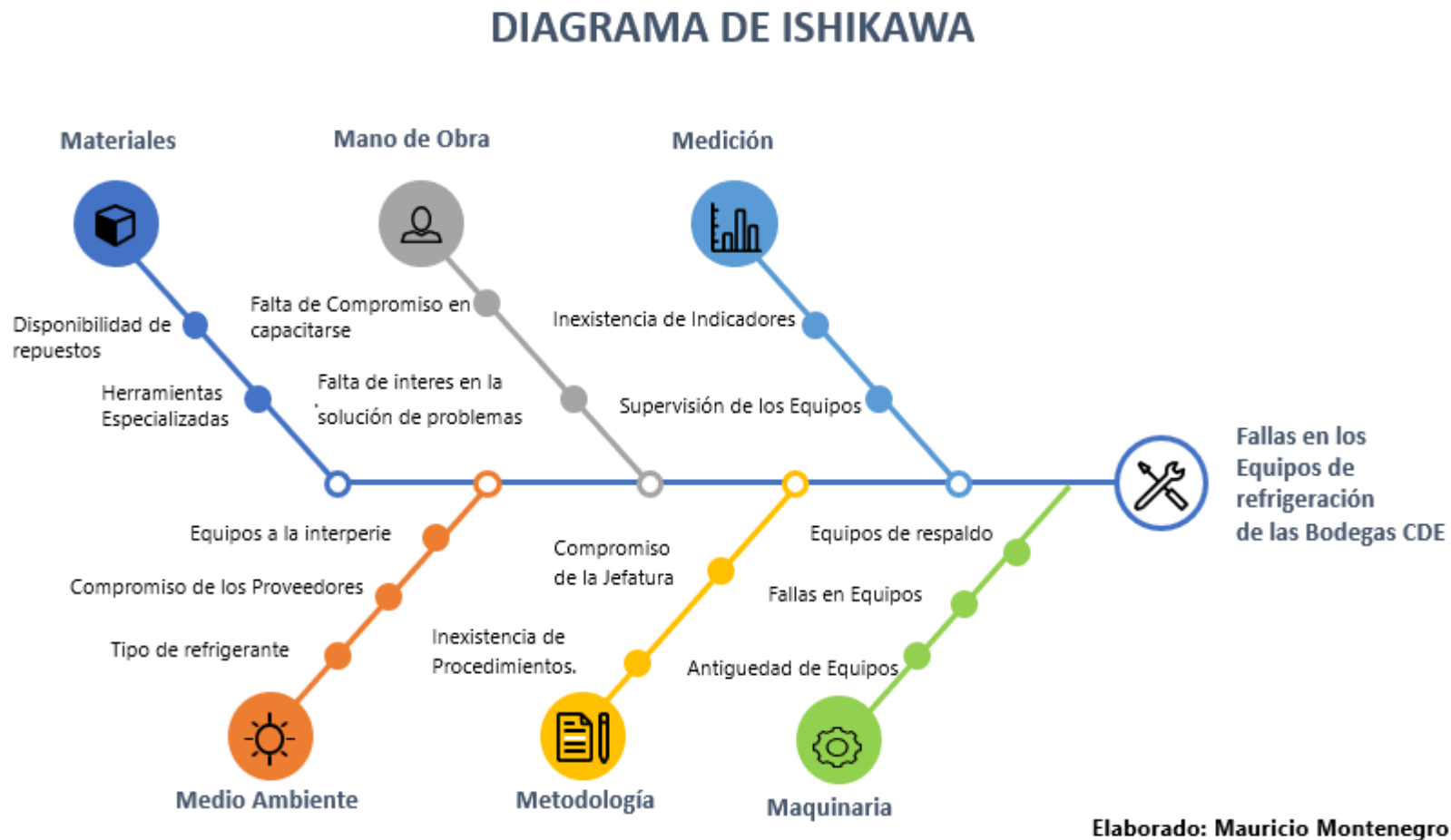
En esta sección se muestra la información recolectada durante las sesiones de encuentros y observación propia realizadas a los funcionarios del Centro de Distribución Especializado los cuales, expresaron mediante lluvia de ideas todas las causas que generan el problema raíz y algunas de las subcausas más asociadas a las fallas de los equipos de refrigeración de las bodegas de frío.

Importante hay que recalcar que para la obtención de estas se utilizaron herramientas tecnológicas por lo cual, mediante un link se respondieron las interrogantes sobre el problema raíz y así cumplir con las disposición y limitantes de visita que se me fueron giradas por encontrarnos en tiempo de pandemia (SAR-2 CV19) desde el inicio del presente proyecto

A continuación, se muestra el Diagrama Ishikawa con las causas y sub-causas encontradas para este proyecto, las cuales se analizarán en el transcurso de la investigación.

Ilustración 11: Diagrama de Causa y Efecto Fallas en los Equipos de refrigeración

Fuente: Elaboración Propia



Como se evidencia en el diagrama anterior se identificaron 14 causas directas que afectan en las fallas de los equipos de refrigeración de las bodegas del CDE, las cuales se clasifican de la siguiente manera:

- Materiales, contiene 2 causas.
- Mano de Obra, contiene 2 causas
- Medición; contiene 2 causas
- Medio ambiente, contiene 3 causas.
- Metodología, contiene 2 causa
- Maquinaria, contiene 3 causas.

## **Materiales**

En esta sección se describe la afectación de cada una de las causas con relación a los materiales

- **Disponibilidad de repuestos**

Actualmente, el taller de mantenimiento no cuenta con un inventario de repuestos para todos los equipos ya que, la mayoría de los casos no son atendidos por el personal técnico por sus competencias en el área de refrigeración, esto ha ocasionado que en caso de que, si se pueda atender la solicitud, se deben comprar en el momento, aumentando el tiempo en taller de los vehículos. (Ver anexo 3)

- **Herramientas especializadas**

Como parte de la identificación con el personal técnico se notó que el taller no cuenta con las herramientas para la atención de todas las averías ya que algunas se encuentran en mal estado, ausencia de esta o fuera de funcionamiento. (Ver Anexo 3)

Además, la falta de herramienta especializada genera la contratación de servicios a terceros para solucionar los problemas de los equipos situación que prolonga la atención de estas y así el inicio de incertidumbre de los medicamentos que se encuentran en riesgo de romper su cadena de frío.

## **Mano de Obra**

- **Falta de Compromiso en capacitarse**

El personal técnico que labora en el área de mantenimiento del CDE cuenta con una antigüedad promedio de 13 años por lo cual, la seguridad y confianza en sus puestos de trabajo han generado que no tomen el interés necesario para capacitarse en estos temas, a pesar de que los proveedores les invitan a participar en charlas y demás para mejorar el servicio.

- **Falta de interés en la solución de problemas**

Esta causa es generada por la conformidad de contar con los servicios de reparaciones de terceros por lo cual, si existe un problema y ´para evitar

complicaciones se reporta en las ordenes de trabajo, que la reparación le corresponde a un tercero, participando en la gestión solamente como fiscalizadores de la ejecución del contratista y no en la solución de problemas

## **Medición**

- **Inexistencia de Indicadores**

El departamento de mantenimiento no cuenta con los indicadores necesarios que permitan la evaluación de las fallas de los equipos ya que lo que se realiza generalmente son mantenimientos correctivos lo cual, ocasiona que no se planifique adecuadamente la programación de los mantenimientos preventivos. (Ver Anexo 3)

Además, los reportes que se llevan se realizan manualmente con el llenado de una formula la cual es archivada posteriormente

imagen 6: Costo de Contrataciones

Fuente: Departamento de Mantenimiento CDE, CCSS

|  |
|--|
| <b>AREA ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCION</b><br><b>SERVICIO MANTENIMIENTO</b><br><b>CONTRATACION</b>  |
| <b>COMPRA DIRECTA 002-ALDI-2009 O.C.008-ALDI-2009, 2010CD000006-1144 O.C.002-2010-ALDI 2010CD-000051-1144 O.C. 050-2010 ALDI;2011CD-</b> |

| FECHA INICIO: |            |           | FECHA FINALIZACION: |           |  |
|---------------|------------|-----------|---------------------|-----------|--|
| #             | Fecha      | # Factura | Monto               | # Reporte | Observaciones                                    |
| 1             | 28/2/2009  | 3604      | \$2 230,00          | 4542-4545 | febrero 2009                                     |
| 2             | 31/3/2009  | 3698      | \$2 230,00          | 4660-4661 | marzo 2009                                       |
| 3             | 30/4/2009  | 3748      | \$2 230,00          | 4807-4808 | abril 2009                                       |
| 4             | 30/6/2009  | 3839      | \$2 230,00          | 5124-5125 | junio 2009                                       |
| 5             | 2/6/2009   | 3786      | \$2 230,00          | 4969-4968 | mayo 2009  |
| 6             | 4/9/2009   | 3956      | \$2 230,00          | 5459-5460 | agosto 2009                                      |
| 7             | 23/9/2009  | 3986      | \$2 230,00          | 5498-5499 | setiembre 2009                                   |
| 8             | 31/10/2009 | 4064      | \$2 230,00          | 5578-5579 | octubre 2009                                     |
| 9             | 24/11/2009 | 4123      | \$2 230,00          | 5598-5599 | noviembre 2009                                   |
| 10            | 14/12/2009 | 4156      | \$2 230,00          | 5951-5957 | diciembre 2009                                   |
| 11            | 26/2/2010  | 4265      | \$2 250,00          | 6303-6305 | 2010CD000006-1144 O.C.002-2010-ALDI febrero 2010 |
| 12            | 29/3/2010  | 4313      | \$2 250,00          | 6572-6573 | marzo 2010                                       |
| 13            | 28/4/2010  | 4354      | \$2 250,00          | 6746-6747 | abril 2010                                       |

Como se observa en la imagen 06 el departamento solo cuenta con este cuadro de control sobre la contratación de tercero por reparaciones de equipos.

- **Supervisión de Equipos**

No existe un adecuado control o check list para la valoración y control de los equipos esto porque los funcionarios de mantenimiento la mayoría de las ocasiones se encuentran realizando otras labores propias a las de su puesto, por lo cual, la atención de fallas se da cuando los equipos fallan y no por una detección temprana de la misma. además, no se realizan inspecciones ni mucho menos se realizan pruebas técnicas para valorar la eficiencia de los equipos

## **Medio Ambiente**

- **Equipos a la interperie**

Por ser equipos industriales y de gran proporción volumétrica, estos deben colocarse en lugares que no obstaculicen las operaciones diarias de las bodegas de frio, por esta razón, son colocados en los techos permaneciendo a la interperie por largos periodos de tiempo, esta práctica ocasiona que en épocas lluviosas o de rayería no se puedan atender las fallas de manera urgente, por la limitante climatológica, por lo cual, los periodos de reparación se prolongan más.

- **Compromiso de los proveedores**

No se cuenta con un compromiso fijo de los contratistas ya que su servicio depende de la disponibilidad de su personal técnico, por lo cual se debe esperar de uno a 2 días para la solución de las fallas. Además, en ocasiones se debe esperar la localización de repuestos según la criticidad del mantenimiento.

- **Tipo de Refrigerante**

Al tratarse de equipo de refrigeración es indispensable el uso de gases tipo refrigerante para alimentar la condensación de las unidades, por esta razón el uso constate de este insumo son necesarios para la conservación de alimentos, medicinas entre otros el cual, generar un impacto importante en la atmosfera seguido del efecto invernadero factores que influyen en el calentamiento global del planeta a pesar de que se trata de utilizar los menos riesgoso (ver anexo1-3)

## **Metodología**

- **Inexistencia de Procedimientos.**

La ausencia de procedimientos para la ejecución de las labores dificulta mantener una adecuada evaluación de la cantidad de fallas y tiempos de atención, lo que ocasiona que se proceda irregularmente en la planificación y programación de los mantenimientos

- **Compromiso de la Jefatura**

Es necesario contar con el apoyo de las jefaturas para una adecuada ejecución de mantenimientos preventivos y correctivos, situación que se ha dificultado en lo largo del tiempo ya que a las jefaturas no les gusta llevar esta formalidad de reporte si no nada más reportar vía telefónica o radio de comunicación cuando un equipo presenta problemas, lo que genera que los técnicos olviden la directriz por encontrarse en otras labores de sus competencias laborales.

## **Maquinaria**

- **Antigüedad de los equipos**

Actualmente los equipos cuentan con una antigüedad promedio de 21 años sobre pasando la vida útil según lo establece la institución por más 8 años por lo cual, se dificulta en ocasiones la búsqueda de repuestos e inclusive la mano de obra específica para su atención. (Ver anexo 3)

- **Fallas de los equipos**

Las constantes fallas a los equipos generan una preocupación al personal operativo y administrativo debido a que esta acción genera reprocesos de acomodo, y paro de tiempos en procesos logísticos dificultando las entregas de pedidos a los servicios solicitantes

- **Equipos de respaldo**

No se cuenta con recurso de remplazo o bien de soporte para situaciones de fallas de los equipos por lo cual, genera sobre abastecimientos en algunas cámaras durante el proceso de mantenimiento, aunado a la dificultad para el alistado de los pedidos, retrasando este proceso.

### **4.3 Clasificar los problemas según la severidad con respecto al problema raíz**

En este apartado del diagnóstico de la situación actual se presenta el resultado de cada una de las causas conforme a su criticidad en el proceso, esto gracias a la ponderación de cada una de ellas obtenida en el proceso de encuestas a los funcionarios, donde participaron personal administrativo, bodegueros, choferes de reparto, técnicos de mantenimiento, jefatura de bodega y Mantenimiento.

Esta información se clasificó según su impacto en el problema raíz, y para esto se utilizó una matriz para su mejor apreciación.

En el siguiente cuadro se muestra la clasificación de las causas principales que generan el problema.

*Tabla 5: Análisis de las Causas*

*Fuente: El autor*

| <b>ANÁLISIS DE CAUSAS</b>                    |                      |
|--|----------------------|
| <b>Causa</b>                                 | <b>Clasificación</b> |
| Disponibilidad de Repuestos                  | Materiales           |
| Herramientas Especializadas                  | Materiales           |
| Falta de Compromiso en capacitarse           | Mano de Obra         |
| Falta de interés en la solución de problemas | mano de Obra         |
| Inexistencia de indicadores                  | Medición             |
| Supervisión de Equipos                       | Medición             |
| Equipos a la interperie                      | Medio Ambiente       |
| Compromiso de los proveedores                | Medio Ambiente       |
| Tipo de refrigerante                         | Medio Ambiente       |
| Compromiso de la jefatura                    | Metodología          |
| Inexistencia de procedimiento                | Metodología          |
| Antigüedad de Equipos                        | Metodología          |
| Falla en los Equipos                         | Maquinaria           |
| Equipos de respaldo                          | Maquinaria           |

Como se muestra en la tabla 5 se encontraron 14 causas que se identificaron en las encuestas realizadas y otras en la observación propia del investigador en las visitas realizadas.

Con dicha información y según el criterio de criticidad de estas se procede a colocar su valor de ponderación y así determinar cuáles son las causas más relevantes con base en el problema raíz.

Para este efecto se colocó un valor de 1 a 10 donde 1 es poca importancia y 10 mucha importancia y así determinar cuál es el comportamiento de estas.

A continuación, se presenta una tabla con dichos resultados

Tabla 6 :Clasificación de causa según su porcentaje de importancia

Fuente: El autor

| <b>CLASIFICACIÓN DE CAUSAS SEGÚN PORCENTAJE IMPORTANCIA</b> |                      |                    |                   |                   |
|---|----------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| <b>Causa</b>  | <b>Clasificación</b> | <b>Importancia</b> | <b>% Relativo</b> | <b>% Rel Acum</b> |
| Inexistencia de procedimientos                              | Metodología          | 10                 | 9,6%              | 9,6%              |
| Antigüedad de Equipos                                       | Metodología          | 10                 | 9,6%              | 19,2%             |
| Falla en los Equipos  | Maquinaria           | 10                 | 9,6%              | 28,8%             |
| Falta de interés en la solución de problemas                | mano de Obra         | 9                  | 8,7%              | 37,5%             |
| Disponibilidad de Repuestos                                 | Materiales           | 8                  | 7,7%              | 45,2%             |
| Inexistencia de indicadores                                 | Medición             | 8                  | 7,7%              | 52,9%             |
| Supervisión de Equipos                                      | Medición             | 8                  | 7,7%              | 60,6%             |
| Compromiso de los proveedores                               | Medio Ambiente       | 8                  | 7,7%              | 68,3%             |
| Herramientas Especializadas                                 | Materiales           | 7                  | 6,7%              | 75,0%             |
| Compromiso de la jefatura                                   | Metodología          | 7                  | 6,7%              | 81,7%             |
| Falta de Compromiso en capacitarse                          | Mano de Obra         | 6                  | 5,8%              | 87,5%             |
| Equipos de respaldo   | Maquinaria           | 6                  | 5,8%              | 93,3%             |
| Equipos a la interperie                                     | Medio Ambiente       | 4                  | 3,8%              | 97,1%             |
| Tipo de refrigerante  | Medio Ambiente       | 3                  | 2,9%              | 100,0%            |
| <b>Totales</b>  |                      | <b>104</b>         | <b>100%</b>       |                   |

Con base en la tabla 6 se clasificaron cada una de las causas según su puntaje de importancia en el problema raíz con un valor acumulado de 104 puntos en las causas identificadas.

Ahora bien, con la información tabulada según la importancia se procede a trasladarla a un gráfico de Pareto para identificar cuáles son las causas más vitales y triviales e identificar el 80-20 de la ley de Pareto

*Tabla 7: Consolidado de Causas según importancia*

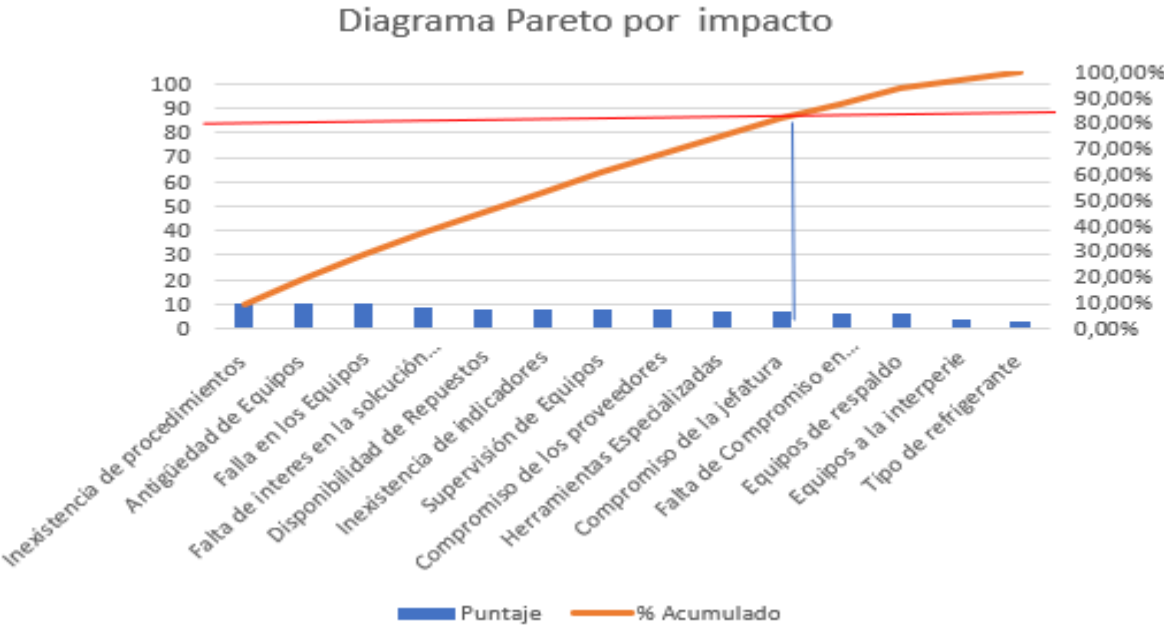
*Fuente: El autor*

| <b>CLASIFICACIÓN DE CAUSAS SEGÚN PORCENTAJE IMPORTANCIA</b> |                      |                    |             |                  |               |
|---|----------------------|--------------------|-------------|------------------|---------------|
| <b>Causa</b>  | <b>Clasificación</b> | <b>Importancia</b> | <b>%</b>    | <b>Acumulado</b> | <b>% Acum</b> |
| Inexistencia de procedimientos                              | Metodología          | 10                 | 10%         | 10               | 9,62%         |
| Antigüedad de Equipos                                       | Metodología          | 10                 | 10%         | 20               | 19,23%        |
| Falla en los Equipos  | Maquinaria           | 10                 | 10%         | 30               | 28,85%        |
| Falta de interés en la solución de problemas                | mano de Obra         | 9                  | 9%          | 39               | 37,50%        |
| Disponibilidad de Repuestos                                 | Materiales           | 8                  | 8%          | 47               | 45,19%        |
| Inexistencia de indicadores                                 | Medición             | 8                  | 8%          | 55               | 52,88%        |
| Supervisión de Equipos                                      | Medición             | 8                  | 8%          | 63               | 60,58%        |
| Compromiso de los proveedores                               | Medio Ambiente       | 8                  | 8%          | 71               | 68,27%        |
| Herramientas Especializadas                                 | Materiales           | 7                  | 7%          | 78               | 75,00%        |
| Compromiso de la jefatura                                   | Metodología          | 7                  | 7%          | 85               | 81,73%        |
| Falta de Compromiso en capacitarse                          | Mano de Obra         | 6                  | 6%          | 91               | 87,50%        |
| Equipos de respaldo   | Maquinaria           | 6                  | 6%          | 97               | 93,27%        |
| Equipos a la interperie                                     | Medio Ambiente       | 4                  | 4%          | 101              | 97,12%        |
| Tipo de refrigerante  | Medio Ambiente       | 3                  | 3%          | 104              | 100,00%       |
| <b>Totales</b>  |                      | <b>104</b>         | <b>100%</b> |                  |               |

De acuerdo con la información de la tabla anterior se observa cómo se concentran los puntajes en pocas causas, por lo cual se construye el siguiente Diagrama Pareto para mayor entendimiento y análisis.

Ilustración 12 :Grafico de Pareto importancia

Fuente: El autor



Se analizan los datos de la ilustración 12 manera tal que permita concentrar las fuerzas a las principales causas, donde el 71.42% de las causas provocan el 28.57% en la falla de los equipos por lo cual, no aplica la ley Pareto 80-20.

Por esta razón se procede a realizar un análisis con mayor confiabilidad, por lo cual se procede a multiplicar la importancia, la frecuencia y por la duración, así se obtiene el N.P.I. con respecto a las variables de la tabla 7.

A continuación, se presenta el modelo N.P.I en la siguiente tabla

*Ilustración 13: Clasificación de causas N.P.I*

*Fuente: El autor*

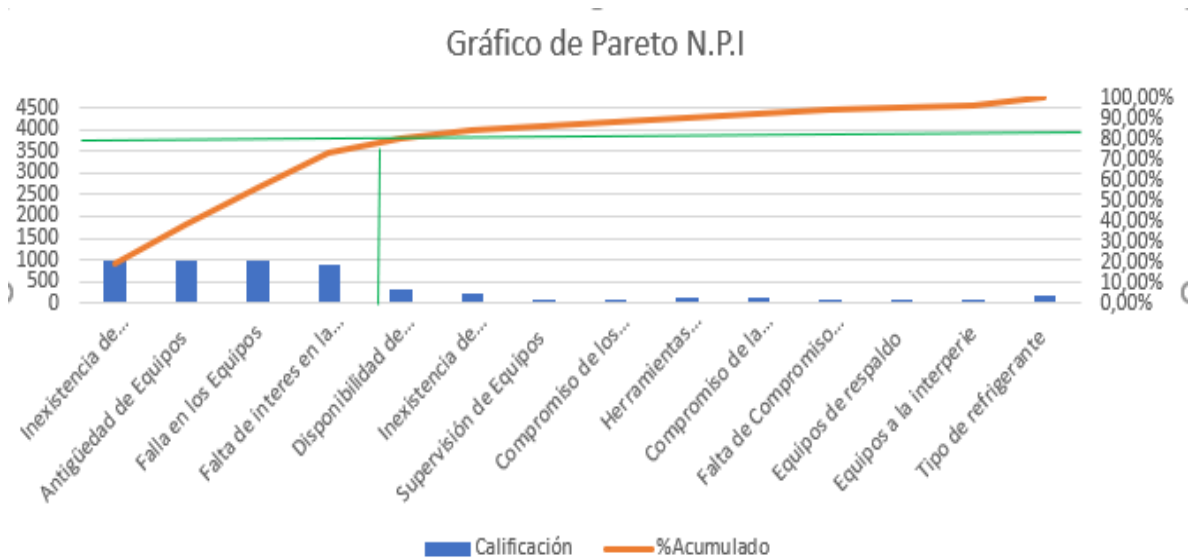
| CLASIFICACIÓN DE CAUSAS SEGÚN N.P.I          |                |             |            |           |             |             |          |         |
|--|----------------|-------------|------------|-----------|-------------|-------------|----------|---------|
| Causa  | Clasificación  | Importancia | Frecuencia | Duración  | Total       | %           | Aumulado | % Acum  |
| Inexistencia de procedimientos               | Metodología    | 10          | 10         | 10        | 1000        | 19%         | 10       | 18,94%  |
| Antigüedad de Equipos                        | Metodología    | 10          | 10         | 10        | 1000        | 19%         | 20       | 37,88%  |
| Falla en los Equipos                         | Maquinaria     | 10          | 10         | 10        | 1000        | 19%         | 30       | 56,82%  |
| Falta de interes en la solución de problemas | mano de Obra   | 9           | 10         | 10        | 900         | 17%         | 39       | 73,86%  |
| Disponibilidad de Repuestos                  | Materiales     | 8           | 10         | 4         | 320         | 6%          | 47       | 79,92%  |
| Inexistencia de indicadores                  | Medición       | 8           | 5          | 6         | 240         | 5%          | 55       | 84,47%  |
| Supervisión de Equipos                       | Medición       | 8           | 4          | 3         | 96          | 2%          | 63       | 86,29%  |
| Compromiso de los proveedores                | Medio Ambiente | 8           | 3          | 4         | 96          | 2%          | 71       | 88,11%  |
| Herramientas Especializadas                  | Materiales     | 7           | 5          | 4         | 140         | 3%          | 78       | 90,76%  |
| Compromiso de la jefatura                    | Metodología    | 7           | 4          | 4         | 112         | 2%          | 85       | 92,88%  |
| Falta de Compromiso en capacitarse           | Mano de Obra   | 6           | 3          | 4         | 72          | 1%          | 91       | 94,24%  |
| Equipos de respaldo                          | Maquinaria     | 6           | 4          | 3         | 72          | 1%          | 97       | 95,61%  |
| Equipos a la interperie                      | Medio Ambiente | 4           | 4          | 4         | 64          | 1%          | 101      | 96,82%  |
| Tipo de refrigerante                         | Medio Ambiente | 3           | 7          | 8         | 168         | 3%          | 104      | 100,00% |
| Totales                                      |                | <b>104</b>  | <b>89</b>  | <b>84</b> | <b>5280</b> | <b>100%</b> |          |         |

Con la información que genera esta tabla se procede analizar los datos con la multiplicación de los diferentes comportamientos y así construir nuevamente una gráfica para observa su comportamiento de acuerdo con la ley de Pareto

A continuación, la gráfica.

Ilustración 14: Gráfico Pareto N.P.I

Fuente: El Autor



Con base a la ilustración 14, se analiza los datos de manera tal que permita concentrar las fuerzas a las principales causas, donde el 79.92% de las causas provocan el 20.08% de las fallas de los equipos, de esta manera se puede observar pocos vitales que afectan los muchos triviales y se cumple la ley de Pareto

Las principales causas son:

- Inexistencia de procedimientos
- Antigüedad de Equipos
- Falla en los Equipos
- Falta de interés en la solución de problemas
- Disponibilidad de Repuestos

## 4.4 Analizar los datos obtenidos con la finalidad proponer soluciones optimas

El objetivo de esta sección es analizar cada una de las causas de mayor puntaje con base en su impacto económico en el proceso de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos de refrigeración, por lo cual se solicita la información pertinente para el análisis.

### 4.4.1 Costo de mantenimiento preventivos y correctivos

Se solicita al encargado de mantenimiento de las bodegas la información relevante sobre los repuestos utilizados en los mantenimientos preventivos que se realizan a los equipos con esta información se procede a calcular la inversión en este rubro.

(Ver anexo 4)

*Tabla 8: Gatos por concepto de Mantenimientos Preventivos y Correctivos*

*Fuente: Área de Almacenamiento y Distribución ALDI, CDE*

| Concepto   | Monto Anual (en colones) |                       |                       |
|--|--------------------------|-----------------------|-----------------------|
|  | 2018                     | 2019                  | 2020                  |
| Gastos por Contrato de Mantenimiento Preventivo y Correctivo | ¢16 080 136,32           | ¢16 080 136,32        | ¢10 730 245,44        |
| Repuestos  | ¢9 799 510,00            | ¢3 550 270,00         | ¢ 4 044 389,21        |
| <b>Total, anual</b>  | <b>¢25 879 646,32</b>    | <b>¢19 630 406,32</b> | <b>¢14 774 634,65</b> |

Como se evidencia en la tabla 8 los gastos por contratos disminuyeron en el año 2020 en comparación a los años anteriores, sin embargo, el gasto en repuestos en estos tres periodos suma ₡ 17 millones de colones aproximadamente, lo cual, nos indica que los equipos se encuentran en constante reparación, consumiendo el 16% de su presupuesto anual según la cuenta para repuestos. (ver Anexo 5)

Como parte del uso de los equipos es importante valorar cual es el consumo eléctrico de manera mensual de los equipos.

A continuación, se presenta la información.

*Tabla 9: Consumo Eléctrico periodo 2020*

*Fuente: Área de Almacenamiento y Distribución, Dep. Mantenimiento*

| <b>Mes Consumo Electricidad</b> | <b>Monto Colones</b>  | <b>Monto Promedio por Año</b> |
|---------------------------------|-----------------------|-------------------------------|
| Enero                           | ₡1 851 275,00         | <b>₡ 23 530 035,00</b>        |
| Febrero                         | ₡1 818 600,00         |                               |
| Marzo                           | ₡1 752 425,00         |                               |
| Abril                           | ₡2 024 520,00         |                               |
| Mayo                            | ₡2 057 180,00         |                               |
| Junio                           | ₡2 080 875,00         |                               |
| Julio                           | ₡2 055 640,00         |                               |
| Agosto                          | ₡2 046 175,00         |                               |
| <b>Total</b>                    | <b>₡15 686 690,00</b> |                               |
| <b>Promedio mensual</b>         | <b>₡1 960 836,25</b>  |                               |

En esta tabla podemos analizar el comportamiento del consumo eléctrico de los equipos el cual, viene en aumento a partir del mes de abril por lo cual, se realiza la

consulta al encargado sobre los aspectos eléctricos y conexión, el cual, nos indica lo siguiente:

“La instalación eléctrica se encuentra en estado preocupante debido a que a pesar de que la acometida instalada posee una capacidad de 400 amperios, así como su cableado, la acometida principal presenta varios problemas de distribución de cargas” Se resume como riesgosa la instalación eléctrica (Ing. Adenith Morales Arce del AMIEI)

#### 4.4.2 Costos de repuestos por mantenimiento preventivos y correctivos

Como parte del análisis es importante conocer cuáles fueron las respuestas más utilizados en los equipos de refrigeración por lo cual se consulta a la base de datos o históricos de los artículos más utilizados en los últimos 5 años de los cuales se realizó un ABC por costo para identificar el valor de estos. (ver Anexo 6)

Tabla 10: Resumen ABC por Costo de Repuestos

Fuente: Elaboración Propia

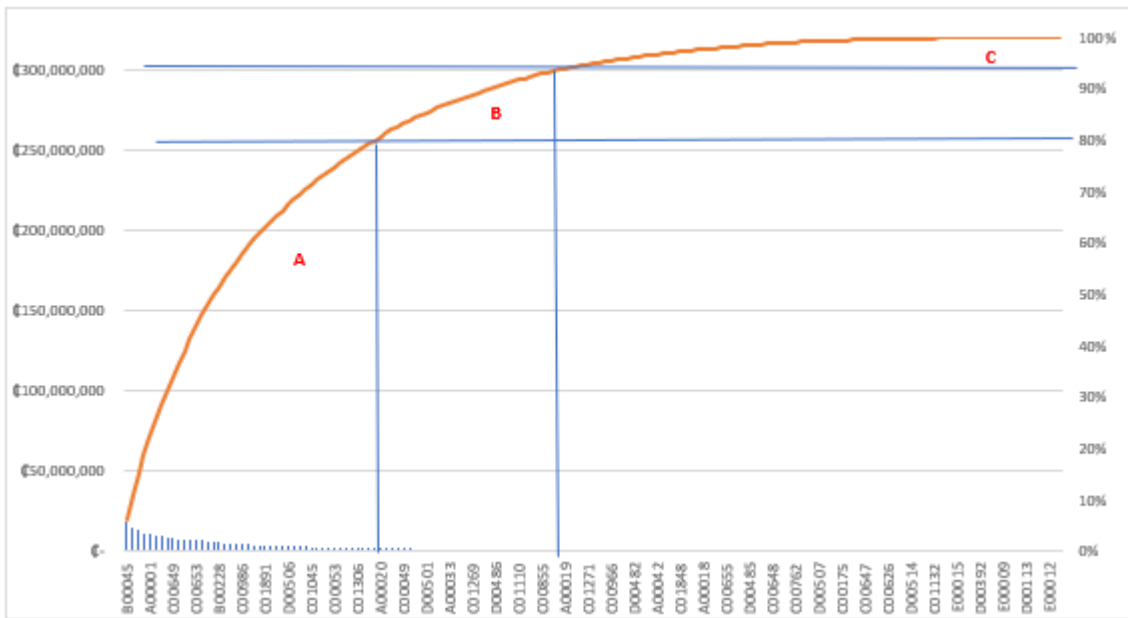
| TABLA RESUMEN COSTO REPUESTOS ABC |                    |     |                    |                |                |                      |
|-----------------------------------|--------------------|-----|--------------------|----------------|----------------|----------------------|
| Parámetros                        | Clasificación<br>n | n   | Participación<br>n | Costos         | % Total costos | Frecuencia acumulada |
| 0% - 80%                          | A                  | 149 | 28%                | ₪37,569,471.00 | 80%            | 80%                  |
| 81% - 95%                         | B                  | 158 | 30%                | ₪6,975,300.70  | 15%            | 95%                  |
| 96% - 100%                        | C                  | 217 | 41%                | ₪2,354,346.25  | 5%             | 100%                 |
|                                   | TOTAL              | 524 | 100%               | ₪ 46,899,118   |                |                      |

En la tabla 10 podemos analizar que en un periodo de 5 años el 80% de los repuestos han generado gastos de más de ₡ 38 millones de colones agrupados en 149 artículos clasificados en la categoría “A” con una participación del 28%

Para una mejor apreciación visual se presenta un diagrama de Pareto ABC

*Ilustración 15: Diagrama ABC por costo*

*Fuente: Elaboración propia*



De acuerdo con la ilustración 15 se nos facilita analizar los artículos con mayor valor adquisitivo de los repuestos de los equipos los cuales, se identifican algunos por su difícil ubicación de mercado.

## 4.5 Conclusiones del diagnóstico

Con base este capítulo se puede llegar a diferentes conclusiones para la propuesta de mejorar de los equipos del Centro de Distribución Especializado de la CCSS que permitan una mejora en el almacenamiento de los medicamentos y atención a más de **5.057.999 habitantes del país**<sup>1</sup>

Con la base a la información recopilada en el Focus Group se identificaron 14 causas que provocan el incumplimiento del cronograma de entregas, de esta manera se cumple el primer objetivo específico del presente proyecto de investigación: ***“Identificar las causas más significativas que afectan el servicio de mantenimiento de bodegas de frigoríficos”*** identificando las causas que impactan el problema tales como:

Disponibilidad de repuestos, Herramientas Especializadas, Falta de Compromiso en capacitarse, Falta de interés en la solución de problemas, Inexistencia de Indicadores, Supervisión de los Equipos, Tipo de refrigerante, Compromiso de los Proveedores, Equipos a la interperie, Inexistencia de

Procedimientos, Compromiso de la Jefatura, Antigüedad de Equipos, Fallas en Equipos, Equipos de respaldo.

Del 100% de las causas encontradas se clasificaron de acuerdo con la metodología “6M” y la asignación del valor ponderado N.P.I (Impacto-Duración -Frecuencia),

---

<sup>1</sup> <https://www.inec.cr/poblacion/temas-especiales-de-poblacion>

permitiendo cumplir al 100% del segundo objetivo específico **“Clasificar los problemas según la severidad con respecto al problema raíz”**. Las causas identificadas de mayor importancia, Inexistencia de procedimientos, Antigüedad de Equipos, Falla en los Equipos, Falta de interés en la solución de problemas, Disponibilidad de Repuestos.

Para el cumplimiento del tercer objetivo específico: **“Analizar los datos obtenidos con la finalidad proponer soluciones óptimas”**, se realizó un análisis de costos en los diferentes mantenimientos preventivos y correctivos durante tres periodo completos, obteniendo como resultado el gasto del 16% de su presupuesto anual según la cuenta para repuestos equivalente a ₡4 millones de colones, así, como el consumo promedio de electricidad del ₡ 23 millones de colones anuales, analizando que los sistemas eléctricos como riesgosa la instalación eléctrica de acuerdo a la valoración de la (Ing. Adenith Morales Arce del AMIEI).

Además, la institución costeo gasto de en un periodo de 5 años por más de ₡ 38 millones de colones en 149 repuestos para los equipos.

Por lo tanto, se cumple con los primeros tres objetivos planteados para esta investigación, los cuales se lograron con la ayuda de herramientas y técnicas ingenieriles, así como la colaboración de los funcionarios del Área de Almacenamiento y Distribución, taller de mantenimiento, y personal bodegas, permite ejecutar las propuestas necesarias, las cuales se manifestarán en el capítulo de propuestas.

**CAPITULO V**  
**Diseño de Propuestas**

## 5.1 Diseño de las propuestas

En esta sección se realiza las propuestas necesarias que permitan una mejora en el modelo de mantenimiento actual, buscando eliminar o reducir los porcentajes encontrados de las variables más significativas del problema raíz, por lo cual, se presentan diferentes propuestas según su impacto en las causas con mayor moderación.

Las propuestas permiten mostrar su viabilidad y beneficio con relación a su costo e impacto en los sistemas de salud, para lo cual se presenta un cuadro resumen con el diseño de la propuesta, su porcentaje de impacto y metodología.

*Tabla 11: Resumen de las Propuestas*

*Fuente: Elaboración Propia*

| RESUMEN DE PROPUESTAS |   |  |           |
|-----------------------|---|--|-----------|
| Propuesta             | Nombre  | Causa que Impacta                            | % Impacto |
| 1                     | Procedimiento atención de fallas en los equipos | Inexistencia de Procedimientos               | 19.00%    |
| 2                     | Plan de Inversión Compra de Activos             | Antigüedad de los Equipos                    | 19.00%    |
|                       |   | Fallas en los Equipos                        | 19.00%    |
| 3                     | Plantilla Cálculo EOQ                           | Disponibilidad de Repuestos                  | 17.00%    |
| 4                     | Capacitación INA                                | Falta de Interes en la Solución de Problemas | 6.00%     |
| Total                 |   |  | 80.00%    |

Con base en la información de la tabla 11, se detalla cada una de las propuestas que permitirán un adecuado almacenamiento de los medicamentos de cadena de frío.

## **5.2 Procedimiento atención de fallas de los equipos**

En este apartado se propone mitigar o erradicar la causa “Inexistencia de procedimiento” la cual, tiene un impacto en el problema de raíz del 19%

Actualmente, el Centro de Distribución de Especializado, carece de procedimientos para la atención de mantenimientos preventivos o bien correctivos, por lo cual, esta situación genera que no se utilicen los canales adecuados para dar solución a las variables que presentan los equipos, ocasionando que la atención de los mismo genere otros efectos en el proceso, como lo es el traslado de mercadería entre bodegas.

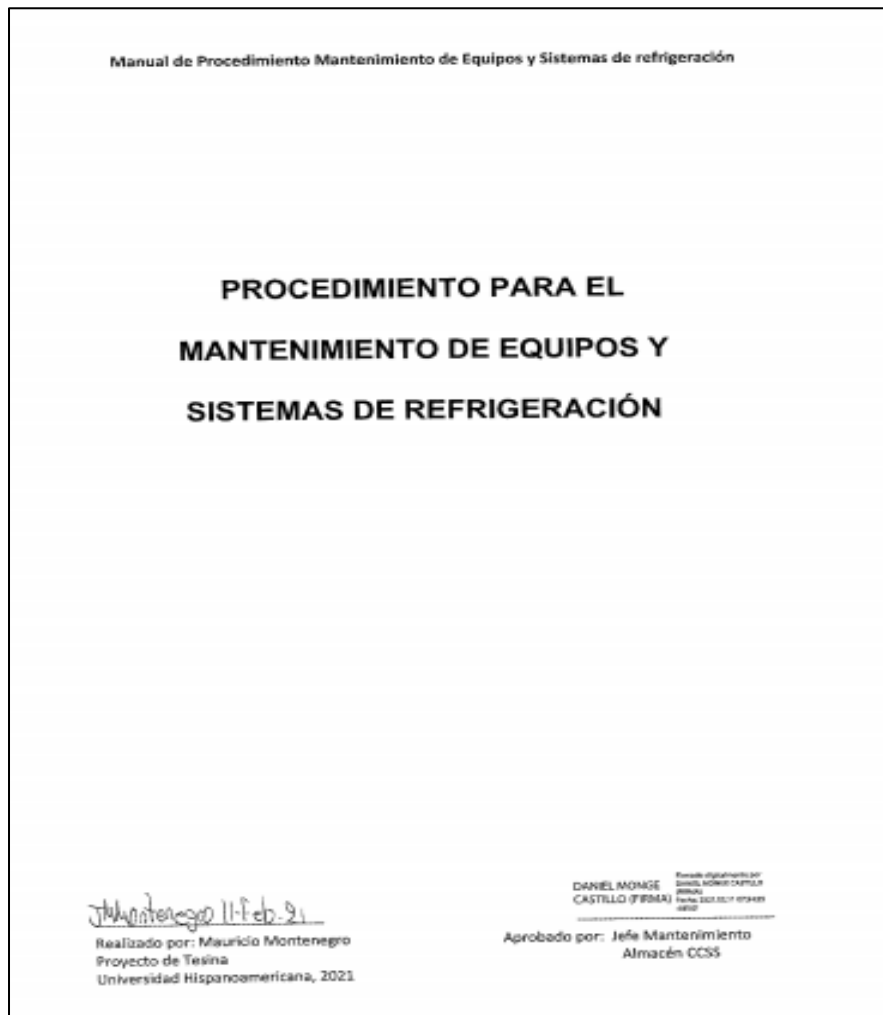
La puesta en marcha con la elaboración de un manual para la atención de los mantenimientos para el área de cuartos fríos permitirá establecer, el orden lógico de las actividades que orienten a cualquier funcionario en la ejecución de su labor de acuerdo con la competencia adquirida, además, los controles que se deben seguir para brindar un adecuado servicio y toma de decisiones de las jefaturas.

Una vez realizado el manual, se procede a enviar el borrador al jefe de área de mantenimiento con la finalidad de revisión y validación de los datos, y de esta forma proveer a la institución el insumo necesario para garantizar un adecuado mantenimiento de sus equipos. (ver anexo 7)

A continuación, se muestra la aprobación de este.

*imagen 7: Procedimiento para mantenimientos*

*Fuente: Elaboración Propia*

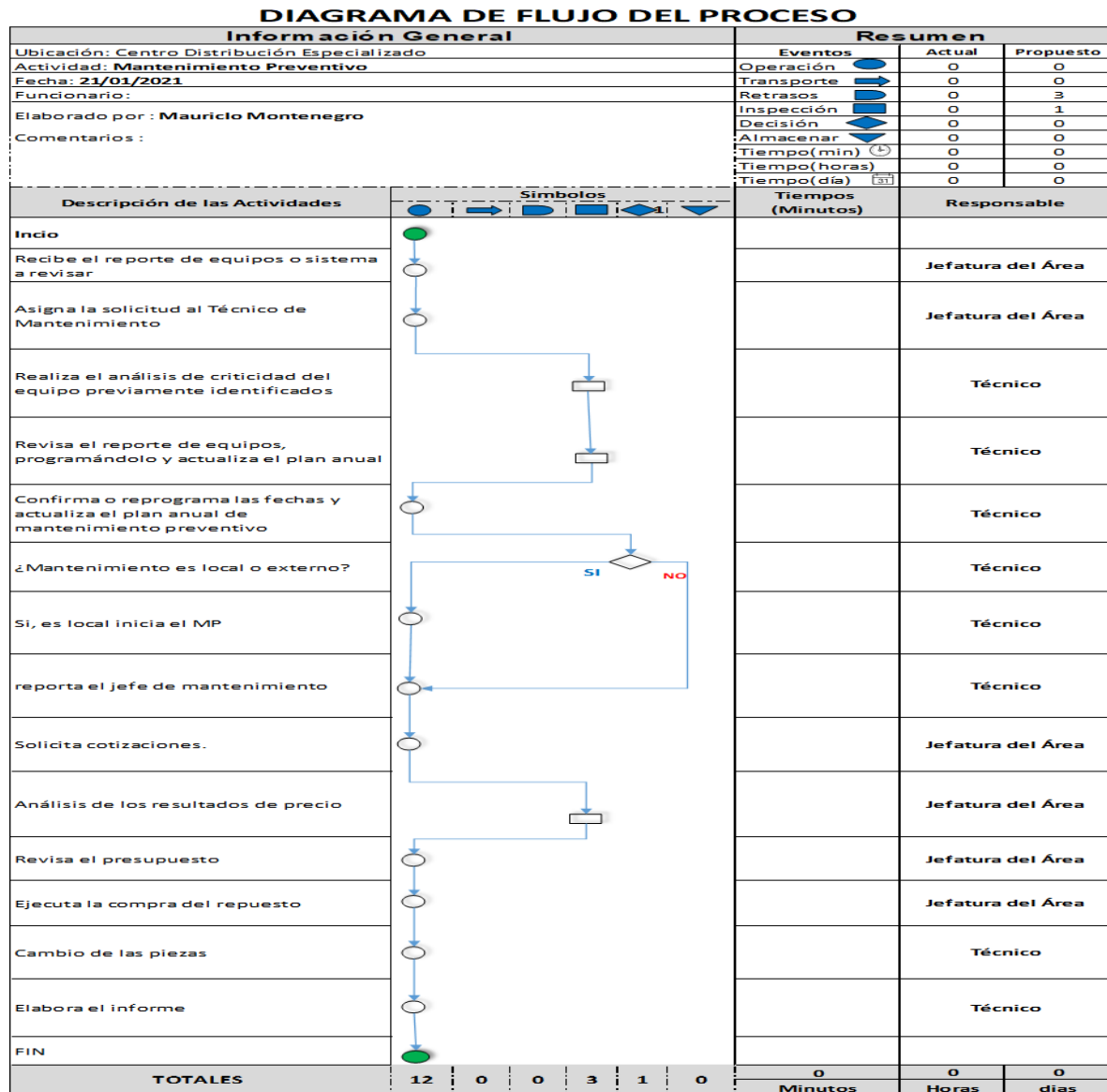


Con base en el documento adjunto denominado “Proceso para el mantenimiento de equipos y sistemas de refrigeración” se pretende implementar en una I Etapa en las áreas de bodegas de cuartos fríos y posterior copiar el modelo hacia toda el área de mantenimiento permitiendo el uso estandarizados de actividades permitiendo una adecuada ejecución de los servicios y mejorar los canales de comunicación.

A continuación, se presentan los diagramas de flujo del proceso propuestos

imagen 8: Diagrama de proceso mantenimiento Preventivo

Fuente: Elaboración Propia



Con la puesta en marcha del procedimiento para la atención de mantenimientos preventivos permite un mayor control de las actividades a seguir así un adecuado control de los activos de la institución, destinados a mantener la cadena de frío.

### 5.3 Plan de inversión para la compra de equipos.

En esta sección se propone como plan a mediano plazo el cambio de los equipos de refrigeración, y así, eliminar las causas “Antigüedad de los Equipos” y “Fallas de los Equipos” los cuales impactan al problema de raíz en un 38%

A continuación, se presentan un estudio de mercado de acuerdo con la información brindada por los proveedores consultados.

Tabla 12: Estudio de precios de mercado

Fuente: Elaboración propia

| Estudio de Mercado   |          |                   |                   |                   |
|--|----------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Descripción del elemento a estimar                                     | Cantidad | BEIRUTE S.A       | CONSTRUFRIO S.A   | LEAHO             |
|  |          | Precio Unitario\$ | Precio Unitario\$ | Precio Unitario\$ |
| Sistemas de refrigeración Global (4 sistemas)                          | 1        | \$432,188.00      | \$215,175.26      | \$359,230.00      |
| Sistema de detección incendios.  | 1        | \$0.00            | \$0.00            | \$51,750.00       |
| Planta eléctrica   | 1        | \$15,000.00       | \$148,392.72      | \$25,900.00       |
| <b>Equipos complementarios:</b>  |          |                   |                   |                   |
| •Puerta corrediza  | 3        | \$0.00            | \$2,030.00        | \$2,023.86        |
| •Puerta abatible   | 4        | \$0.00            | \$1,092.00        | \$1,088.70        |
| •Puertas arrollables   | 3        | \$6,773.70        | \$0.00            | \$13,614.41       |
| •Rack de almacenamiento  | 1        | \$0.00            | \$6,990.43        | \$20,430.00       |
| •Puertas de seguridad  | 2        | \$3,680.00        | \$1,162.00        | \$2,413.57        |
| •Anden de carga  | 1        | \$0.00            | \$1,015.65        | \$1,012.58        |
| •Cortina de hierro   | 1        | \$0.00            | \$1,015.65        | \$0.00            |
| •Transferencia eléctrica   | 1        | \$0.00            | \$0.00            | \$5,000.00        |
| <b>Costo trabajos de infraestructura</b>                               |          |                   |                   |                   |
| • Readecuación Obra Civil  |          | \$0.00            | \$0.00            | \$0.00            |
| • Readecuación electromecánica   |          | \$98,485.00       | \$112,664.81      | \$0.00            |
| • Readecuación Eléctrica   |          | \$25,890.00       | \$9,535.00        | \$72,200.36       |
| Desinstalación   |          | \$241,195.00      | \$338,215.43      | \$6,127.50        |
| Costos de instalación  |          | \$88,156.00       | \$154,813.60      | \$55,931.13       |
| Capacitación   | 1        | \$5,000.00        | \$3,500.00        | \$4,237.14        |
| Mantenimiento 1° año   |          | \$50,532.00       | \$16,810.00       | \$0.00            |
| <b>Total</b>   |          | \$966,899.70      | \$1,012,412.55    | \$620,959.25      |
| Tipo de Cambio del Banco Central al 10 febrero de 2021 donde \$1 = 612 |          | \$866,757.17      |                   |                   |
|  |          | ¢530,455,386.00   |                   |                   |

De acuerdo con la tabla # 11 se determinados los costos de inversión por los equipos a instalar, los costos de la remodelación de la infraestructura, condiciones eléctricas y electromecánicas, que se requerirán, para la correcta instalación y operación del nuevo equipo; así como los costos de instalación, entrenamiento y el

costo del mantenimiento preventivo durante el período de la garantía de funcionamiento. (Ver anexo 8)

A continuación, se presenta las medidas actuales de los cuartos fríos

*Tabla 13. Medidas actuales de cuartos fríos*

*Fuente: El autor*

| <b>LOCALIZACIÓN</b> | <b>Medidas (Alto, Largo, Ancho)</b> | <b>M2</b> | <b>M3</b> |
|---------------------|-------------------------------------|-----------|-----------|
| Cuarto Frio 1       | 3x9x9                               | 81        | 243       |
| Cuarto Frio 2       | 3x9x9                               | 81        | 243       |
| Cuarto Frio 3       | 3x9x9                               | 81        | 243       |
| Cuarto Frio 4       | 3x9x9                               | 81        | 243       |
| Cuarto Frio 5       | 3x9x9,75                            | 87.75     | 263.25    |
| Cuarto Frio 6       | 3x9x9,75                            | 87.75     | 263.25    |
| Subtotal            |                                     | 499.5     | 1498.5    |
| Congelador          | 3x8x5,25                            | 42        | 126       |
| Total               |                                     | 1041      | 1624.5    |

Como se puede observar actualmente se cuenta con 1498.5 m<sup>3</sup> para el almacenaje de los productos de cadena frio, sin embargo, como toda propuesta es necesario proyectar a futuro mayor capacidad de la bodega previendo un aumento exponencial en la demanda de medicamentos.

Por esta razón, se presentan 3 propuesta de diseño que comprende mejorar las capacidades de almacenamiento de acuerdo con la propuesta

Tabla 14: Propuesta 1 Diseño Cuartos Fríos

Fuente: El Autor

Propuesta 1.

| LOCALIZACIÓN  | Medidas (Alto, Largo, Ancho) | M2     | M3      |
|---------------|------------------------------|--------|---------|
| Cuarto Frio 1 | 5x9x35,65                    | 320.85 | 1604.25 |
|               | 5x6,35x32,85                 | 208.6  | 1043    |
|               | 5x9,60x19,68                 | 188.93 | 944.65  |
| Subtotal      |                              | 718.38 | 3591.9  |
| Congelador    | 5x9x6                        | 54     | 270     |
| Total         |                              | 772.38 | 3861.9  |

En esta propuesta pretende realizar el diseño de un solo cuarto de almacenamiento con medidas de 38591.9 M3 permitiendo mejorar la capacidad de almacenamiento en un 140% lo cual, garantiza un adecuado espacio con proyección futura en los próximos 15 años de su utilidad.

A continuación, se muestra cómo una referencia de diseño de la cámara general de almacenaje

Ilustración 16: Referencia de Diseño propuesta 1

Fuente: Catálogo Beirute,2020



Con base en la ilustración 16 la idea de contar con un espacio unificado para todo el almacenamiento permite mayor capacidad y uso de los espacios verticales, así como el uso de estantería para el acomodo más seguro de los productos

Tabla 15: Propuesta 2 Diseño de Cuartos Fríos

Fuente: El autor

#### Propuesta 2

| LOCALIZACIÓN  | Medidas (Alto, Largo, Ancho) | M2    | M3     |
|---------------|------------------------------|-------|--------|
| Cuarto Frio 1 | 5x9x9                        | 81    | 405    |
| Cuarto Frio 2 | 5x9x9                        | 81    | 405    |
| Cuarto Frio 3 | 5x9x9                        | 81    | 405    |
| Cuarto Frio 4 | 5x9x9                        | 81    | 405    |
| Cuarto Frio 5 | 5x9x9,75                     | 87.75 | 438.75 |
| Cuarto Frio 6 | 5x9x9,75                     | 87.75 | 438.75 |
| Subtotal      |                              | 499.5 | 2497.5 |
| Congelador    | 5x8x5,25                     | 42    | 210    |
| Total         |                              | 541.5 | 2707.5 |

Con la siguiente propuesta pretende el rediseño de los 6 cuartos fríos y así aumentar la capacidad por cada uno, de esta manera garantiza un menor riesgos en caso de algún imprevisto, con este rediseño se mejora la capacidad en un 66.70% de la capacidad actual.

*Tabla 16: Propuesta 3 Diseño 2 Cuarto Fríos*

*Fuente: El autor*

**Propuesta 3**

| <b>LOCALIZACIÓN</b> | <b>Medidas (Alto, Largo, Ancho)</b> | <b>M2</b>  | <b>M3</b>   |
|---------------------|-------------------------------------|------------|-------------|
| Cuarto Frio 1       | 5x20x25                             | 500        | 2500        |
| Cuarto Frio 2       | 5x9x15,65                           | 140        | 704         |
| <b>Subtotal</b>     |                                     | <b>640</b> | <b>3204</b> |
| Congelador          | 5x9x6                               | 54         | 270         |
| <b>Total</b>        |                                     | <b>694</b> | <b>3474</b> |

Con esta propuesta se diseña dos cuartos fríos para todo el almacenamiento con la finalidad de definir espacios fijos, rotulados, y mejor manejo del alisto de pedido, así como optimizar los espacios para colocar los pedidos listos.

Con base en las 3 propuestas de diseño se presenta cual es la mejora en capacidad de almacenamiento que permita una decisión por parte de la jefatura.

*Tabla 17: Comparativo de Crecimiento d Propuestas*

*Fuente: El autor*

|              | <b>M3 Actuales</b> | <b>M3 Propuesta</b> | <b>Diferencia</b> | <b>% Crecimiento</b> |
|--------------|--------------------|---------------------|-------------------|----------------------|
| Propuesta 1. | 1498.5             | 3591.9              | 2093.4            | 140.00%              |
| Propuesta 2. | 1498.5             | 2497.5              | 999               | 67.00%               |
| Propuesta 3. | 1498.5             | 3204                | 1705.5            | 113.81%              |

Como se observa las tres propuestas son de mejora en cuanto a capacidad sin embargo la propuesta 1, es la que garantiza mayor capacidad de crecimiento, pero con riesgos por la unificación de equipos y al existir un posible imprevisto no se tendría cámaras de back up para resguardar los inventarios.

#### **5.4 Plantilla para el cálculo EOQ de repuestos**

Como parte de esta propuesta se plantea la incorporación de una plantilla para el cálculo del EOQ y así determinar la cantidad óptima de repuestos a comprar y garantizar la disponibilidad de los artículos para la atención de los mantenimientos preventivos y correctivos que pueden ser atendidos por los técnicos de la Caja

A continuación, se muestra parte de la plantilla utilizada con base en la demanda actual de repuestos.

*Tabla 18 : Plantilla del EOQ repuestos*

Fuente: Elaboración Propia

| CANTIDAD ÓPTIMA DE INVENTARIO   |         |                 |                |       |             |          |       |
|---|---------|-----------------|----------------|-------|-------------|----------|-------|
| Descripción Repuestos   | Demanda | Precio Unitario | Costo          | I     | H           | S        | EOQ   |
| evaporadoras EVC-6-402S-28C   | 2       | ₺ 1,473,650.00  | ₺ 2,947,300.00 | 1.00% | ₺ 14,736.50 | ₺ 100.00 | 0.2   |
| evaporadoras Russell, AE-36-120   | 4       | ₺ 736,825.00    | ₺ 2,947,300.00 | 1.00% | ₺ 7,368.25  | ₺ 100.00 | 0.3   |
| unidad evaporadora marca BOHN de bajo perfil, modelo LET 120BK, capacidad 13,8MBH, 3 ventiladores, 8 aletas por pulgada, con resistencia eléctrica de deshielo incorporadas | 2       | ₺ 1,216,950.00  | ₺ 2,433,900.00 | 1.00% | ₺ 12,169.50 | ₺ 100.00 | 0.2   |
| unidad evaporadora marca BOHN de bajo perfil, modelo  | 2       | ₺ 1,216,950.00  | ₺ 2,433,900.00 | 1.00% | ₺ 12,169.50 | ₺ 100.00 | 0.2   |
| compresor 2EES-2-2DU-OD, sem  | 1       | ₺ 1,761,836.00  | ₺ 1,761,836.00 | 1.00% | ₺ 17,618.36 | ₺ 100.00 | 0.1   |
| cajas de cable #8 AWG THHN  | 12      | ₺ 102,305.00    | ₺ 1,227,660.00 | 1.00% | ₺ 1,023.05  | ₺ 100.00 | 1.5   |
| pies de cortina plástica de PVC a   | 895     | ₺ 1,155.00      | ₺ 1,033,725.00 | 1.00% | ₺ 11.55     | ₺ 100.00 | 124.5 |
| guía especial de piso para puert  | 6       | ₺ 91,615.00     | ₺ 549,690.00   | 1.00% | ₺ 916.15    | ₺ 100.00 | 1.1   |
| contactor 50A, 3 polos,   |         |                 |                |       |             |          |       |

Como se puede observar se calcula la cantidad óptima para cada una de las líneas de repuestos permitiendo conocer cuál es la cantidad optima a comprar

## 5.5 Capacitación INA

En este apartado se proponer fortalecer los conocimientos de los técnicos en mantenimiento que se destacan el Centro de Distribución Especializado en la Uruca, para tal efecto se propone la certificación en el curso denominado “Buenas prácticas de refrigeración y manejo de refrigerantes” el cual permitirá obtener mayores competencias en: (ver anexo 9,11)

- Protocolos de Montreal y Kyoto.
- Procedimientos P.N.U.M.A.
- Interpretación de manuales.
- Procedimientos para la manipulación de refrigerantes:
- Recuperación.

- Limpieza.
- Etiquetado y almacenaje.
- Mantenimiento preventivo y correctivo:
- Limpieza interna del sistema.
- Cambio de filtros deshidratadores.
- Sellado del sistema.
- Procedimiento vacío, dosificación del refrigerante, puesta en marcha, prueba final.
- Uso de equipo, herramientas y materiales.
- Valores éticos y morales.
- Normas de calidad, seguridad, higiene y protección del ambiente.

Para calcular el costo que implica recibir esta certificación se toma como base el salario base actualizado de la Caja Costarricense de Seguro Social, más la antigüedad promedio para el cálculo de la propuesta.

A continuación, se presenta, la matriz del costo para la obtención de la certificación para el 100% de los funcionarios del departamento de mantenimiento.

*Tabla 19: Costo de Capacitación INA*

*Fuente: RRHH CCSSS*

| Capacitación Técnicos de Mantenimiento |                            |                   |              |                    |               |               |             |
|--|----------------------------|-------------------|--------------|--------------------|---------------|---------------|-------------|
| Cantidad Funcionarios                  | Nombre del Puesto          | Cantidad de Horas | Salario Base | Anualidad Promedio | Total Salario | Salario /Hora | Costo       |
| 3                                      | Técnico de Mantenimiento 2 | 50                | ₡459,650.00  | ₡162,780.00        | ₡622,430.00   | ₡2,778.71     | ₡416,805.80 |
| 2                                      | Técnico de Mantenimiento 3 | 50                | ₡467,150.00  | ₡165,480.00        | ₡632,630.00   | ₡2,824.24     | ₡282,424.11 |
| Total                                  |                            |                   |              |                    |               |               | ₡699,229.91 |

Como se muestra en tabla N°13, se toma los salarios del personal más antiguo según la clasificación, esto permite tener un escenario amplio del costo que impacta

a la institución el no contar las 50 horas del personal de mantenimiento, ya que las capacitaciones se recibirán en tiempos laborales. (ver anexo 10)

### **5.6 Costo Beneficio**

Como parte del análisis de la oferta es importante diseñar un estudio de costo beneficio para cada una de las propuestas que permita identificar su impacto económico y beneficio para la institución.

A continuación, se presenta la matriz de análisis de cada una de las propuestas con relación al costo y beneficio obtenido

*Tabla 20: Matriz de análisis Costo Beneficio*

*Fuente: Elaboración Propia*

| Análisis Costo / Beneficio |   |                  |   |                    |
|----------------------------|---|------------------|---|--------------------|
| Propuesta                  | Nombre  | Costo            | Beneficio   | Impacto Económico  |
| 1                          | Procedimiento atención de fallas en los equipos | ₡ 20,000.00      | Contar con los procedimientos estandarizados para la solicitud y gestión de los servicios de mantenimiento permitiendo una mejora en la trazabilidad de la información y, por ende, mejora en la ejecución de los mismos, además, genera una mejor gobernanza en el departamento de mantenimiento. Por otra parte se elimina los tiempos de espera para el prechequeo de los equipos que es aproximadamente 8 horas por falla. lo cual representa al año ₡560000 en salarios de funcionarios o pago de extras, ya que los equipos trabajan 24/7 | ₡ (8,400,000.00)   |
| 2                          | Plan de Inversión Compra de Activos             | ₡ 530,455,384.00 | Garantizar una adecuado control de cadena de frío para los medicamentos almacenados en la bodega durante los próximos 15 años de vida útil de los equipos, además contar con más espacio para estar a la vanguardia en temas de campañas de vacunación, y no poner en riesgo los mas de ₡14.000 (Catorce mil millones de colones) de inventario. y eliminación de aprox 7 fallas anuales con un costo aproximado por atención de ₡ 744949.71, por lo cual para los proximos 15 años no se incurriría en esto costo por ₡ 78219719.99            | ₡ (78,219,719.99)  |
| 3                          | Plantilla Cálculo EOQ                           | ₡ -              | Aplicar un modelo de cantidad óptima en la compra de repuestos, tanto para los servicios de mantenimientos de los cuartos y equipos fríos, como en la aplicación de los demás servicios del departamento de mantenimiento demás servicios del departamento de mantenimiento, de acuerdo a los historicos el gasto para esta gestión promedia los ₡4689904   | ₡ (70,348,560.00)  |
| 4                          | Capacitación INA                                | ₡ 699,229.00     | Ampliar las competencias del personal técnico en temas de refrigeración y cuartos fríos con la finalidad de realizar al 100% los mantenimientos preventivos y correctivos, tanto para los equipos del CDE como a nivel institucional según la demanda requerida. para los equipos del CDE como a nivel institucional según la demanda requerida, de acuerdo a los historicos la institución cancela un promedio de ₡15270960 en contratos de mantenimiento correctivos de equipos a terceros.   | ₡ (229,064,400.00) |
| Totales                    |   | ₡ 531,174,613.00 |   | ₡ (386,032,679.99) |

Cabe mencionar, que la puesta en marcha de esta inversión pretende adquirir al menos 2 equipo por cada año, una vez aprobado la orden de compra, permitiendo a la institución realizar una inversión con gastos parciales.

Se procede a realizar el cálculo del costo beneficio para corroborar si el proyecto es viable

|                   |   |                |
|-------------------|---|----------------|
| Gastos Actuales   | ₡ | 386,032,679.99 |
| Gastos propuestos | ₡ | 719,229.00     |
| Inversión         | ₡ | 530,455,384.00 |
| B/C               |   | 0.7264         |

Como se puede observar el resultado es <1 por lo cual, el proyecto no es viable con el remplazo de los 6 equipos, sin embargo, se propone realizar la puesta en marcha de proyecto con la adquisición del 50% de los equipos para el periodo 2022 y 50% restante para el 2023 por lo cual, disminuirémos el valor de la inversión en 50% para corroborar su viabilidad

|                   |   |                |
|-------------------|---|----------------|
| Gastos Actuales   | ₡ | 386,032,679.99 |
| Gastos propuestos | ₡ | 719,229.00     |
| Inversión         | ₡ | 265,227,692.00 |
| B/C               |   | <b>1.4528</b>  |

Efectivamente con la puesta en marcha de la propuesta con la adquisición del 50% de los equipos el proyecto es viable con relación a su fiabilidad económica y beneficios

## **CAPITULO VI**

### **Conclusiones y Recomendaciones**

#### **6.1 Conclusiones**

En este capítulo se presentan las diferentes conclusiones, producto del trabajo de investigación en el Centro de Distribución Especializado de la Caja Costarricense de Seguro Social, propiamente en las bodegas de productos, concluyendo con algunas recomendaciones para garantizar un adecuado modelo de mantenimiento

para los cuartos fríos, que garanticen la disponibilidad de medicamentos a nivel de la red de servicios de salud.

Para tal efecto se trazan 4 significativas propuestas con la finalidad de mejorar los modelos actuales de mantenimiento que se le brindan a los equipos fríos de la institución.

Las propuestas son:

- Procedimiento atención de fallas en los equipos
- Plan de Inversión Compra de Activos
- Plantilla Cálculo EOQ
- Capacitación INA

Con base en las anteriores propuestas se espera obtener beneficios importantes para la institución como lo es:

- Contar con los procedimientos estandarizados para la solicitud y gestión de los servicios de mantenimiento.
- Garantizar un adecuado control de cadena de frío para los medicamentos almacenados en la bodega durante los próximos 15 años de vida útil de los equipos.
- Contar con más espacio para estar a la vanguardia en temas de campañas de vacunación.
- Generar ahorros significativos con la eliminación de compra de repuestos durante los primeros 5 años de la garantía.

- Aplicar un modelo de cantidad óptima en la compra de repuestos, tanto para los servicios de mantenimientos de los cuartos y equipos fríos, como en la aplicación de los demás servicios del departamento de mantenimiento.
- Se propone la puesta en marcha con la adquisición del 50% de equipos para el 2022 y el restante para el 2023 para que la relación beneficios costo sean atractiva

De esta forma se concluye que las propuestas descritas permiten el cumplimiento del 100% del cuarto objetivo específico: “**Proponer una metodología eficiente para la mejora del servicio de mantenimiento de las bodegas de frigoríficos**”. Permitiendo erradicar el 80% de los problemas actualmente.

Además, con la puesta en marcha de una capacitación más robusta que permita ampliar las competencias del personal técnico en temas de refrigeración y cuartos fríos permite ejecutar un adecuado control y seguimiento con relación a la conservación de los equipos en cuanto a mantenimientos preventivos y correctivos, lo cual permite concluir en un 100% el quinto objetivo específico “**Controlar el seguimiento de la propuesta mediante herramientas de planeación de proyectos**”

## 6.2 Recomendaciones

En este apartado se realiza una serie de recomendaciones para cada una de las causas que no fueron atendidas en el presente trabajo de investigación y que por ende deben trabajarse con la finalidad de mejorar el sistema actual de almacenamiento de medicamentos de cadena de frío.

Por lo tanto, se detalla cada una de ellas con la recomendación del caso

- Inexistencia de Indicadores:

Se les solicita a las jefaturas crear una base de datos donde por medio de un dash board se pueden obtener los indicadores claves para la toma de decisiones con relación a los servicios de mantenimiento

- Supervisión de equipos

Se le recomienda a la jefatura de mantenimiento designar un encargado tipo coordinar que supervise constantemente las tareas realizadas por el personal técnico, y se giren las instrucciones necesarias para corregir alguna falla en el proceso

- Compromiso de los proveedores

Se recomienda para futuros carteles de contratación claridad con los tiempos de atención y porcentual izar las multas por incumplimientos.

- Herramientas Especializadas

Se recomienda realizar un levantamiento del inventario actual de las herramientas del departamento de mantenimiento y realizar un plan de inversión con la compra

de equipo especializado para los mantenimientos preventivos y correctivos de los equipos de refrigeración y cuartos fríos

- Compromiso de la jefatura

Realizar reuniones tipo bisemanal con las jefaturas de bodegas para tratar temas de falla de equipos o mejoras que se puedan ir realizando a los equipos

- Falta de compromiso en capacitarse

Se recomienda realizar una estrategia con el Instituto Nacional de Aprendizaje para realizar capacitaciones de forma planificada y anual con relación a temas diversos de mantenimientos en diferentes áreas según competencias

- Equipos de respaldo

Se recomienda ubicar un espacio libre y acondicionado para ser utilizado de forma de back up en eventuales situaciones de problemas con los equipos

- Equipos a la interperie

Se recomienda instalar una cubierta sencilla a los equipos para conservar más su utilizar y no exponerlos a deterioros por situaciones climáticas

- Tipo de refrigerante

Se les recomienda estar a la vanguardia con el uso de materiales biodegradables o amigables con el medio ambiente que tenga una funcionalidad similar a las utilizadas sin afectación

## Bibliografía

- Administración ALDI CCSS. (2020). *Plan Presupuesto*. San Jose: CCSS.
- Aguilar, E. R. (OCTUBRE de 2005). DISEÑO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PARA EQUIPO. Guatemala.
- Bersback, P. (27 de Octubre de 2009). *The first step of DMAIC – Define*. Recuperado el 20 de Febrero de 2012, de <http://www.sixsigmatrainingconsulting.com/uncategorized/the-first-step-of-dmaic-%E2%80%93-define/>
- Blank Leland, T. A. (2007). *Ingeniería Económica*. Bogotá: Mc Graw Hill.
- Borda Perez, M., Tuesca Molina, R., & Navarro Lechuga, E. (2014). *Métodos cuantitativos Herramientas para al investigación en la salud 4ta Edición*. Barranquilla, Colombia, Colombia: ECOE.
- Chusin, E. O. (2008). *Mantenimiento industrial*. Macas-Ecuador: Chusin.
- Elola, L. N., Pastor Tejedor , A. C., & Mugaburu Lacabrera, J. M. (197). *Gestion Integral del Mantenimiento*. Barcelona: Marcombo s.a.

- Escalona, I. (2007). *Logística, Diseño e estructura de la red logística* . CID Cincias, Economías y Administración.
- Figuera, P. (2006). *Optimización de los productos y procesos industriales* . Barcelona: Gestio 2000.
- Frank M, R. C. (2007). *Método Juran Análisis y planeación de la calidad*. México, D.F.: McGraw-Hill Interamericana.
- García, L. A. (2012). *Indicadores de la Gestión Logística* . Bogota: ECOE.
- Garrido, S. G. (2010). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Albasanz, Madrid: Ediciones Díaz de Santos S.A.
- Gestión de Operaciones*. (s.f.). Recuperado el 12 de 02 de 2020, de <https://www.gestiondeoperaciones.net/tag/diagrama-de-pareto/>
- Pardo Alvarez, J. M. (2012). *Configuración y Uso de los Mapas de Procesos*. España: AENOR.
- Pulido, H. G. (2013). *Calidad Total y Productividad de Seis Sigma*. México, D.F.: Mc Graw-Hill Interamericana.
- Pulido, H. G. (2013). *Calidad Total y Productividad y Seis Sigma -tercera edición-*. Mexico: Mc Graw Hill.
- Sampieri, R. H. (2010). *Metodología de la investigación*. Mexico D.F: MC GRAW HILL.
- Sampieri, R. H. (2014). *Metodología de la investigación* . México : Mac Graw Hill.
- Taha, H. A. (2012). *Investigación de Operaciones* . México: Pearson.
- Terrado, A. A. (2007). *La cadena de suministro*. Buenos Aires: El Cid Editor - Ciencias Económicas y Administrativas.
- Urbina, G. B. (2014). *Introducción a la Ingeniería Industrial*. México: Patria.
- Urrego, M. L. (2013). *Seis Sigma guía didáctica de Pymes*. Colombia: Universidad de ibalque.
- Viveros, P., Stegmaier, R., Kristjanpoller, F., Barbera, L., & Crespo, A. (2013). Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo. *Revista chilena de ingeniería*, 125-138.
- W, N. B. (2009). *Ingeniería Industrial métodos, estándares y diseños* . México: Mac Graw Hill Internacional .

# ANEXOS



## FICHA TECNICA R404A

El R404A es una mezcla ternaria compuesta por R125, R143a y R134a. Sus características termodinámicas lo constituyen como el *sustituto ideal del R502 para el sector de la refrigeración en nuevas instalaciones para bajas y medias temperaturas*. El R404A se caracteriza por su notable estabilidad química y de un bajo deslizamiento de temperatura (Glide), de 0,5°C.

Su principal aplicación son las instalaciones nuevas para bajas y medias temperaturas.

También existe la posibilidad de reconvertir una instalación de R502 a R404A, *eliminando el 95% del aceite mineral o alquilbencénico original, por un aceite polioléster. Es necesario cambiar el filtro secador (recomendable tamiz molecular XH9 y XH7),*

*la válvula de expansión por una de R404A, y sobredimensionar el condensador.*

El R404A es una mezcla de refrigerantes a base de HFC, los cuales no son compatibles con los lubricantes tradicionales que trabajaban con R502. *El único lubricante idóneo para utilizar con el R404A es el aceite polioléster(POE).*

### Toxicidad y almacenamiento:

El R404A es muy poco tóxico incluso con exposiciones prolongadas de tiempo. El AEL (Allowable Exposure Limit) es de 1000 ppm (8 horas, TWA). Los envases del R404A deben almacenarse en lugares frescos y ventilados lejos de fuentes de calor. *Los vapores, en caso de fuga tienden a acumularse a nivel del suelo.*

| PROPIEDADES FISICAS                                  | R404A                |
|--|----------------------|
| Mezcla Ternaria                                      | R125 / R143A / R134A |
| Composición (%)                                      | 44 / 52 / 4          |
| Peso molecular (Kg/Kmol)                             | 97.61                |
| Temperatura ebullición a (1,013 bar) (°C)            | -46.7                |
| Deslizamiento (Glide) (°C)                           | 0.5                  |
| Temperatura crítica (°C)                             | 73                   |
| Presión crítica (bar)                                | 37.35                |
| Densidad crítica (Kg/m <sup>3</sup> )                | 485                  |
| Densidad del líquido (25°C) (Kg/l)                   | 1.05                 |
| Densidad del líquido (-25°C) (Kg/l)                  | 1.24                 |
| Densidad del vapor (Kg/m <sup>3</sup> )              | 5.3                  |
| Tensión del vapor (25°C) (bar)                       | 12.8                 |
| Tensión del vapor (-25°C) (bar)                      | 2.8                  |
| Calor latente de evaporación (KJ/Kg)                 | 199                  |
| Conductibilidad térmica del líquido (25°C) (W/mK)    | 0.064                |
| Conductibilidad térmica del vapor (1,013 bar) (W/mK) | 0.0143               |
| Solubilidad con el agua (25°C) (ppm)                 | 650                  |
| Límite de inflamabilidad (25°C) (% vol)              | Ninguno              |
| Toxicidad (AEL) (ppm)                                | 1000                 |
| ODP  | 0                    |

Anexo 2: Informe de Activos CCSS



Caja Costarricense de Seguro Social  
 Área Contabilidad y Control de Activos y Suministros  
 Sistema Contable de Bienes Muebles

Fecha: 10/12/2020  
 Hora : 2:08:15 PM  
 Page 1 of 1

**Informe de un Activo**

**Datos del Activo**

|                              |                                 |  |
|------------------------------|---------------------------------|--|
| N° Placa                     | : 805650                        | TANGIBLE                               |
| Código Bien                  | : 7 - 45 - 02 - 0300            | CONDENSADOR PARA CUARTO FRÍO           |
| Unidad Ejecutora             | : 1144                          | AREA. DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCION |
| Servicio                     | : 356                           | ADMINISTRACION                         |
| Localización                 | : 59                            | PRODUCTOS CONTROLADOS                  |
| Funcionario Responsable      | : 0 - 105210291                 | JORGE GERARDO RODRIGUEZ SEQUEIRA       |
| Proveedor                    | : 310201                        | MINISTERIO DE SALUD DE COSTA RICA      |
| Proyecto                     | : N/A                           |  |
| Marca                        | : BOHN                          |  |
| Modelo                       | : BDT0501 M6                    |  |
| N° Serie                     | : T14A16189                     |  |
| Fec. Ingreso Inventario      | : 07/07/2014                    |  |
| Fec. Ingreso Unidad-Servicio | : 20/02/2017                    |  |
| Estado Actual                | : EN USO                        |  |
| Fec. Retiro                  | : N/A                           |  |
| Descripción                  | : CONDENSACIÓN PARA CUARTO FRÍO |  |

**Garantía del Fabricante**

|                   |              |                 |                   |
|-------------------|--------------|-----------------|-------------------|
| Periodo           | : 07/07/2014 | Al              | 07/07/2016        |
| Vigencia en Meses | : 24         |                 |                   |
| Vigencia en Días  | : 731        | Días Consumidos | Días por Consumir |
|                   |              | 731             | 0                 |

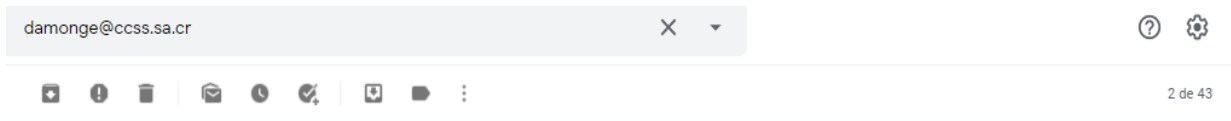
**Datos Financieros**

|                              | <u>Montos Históricos</u> | <u>Montos Revaluados</u> |
|------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Valor Inicial                | : ₡ 7,770,984.23         | ₡ 862,368.98             |
| Depreciación Acumulada       | : ₡ 3,980,447.07         | ₡ 242,367.01             |
| Valor Actual                 | : ₡ 3,790,537.16         | ₡ 620,001.97             |
| <b><u>Cifras Resumen</u></b> |                          |                          |
| Valor Reposición             | : ₡ 8,633,353.21         | En Años : 12.5           |
| Días Depreciados             | : 2339                   | En Meses : 150           |
| Periodos Revaluados          | : 6                      | En Días : 4567           |
| Tasa Depreciación            | : 8 %                    |                          |

Generado por : (UE 1144) - Paola Rodriguez Gonzalez  
 Datos Obtenidos al : 10/12/2020 2:08:07 PM

SCBM\_Activo

### Anexo 3: Solicitud de Información Dep. Mantenimiento CCSS



Buenas tardes Mauricio, le adjunto la información solicitada.

1. Inventario de herramientas.
  - a. Para la atención del mantenimiento de los equipos de refrigeración **no se cuenta con herramientas.**
2. Cuantos contratos cuenta el CDE para el mantenimiento de cuartos fríos .
  - a. Se cuenta con un contrato de mantenimiento preventivo y correctivo, suministro de repuestos y otros para todos los equipos de refrigeración, se adjunta orden de compra.
3. **Si** cuentan con algún indicador de fallas de los equipos.
  - a. Se cuenta con una matriz donde se lleva el control de los pagos por mantenimiento y repuestos, se adjunta. Importante indicar que el tiempo promedio de reparación es de 2 días.
4. Antigüedad de los equipos.
  - a. Los equipos fueron instalados en el año 1999, por lo cual cuentan con una antigüedad de **21 años**
5. Que tipo de refrigerante utilizan para la carga de los equipos.
  - a. El refrigerante que utilizan estos equipos es **R-404a**


Cualquier otra consulta que tenga me avisa.

Ing. Daniel Monge Castillo

<image001.png> Área Almacenamiento y Distribución  
Dirección Aprovechamiento Bienes y Servicios  
Teléfono: 2217-3114  
Correo: [damonge@ccss.sa.cr](mailto:damonge@ccss.sa.cr)



Anexo 5: Informe Mayor de Presupuesto del área

|  Caja Costarricense de Seguro Social<br>Dirección de Presupuesto<br>Control de Presupuesto |                  | Fecha: 07/01/2021<br>Hora: 09:47:28AM<br>Página: 3<br>Sisp_Mayor_Aux_Presupuesto.rpt |                       |                       |                 |                       |              |                      |
|---|------------------|--|-----------------------|-----------------------|-----------------|-----------------------|--------------|----------------------|
| Régimen Enfermedad y Maternidad<br>Informe del Mayor Auxiliar de Asignaciones Presupuestarias al 31 de Diciembre del 2020   |                  |  |                       |                       |                 |                       |              |                      |
| Unidad Ejecutora: 1144 AREA. DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCION   |                  |  |                       |                       |                 |                       |              |                      |
| Partida   | Descripción      | Asignación Original  | Asignación Modificada | Total Asignación      | Reserva Crédito | Gasto                 | % Ejecución  | Saldo Disponible     |
| <b>220 MAT Y SUMIN</b>  |                  |  |                       |                       |                 |                       |              |                      |
| 2201  | COMBUS.MAQ.EQUI  | 800,000.00   | 0.00                  | 800,000.00            | 0.00            | 5,000.00              | 0.63         | 795,000.00           |
| 2205  | OTROS PROD. QUIM | 3,000,000.00   | 1,000,000.00          | 4,000,000.00          | 0.00            | 3,917,120.00          | 98.93        | 42,880.00            |
| 2206  | TINTAS.PINT-DIL  | 6,000,000.00   | -2,000,000.00         | 4,000,000.00          | 0.00            | 2,534,897.65          | 63.37        | 1,465,102.35         |
| 2207  | TEXTILES Y VEST  | 20,000,000.00  | 0.00                  | 20,000,000.00         | 0.00            | 19,056,051.36         | 95.28        | 943,948.64           |
| 2209  | LLANTAS Y NEUMA  | 9,000,000.00   | -5,000,000.00         | 4,000,000.00          | 0.00            | 2,289,947.00          | 57.25        | 1,710,053.00         |
| 2210  | PRODUCTOS PAPEL  | 8,000,000.00   | 6,000,000.00          | 14,000,000.00         | 0.00            | 11,952,385.98         | 85.37        | 2,047,614.02         |
| 2211  | IMPRESOS Y OTRO  | 500,000.00   | 0.00                  | 500,000.00            | 0.00            | 454,275.00            | 90.86        | 45,725.00            |
| 2212  | MAT. PROD. META  | 1,000,000.00   | 0.00                  | 1,000,000.00          | 0.00            | 786,740.00            | 78.67        | 213,260.00           |
| 2214  | MADERA Y DERIVA  | 400,000.00   | 0.00                  | 400,000.00            | 0.00            | 8,765.00              | 2.19         | 391,235.00           |
| 2215  | OTROS MAT CONST  | 600,000.00   | 0.00                  | 600,000.00            | 0.00            | 508,070.00            | 84.68        | 91,930.00            |
| 2216  | MAT PRO ELC TEL  | 3,000,000.00   | 0.00                  | 3,000,000.00          | 0.00            | 2,777,645.00          | 92.59        | 222,355.00           |
| 2217  | INSTRUMENT. Y H  | 600,000.00   | 0.00                  | 600,000.00            | 0.00            | 592,515.00            | 98.75        | 7,485.00             |
| 2218  | MAT PROD VIDRIO  | 500,000.00   | 0.00                  | 500,000.00            | 0.00            | 0.00                  | 0.00         | 500,000.00           |
| 2219  | INSTRUM.MEDICO   | 250,000.00   | 0.00                  | 250,000.00            | 0.00            | 0.00                  | 0.00         | 250,000.00           |
| 2220  | MAT PROD PLAST   | 400,000.00   | 0.00                  | 400,000.00            | 0.00            | 377,910.00            | 94.48        | 22,090.00            |
| 2221  | REP.EQUIPO DE T  | 30,000,000.00  | 9,000,000.00          | 39,000,000.00         | 0.00            | 30,169,318.67         | 77.36        | 8,830,681.33         |
| 2223  | OTROS REPUESTOS  | 25,000,000.00  | 0.00                  | 25,000,000.00         | 0.00            | 20,228,333.83         | 80.91        | 4,771,666.17         |
| 2225  | UTILES Y MATER.  | 2,500,000.00   | 0.00                  | 2,500,000.00          | 0.00            | 2,472,737.90          | 98.91        | 27,262.10            |
| 2227  | UTILES Y MAT. D  | 100,000.00   | 0.00                  | 100,000.00            | 0.00            | 0.00                  | 0.00         | 100,000.00           |
| 2228  | UTIL.MAT.RESG.S  | 7,000,000.00   | 0.00                  | 7,000,000.00          | 0.00            | 6,946,091.00          | 99.23        | 53,909.00            |
| 2233  | OTROS UTILES Y   | 11,000,000.00  | 1,000,000.00          | 12,000,000.00         | 0.00            | 9,232,960.00          | 76.94        | 2,767,040.00         |
| 2241  | COMBUST.EQUIP.T  | 100,000,000.00   | -10,000,000.00        | 90,000,000.00         | 0.00            | 84,119,573.80         | 93.47        | 5,880,426.20         |
| 2243  | LUBRIC.GRASA EQ  | 3,000,000.00   | 400,000.00            | 3,400,000.00          | 0.00            | 3,183,290.00          | 93.63        | 216,710.00           |
| <b>Subtotal</b>   |                  | <b>232,650,000.00</b>  | <b>400,000.00</b>     | <b>233,050,000.00</b> | <b>0.00</b>     | <b>201,653,627.19</b> | <b>86.53</b> | <b>31,396,372.81</b> |

Anexo 6: Descripción de los repuestos

| Descripción Repuestos   | Costo       |
|---|-------------|
| lamparas para congelador, con sellos de hule                    | ₡35,900.00  |
| relay de retardo de tiempo                                      | ₡16,300.00  |
| roles 6203  | ₡13,500.00  |
| cilindro refrigerante R-410A, 24 libras                         | ₡99,900.00  |
| carga de nitrógeno pequeño                                      | ₡31,200.00  |
| timer de descongelación industrial 220 voltios, 40 amperios     | ₡85,000.00  |
| motor 1/6 HP monofásico 208V,1075 RPM pagado con 45 #725        | ₡79,595.00  |
| capacitor de 5UF en 370 VAC pagado con 45 #72579 del 05-10-     | ₡7,500.00   |
| motor 1/6 HP monofásico 220V,1050 RPM pagado con 45 #367        | ₡147,000.00 |
| carga de nitrógeno, pagado con 45 #469052 del 17-5-10 CD006     | ₡26,500.00  |
| timer de descongelación industrial 220 voltios, cancelado con 4 | ₡69,800.00  |
| contactor 2 X 30 amperios bobina 220 voltios                    | ₡14,795.00  |
| cañuelas 1 3/8 X 3/4  | ₡87,500.00  |
| metro de lamina de rubatex 1"                                   | ₡20,900.00  |
| galón espuma poliuretano componente A o B                       | ₡19,800.00  |
| tubos de sellado Duretán  | ₡17,700.00  |
| motor AO Smith #351 monofásico, 115-220 voltios, 1500RPM d      | ₡89,500.00  |
| carga de nitrógeno pagado con 45 #( no se ve numero) del 09-8   | ₡28,500.00  |
| presostato de alta presión tipo ajustable; pagado con 45 # 63   | ₡47,200.00  |
| galones de pintura Fast Dry gris                                | ₡58,725.00  |
| litros de diluyente   | ₡3,780.00   |
| galón de pintura Fastyl gris                                    | ₡21,735.00  |
| cañuelas 1 1/8" X3/4" armacel                                   | ₡80,000.00  |
| galón de pegamento de contacto                                  | ₡12,285.00  |
| rollos de cinta rubatex   | ₡7,000.00   |

*Anexo 7: Aprobación de Manual de Procedimiento propuesto*

From: Daniel Monge Castillo <[damonge@ccss.sa.cr](mailto:damonge@ccss.sa.cr)>  
Date: 10 February 2021 at 8:15:18 AM GMT-6  
To: mauricio monte negro <[mauricio\\_mr10@hotmail.com](mailto:mauricio_mr10@hotmail.com)>  
Subject: MANUAL PROCEDIMIENTO EQUIPOS Y SISTEMAS CDE

Buenos días Mauricio, favor realizar las correcciones en amarillo y me indica como lo firmo si digital o impreso?

Saludos.



Ing. Daniel Monge Castillo  
Área Almacenamiento y Distribución  
Dirección Aprovechamiento Bienes y Servicios  
Teléfono: 2247-2444

*Anexo 8: Cotización de Equipos Beirute*

 **jgarcia@beirute.c...** 11:04 AM  
To: mauricio monte negro >

**Re: Cotización.**

Buenos días, necesito los siguientes datos, dimensiones, largo ancho alto, distancia entre evaporador y condensador, tipo de puerta, cantidad de producto, temperatura de entrada y temperatura de operación del cuarto, quedó atento, saludos

Enviado desde mi HUAWEI P30 lite

----- Mensaje original -----  
De: mauricio monte negro  
<[mauricio\\_mr10@hotmail.com](mailto:mauricio_mr10@hotmail.com)>  
Fecha: mar., 9 feb. 2021 11:26 a. m.  
Para: [jgarcia@beirute.com](mailto:jgarcia@beirute.com)



Instituto  
Nacional de  
Aprendizaje

UNIDAD DE CERTIFICACIÓN  
Telef: 2210-62-63 o 2210-62-41  
FAX 2210-65-21  
certificación@ina.ac.cr

**CONTENIDOS A EVALUAR EN LA PRUEBA DE  
BUENAS PRACTICAS DE REFRIGERACION Y MANEJO DE  
REFRIGERANTES**

- Protocolos de Montreal y Kyoto.
- Procedimientos P.N.U.M.A.
- Interpretación de manuales.
- Procedimientos para la manipulación de refrigerantes:
  - Recuperación.
  - Limpieza.
  - Etiquetado y almacenaje.
- Mantenimiento preventivo y correctivo:
  - Limpieza interna del sistema.
  - Cambio de filtros deshidratadores.
  - Sellado del sistema.
- Procedimiento vacío, dosificación del refrigerante, puesta en marcha, prueba final.
- Uso de equipo, herramientas y materiales.
- Valores éticos y morales.
- Normas de calidad, seguridad, higiene y protección del ambiente.

Anexo 10: Índice salarial CCSS



CAJA COSTARRICENSE DE SEGURO SOCIAL  
 Dirección Administración y Gestión de Personal  
 Área, Diseño Administración de Puestos y Salarios  
 Subárea Diseño y Valoración de Puestos

**ÍNDICE SALARIAL EMPLEADOS DE LA CCSS**  
 Aumento general de salarios de ₡3.750,00, Decreto Ejecutivo N° 41972-MTSS-MIDEPLAN-H  
 Rige a partir del 01 de Julio de 2019

| Nombre del puesto                            | Clave | Ley Fortalecimiento Finanzas Públicas,<br>N° 9635, rige 04 dic 2018 |                    |                      | Salario Base II<br>semestre 2019 |
|--|-------|---|--------------------|----------------------|----------------------------------|
|  |       | Salario Base II<br>semestre 2018                                    | Anualidad          |                      |                                  |
|  |       |   | Antes de la<br>Ley | Después<br>de la Ley |                                  |
| <b>1.21 MANTENIMIENTO</b>                    |       |   |                    |                      |                                  |
| Jefe Gestión de Ingeniería y Mantenimiento 1 | 737   | 803.150   | 19.305             | 15.581               | 810.650                          |
| Jefe Gestión de Ingeniería y Mantenimiento 2 | 738   | 819.650   | 19.554             | 15.901               | 827.150                          |
| Jefe Gestión de Ingeniería y Mantenimiento 3 | 739   | 836.150   | 19.838             | 16.221               | 843.650                          |
| Jefe Regional Ingeniería y Mantenimiento     | 740   | 836.150   | 19.838             | 16.221               | 843.650                          |
| Asistente de Mantenimiento                   | 750   | 423.650   | 12.710             | 10.761               | 431.150                          |
| Técnico en Mantenimiento 1                   | 752   | 438.150   | 13.145             | 11.129               | 445.650                          |
| Técnico en Mantenimiento 2                   | 753   | 452.150   | 13.565             | 11.485               | 459.650                          |
| Técnico en Mantenimiento 3                   | 754   | 459.650   | 13.790             | 11.675               | 467.150                          |
| Técnico en Equipo Médico Hospitalario 1      | 756   | 459.650   | 13.790             | 11.675               | 467.150                          |
| Técnico en Equipo Médico Hospitalario 2      | 757   | 471.150   | 14.135             | 11.967               | 478.650                          |
| Técnico en Equipo Producción Industrial      | 758   | 471.150   | 14.135             | 11.967               | 478.650                          |
| Técnico en Equipo Médico Hospitalario 3      | 759   | 486.150   | 14.585             | 12.348               | 493.650                          |
| Diplomado en Equipo Médico Hospitalario      | 760   | 496.650   | 14.900             | 12.615               | 504.150                          |
| Supervisor de Mantenimiento                  | 765   | 505.650   | 15.170             | 12.844               | 513.150                          |
| Jefe de Mantenimiento 1                      | 767   | 525.150   | 15.755             | 13.339               | 532.650                          |
| Jefe de Mantenimiento 2                      | 768   | 550.650   | 16.520             | 13.987               | 558.150                          |

Anexo 11: Vista al CDE, Uruca



Anexo 12: Capacitación INA horas de curso

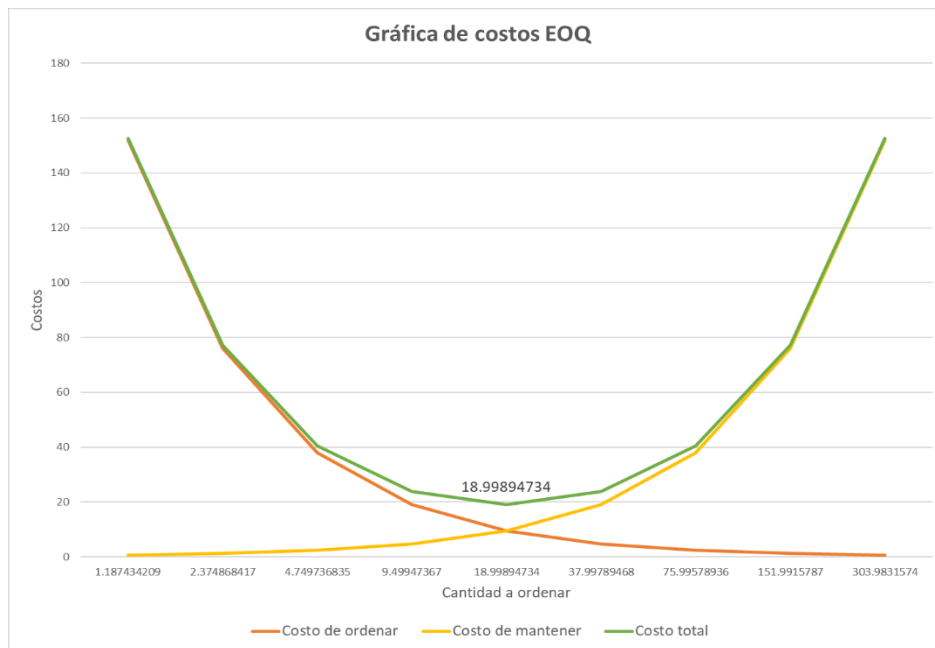
FORMACIÓN DE INTERÉS    SERVICIOS ESTUDIANTILES    SERVICIOS EMPRESARIALES    

El sector de Telecomunicaciones y Telemática se especializa en la unión de las tecnologías derivadas de la electrónica para resolver problemas asociados con el manejo electrónico de datos de los sistemas de información, cubriendo actividades como radio, televisión, telefonía, transmisión de datos e interconexión de computadoras.

Programas Formación    **Capacitación**    Pruebas Certificación

| ID | Nombre Módulos  | Total Horas |
|----|---|-------------|
| 1  | Aplicación de las buenas prácticas en sistemas RAC          | 25          |
| 2  | Buenas prácticas de refrigeración y manejo de refrigerantes | 50          |
| 3  | Operador de sistemas de refrigeración con amoniaco          | 176         |
| 4  | Monitoreo y desinfección de contenedores refrigerados       | 37          |

Anexo 13: EOQ compra de repuestos



*Anexo 14: Ficha Técnica de los Equipos*



**EFM**  
EVAPORADOR DE AR FORÇADO MÉDIO PERFIL  
EVAPORADOR DE AIRE FORZADO DE MEDIO PERFIL  
MEDIUM PROFILE FORCED AIR EVAPORATOR

**ELGIN**

Nomenclatura

| EFM                  | 108    | C  | 4                            | 1         | A          |
|----------------------|--------|--|------------------------------|-----------|------------|
| Protección/Protector | Modelo | Familia/Protector  | RT                           | Velocidad | Ventilador |
| EFM - Motor          | Modelo | A - 220V/60Hz-60Hz<br>B - 220V/50Hz-60Hz<br>C - 200V/50-60Hz | 4 aletas por pulgada/pulgada | 1         | A          |
|                      |        |  | 8 aletas por pulgada/pulgada | 2         |            |
| EFM - Motor Síncron  | Modelo | A - 220V/60Hz-60Hz<br>B - 220V/50Hz-60Hz<br>C - 200V/50-60Hz |                              | 3         |            |
|                      |        |  |                              | 4         |            |
|                      |        |  |                              | 5         |            |

ATENCIÓN: Ficheros de Resistencia Térmica o Ligero Protector Térmico de motor.  
Atención: Clave de resistencia térmica y conexión al protector térmico del motor.

Capacidad DT\* - 60 Hz / Capacidad DT - 60 Hz

4 aletas por pulgada / 4 aletas por pulgada

(Para 50 Hz multiplicar por 0,87)

| DT               | Capacidad Kcal/h-°C u-°C                             |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | Datos del Ventilador/Características del Ventilador |                              |                      |    |
|------------------|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---|------------------------------|----------------------|----|
|                  | Temperatura de Separación/ Temperatura de Separación |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | Velocidad (m/s)                                     | Número de revoluciones (rpm) | Flujo de aire (m³/s) |    |
|                  | 50°C   | 0°C    | 0°C    | -10°C  | -10°C  | -20°C  | -20°C  | -30°C  | -30°C  | -40°C  | -40°C  |   |                              |                      |    |
| DTM108<br>DTM108 | 4,324  | 2,922  | 2,582  | 2,179  | 2,073  | 2,261  | 2,043  | 2,707  | 2,581  | 2,454  | 2,184  | 4107  | 1                            | 400                  | 20 |
| DTM178<br>DTM178 | 5,607  | 3,754  | 3,409  | 2,840  | 2,698  | 2,876  | 2,632  | 3,352  | 3,202  | 2,943  | 2,608  | 5546  | 2                            | 400                  | 20 |
| DTM228<br>DTM228 | 7,208  | 4,712  | 4,266  | 3,586  | 3,414  | 3,578  | 3,288  | 4,076  | 3,862  | 3,585  | 3,202  | 7215  | 2                            | 400                  | 20 |
| DTM270<br>DTM270 | 9,207  | 6,041  | 5,595  | 4,746  | 4,545  | 4,735  | 4,414  | 5,356  | 5,093  | 4,768  | 4,346  | 9219  | 3                            | 400                  | 20 |
| DTM325<br>DTM325 | 11,776   | 7,782  | 7,236  | 6,167  | 5,936  | 6,166  | 5,805  | 6,914  | 6,593  | 6,236  | 5,768  | 12022   | 3                            | 400                  | 20 |
| DTM400<br>DTM400 | 15,956   | 10,387 | 9,741  | 8,372  | 8,101  | 8,371  | 7,960  | 9,217  | 8,856  | 8,499  | 8,001  | 16029   | 4                            | 400                  | 20 |
| DTM475<br>DTM475 | 19,829   | 13,085 | 12,339 | 10,660 | 10,349 | 10,660 | 10,199 | 11,704 | 11,293 | 10,882 | 10,344 | 19025   | 4                            | 400                  | 20 |
| DTM572<br>DTM572 | 26,077   | 17,400 | 16,554 | 14,444 | 14,083 | 14,444 | 13,922 | 15,618 | 15,157 | 14,746 | 14,168 | 25020   | 5                            | 400                  | 20 |

Capacidad DTML - 60 Hz / Capacidad DTML - 60 Hz

4 aletas por pulgada / 4 aletas por pulgada

(Para 50 Hz multiplicar por 0,87)

| DTML               | Capacidad Kcal/h-°C u-°C                             |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | Datos del Ventilador/Características del Ventilador |                              |                      |    |
|--------------------|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---|------------------------------|----------------------|----|
|                    | Temperatura de Separación/ Temperatura de Separación |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | Velocidad (m/s)                                     | Número de revoluciones (rpm) | Flujo de aire (m³/s) |    |
|                    | 50°C   | 0°C    | 0°C    | -10°C  | -10°C  | -20°C  | -20°C  | -30°C  | -30°C  | -40°C  | -40°C  |   |                              |                      |    |
| DTML108<br>DTML108 | 5,326  | 3,552  | 3,212  | 2,709  | 2,603  | 2,791  | 2,573  | 3,207  | 3,081  | 2,954  | 2,684  | 4107  | 1                            | 400                  | 20 |
| DTML178<br>DTML178 | 6,728  | 4,508  | 4,163  | 3,594  | 3,452  | 3,616  | 3,372  | 3,996  | 3,746  | 3,487  | 3,122  | 5546  | 2                            | 400                  | 20 |
| DTML228<br>DTML228 | 8,628  | 5,608  | 5,162  | 4,382  | 4,210  | 4,374  | 4,130  | 4,754  | 4,504  | 4,245  | 3,880  | 7215  | 2                            | 400                  | 20 |
| DTML270<br>DTML270 | 10,928   | 7,108  | 6,662  | 5,692  | 5,520  | 5,684  | 5,440  | 6,064  | 5,814  | 5,555  | 5,190  | 9219  | 3                            | 400                  | 20 |
| DTML325<br>DTML325 | 13,928   | 9,108  | 8,662  | 7,392  | 7,220  | 7,384  | 7,140  | 7,764  | 7,514  | 7,255  | 6,890  | 12022   | 3                            | 400                  | 20 |
| DTML400<br>DTML400 | 18,428   | 12,108 | 11,662 | 10,092 | 9,920  | 10,084 | 9,840  | 10,464 | 10,214 | 9,955  | 9,590  | 16029   | 4                            | 400                  | 20 |
| DTML475<br>DTML475 | 23,428   | 15,608 | 15,162 | 13,192 | 13,020 | 13,184 | 12,940 | 13,564 | 13,314 | 13,055 | 12,690 | 19025   | 4                            | 400                  | 20 |
| DTML572<br>DTML572 | 30,428   | 20,108 | 19,662 | 17,192 | 17,020 | 17,184 | 16,940 | 17,564 | 17,314 | 17,055 | 16,690 | 25020   | 5                            | 400                  | 20 |

Capacidad DT\* - 60 Hz / Capacidad DT - 60 Hz  
6 aletas por polegada / 6 aletas por polegada

(Para 50 Hz multiplique por 0,87)

| DT               | Capacidades Kcal/h-C° = 0°                    |        |        |        |        |        |        |        |        |        | Datos de los Motores/Características |                 |                |                    |    |
|------------------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------------------------------------|-----------------|----------------|--------------------|----|
|                  | Temperatura de Entrada/ Temperatura de Salida |        |        |        |        |        |        |        |        |        | Velocidad (RPM)                      | Número de polos | Eficiencia (%) | Factor de potencia |    |
|                  | 90°   | 0°     | 0°     | -10°   | -10°   | -20°   | -20°   | -30°   | -30°   | -40°   |                                      |                 |                |                    |    |
| DTMA03<br>DTMG03 | 4.115   | 2.913  | 2.704  | 2.211  | 2.262  | 2.264  | 2.275  | 2.730  | 2.703  | 2.475  | 2.205                                | 4.100           | 1              | 400                | 20 |
| DTMA01<br>DTMG01 | 5.832   | 4.885  | 4.664  | 4.463  | 4.262  | 4.140  | 3.870  | 3.870  | 3.751  | 3.438  | 3.048                                | 3.802           | 1              | 400                | 20 |
| DTMA05<br>DTMG05 | 7.254   | 7.358  | 5.077  | 5.022  | 5.827  | 5.810  | 5.405  | 5.243  | 5.062  | 4.859  | 4.140                                | 3.217           | 2              | 400                | 20 |
| DTMA30<br>DTMG30 | 9.490   | 9.218  | 8.540  | 8.259  | 7.378  | 7.368  | 7.394  | 7.178  | 6.262  | 6.278  | 5.854                                | 7.804           | 2              | 400                | 20 |
| DTMA25<br>DTMG25 | 11.540  | 10.970 | 10.400 | 9.840  | 9.302  | 9.107  | 8.821  | 8.582  | 8.282  | 7.599  | 6.708                                | 12.326          | 3              | 400                | 20 |
| DTMA01<br>DTMG01 | 14.240  | 13.530 | 12.820 | 12.268 | 11.808 | 11.523 | 11.091 | 10.767 | 10.480 | 9.987  | 9.497                                | 11.737          | 3              | 400                | 20 |
| DTMA04<br>DTMG04 | 16.140  | 15.226 | 14.526 | 13.854 | 12.108 | 12.712 | 12.227 | 11.850 | 11.523 | 10.540 | 9.272                                | 15.012          | 4              | 400                | 20 |
| DTMA02<br>DTMG02 | 18.040  | 18.047 | 17.086 | 16.518 | 15.845 | 15.270 | 14.730 | 14.256 | 13.824 | 12.745 | 11.329                               | 13.940          | 4              | 400                | 20 |
| DTMA70<br>DTMG70 | 22.475  | 21.232 | 20.220 | 19.590 | 19.215 | 18.222 | 17.642 | 17.142 | 16.554 | 15.109 | 13.512                               | 18.282          | 5              | 400                | 20 |

Capacidad DTML - 60 Hz / Capacidad DTML - 60 Hz  
6 aletas por polegada / 6 aletas por polegada

(Para 50 Hz multiplique por 0,87)

| DTML             | Capacidades Kcal/h-C° = 0°                    |        |        |        |        |        |        |        |        |        | Datos de los Motores/Características |                 |                |                    |    |
|------------------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------------------------------------|-----------------|----------------|--------------------|----|
|                  | Temperatura de Entrada/ Temperatura de Salida |        |        |        |        |        |        |        |        |        | Velocidad (RPM)                      | Número de polos | Eficiencia (%) | Factor de potencia |    |
|                  | 90°   | 0°     | 0°     | -10°   | -10°   | -20°   | -20°   | -30°   | -30°   | -40°   |                                      |                 |                |                    |    |
| DTML03<br>DTML03 | 5.190   | 5.253  | 4.920  | 4.580  | 4.510  | 4.450  | 4.320  | 4.280  | 4.100  | 3.870  | 4.100                                | 1               | 400            | 20                 |    |
| DTML01<br>DTML01 | 5.720   | 5.540  | 5.500  | 5.280  | 5.230  | 5.200  | 5.180  | 5.120  | 4.810  | 4.820  | 3.802                                | 1               | 400            | 20                 |    |
| DTML05<br>DTML05 | 10.800  | 9.750  | 8.480  | 8.820  | 8.710  | 8.590  | 8.450  | 8.280  | 7.820  | 7.420  | 3.217                                | 2               | 400            | 20                 |    |
| DTML30<br>DTML30 | 11.820  | 10.910 | 10.520 | 10.240 | 10.220 | 10.820 | 9.890  | 9.760  | 9.260  | 8.820  | 7.804                                | 2               | 400            | 20                 |    |
| DTML25<br>DTML25 | 15.850  | 14.670 | 14.280 | 13.820 | 12.720 | 12.520 | 12.280 | 12.220 | 12.510 | 11.740 | 12.326                               | 3               | 400            | 20                 |    |
| DTML01<br>DTML01 | 16.820  | 16.210 | 15.780 | 15.510 | 15.220 | 15.140 | 14.950 | 14.820 | 14.780 | 14.890 | 12.258                               | 11.737          | 3              | 400                | 20 |
| DTML04<br>DTML04 | 20.820  | 19.510 | 18.980 | 18.420 | 18.220 | 17.920 | 17.730 | 17.550 | 17.260 | 16.520 | 15.020                               | 15.012          | 4              | 400                | 20 |
| DTML02<br>DTML02 | 21.420  | 20.950 | 20.280 | 20.240 | 19.820 | 19.580 | 19.240 | 19.180 | 19.320 | 19.220 | 17.170                               | 13.940          | 4              | 400                | 20 |
| DTML70<br>DTML70 | 25.510  | 24.680 | 24.220 | 23.840 | 23.820 | 23.220 | 23.040 | 22.850 | 22.850 | 21.720 | 20.470                               | 18.282          | 5              | 400                | 20 |

\* DTML:   
 1. 0° = temperatura ambiente - temperatura de evaporación   
 2. capacidades en toneladas de refrigeración (TR) y en kW. Para capacidades en BTU/h, multiplique por 3,5   
 3. capacidades en kW   
 4. Para el caso de motores en canales de 1,6m de ancho, 1,6% reducción a las capacidades y 1,6% de eficiencia

DTML:   
 1. 0° = temperatura ambiente - temperatura de evaporación   
 2. capacidades en toneladas de refrigeración (TR) y en kW. Para capacidades en BTU/h, multiplique por 3,5   
 3. capacidades en kW   
 4. Para el caso de motores en canales de 1,6m de ancho, 1,6% reducción a las capacidades y 1,6% de eficiencia

Dados dos Motores e Resistências\* - *Datos de los Motores y Resistencias*

| Velocidade | Potência /<br>Potencia<br>(CV/kW) | Motor                           |           |           |           | Rendimento /<br>Rendimiento<br>(%) | Resistências/Resistencia para velocidade 2000 RPM |         |         |                           |            |
|------------|-----------------------------------|---------------------------------|-----------|-----------|-----------|------------------------------------|---|---------|---------|---------------------------|------------|
|            |                                   | Corrente (A) /<br>Corriente (A) |           |           |           |                                    | Corrente (A) / Corriente (A)                      |         |         | Carga Motor / Carga Motor |            |
|            |                                   | 220V - 3F                       | 220V - 2F | 240V - 3F | 440V - 3F |                                    | 220V-3F   | 360V-3F | 440V-3F | Des de la                 | Superficie |
| 1          | 271                               | 1,2                             | 1,1       | 2,7       | 0,8       | 275                                | 7,2   | 4,2     | 2,8     | 1                         | 4          |
| 2          | 342                               | 2,6                             | 2,2       | 5,0       | 1,1       | 335                                | 14  | 8,1     | 7       | 1                         | 4          |
| 3          | 412                               | 3,9                             | 3,2       | 7,0       | 1,7       | 395                                | 20,0  | 11,8    | 10,2    | 1                         | 4          |
| 4          | 484                               | 5,2                             | 4,4       | 9,5       | 2,2       | 455                                | 26,8  | 15,5    | 14,4    | 1                         | 4          |
| 5          | 555                               | 6,5                             | 5,5       | 12,0      | 2,8       | 515                                | 33,4  | 19,8    | 18,2    | 1                         | 4          |

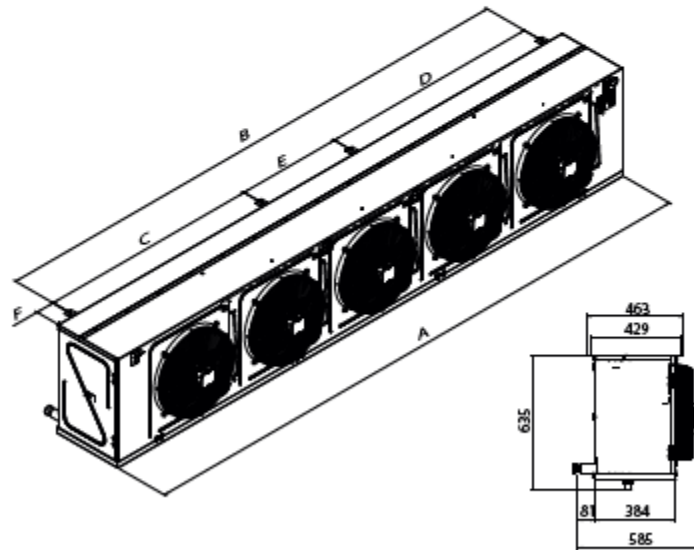
ATENÇÃO: Fazer teste de Resistência Trifásica ou Ligar o Protetor Térmico de motor.  
Atenção: Chave de resistência trifásica e conectar o protetor térmico do motor.

Dados físicos - *Datos físicos*

| Modelo                       | Linha/Linea |           | Espalhar de Eixo em /<br>Distancia Eje | Drum  | Peso (kg)           |      | Carga de<br>Subjección (kg) |
|------------------------------|-------------|-----------|--|-------|---------------------|------|-----------------------------|
|                              | Ligado      | Seco/Seco |  |       | Líquido/<br>Líquido | Óleo |                             |
| 6 eixos por polegada/pulgada |             |           |  |       |                     |      |                             |
| CFMA108<br>CFM108            | 92          | 70        | 1A                                     | 1 BDP | 25                  | 46   | 1,2                         |
| CFMA178<br>CFM178            | 70          | 110       | 1A                                     | 1 BDP | 40                  | 80   | 1,8                         |
| CFMA238<br>CFM238            | 110         | 150       | 1A                                     | 1 BDP | 44                  | 70   | 2,4                         |
| CFMA270<br>CFM270            | 110         | 150       | 1A                                     | 1 BDP | 55                  | 80   | 2,8                         |
| CFMA385<br>CFM385            | 110         | 150       | 1A                                     | 1 BDP | 80                  | 80   | 3,5                         |
| CFMA480<br>CFM480            | 110         | 150       | 1A                                     | 1 BDP | 82                  | 124  | 5,2                         |
| CFMA675<br>CFM675            | 110         | 150       | 1A                                     | 1 BDP | 94                  | 125  | 8,5                         |
| CFMA872<br>CFM872            | 110         | 150       | 1A                                     | 1 BDP | 102                 | 167  | 9,8                         |
| 6 eixos por polegada/pulgada |             |           |  |       |                     |      |                             |
| CFMA108<br>CFM108            | 92          | 70        | 1A                                     | 1 BDP | 23                  | 44   | 0,9                         |
| CFMA151<br>CFM151            | 92          | 70        | 1A                                     | 1 BDP | 26                  | 47   | 1,2                         |
| CFMA205<br>CFM205            | 70          | 110       | 1A                                     | 1 BDP | 41                  | 70   | 1,8                         |
| CFMA300<br>CFM300            | 110         | 150       | 1A                                     | 1 BDP | 45                  | 74   | 2,4                         |
| CFMA335<br>CFM335            | 110         | 150       | 1A                                     | 1 BDP | 50                  | 80   | 2,8                         |
| CFMA421<br>CFM421            | 110         | 150       | 1A                                     | 1 BDP | 85                  | 100  | 3,5                         |
| CFMA494<br>CFM494            | 110         | 150       | 1A                                     | 1 BDP | 84                  | 126  | 5,0                         |
| CFMA512<br>CFM512            | 110         | 150       | 1A                                     | 1 BDP | 87                  | 138  | 8,5                         |
| CFMA678<br>CFM678            | 110         | 150       | 1A                                     | 1 BDP | 112                 | 170  | 9,8                         |

Dados Dimensionais/Datos Dimensionales

| Ventilador | Modelo-6 Aletas por Poligada/Pulgada | Modelo-4 Aletas por Poligada/Pulgada | Dimensiones/Dimensiones (mm) |      |      |      |     |     | Entero lado        |               |        |
|------------|--------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|------|------|------|-----|-----|--------------------|---------------|--------|
|            |                                      |                                      | A                            | B    | C    | D    | E   | F   | Con pines/Longitud | La gura/Ancho | Altura |
| 1          | CFMA109                              | -                                    | 908                          | 625  | -    | -    | -   | 300 | 1948               | 721           | 840    |
| 1          | CFMC108                              | -                                    | 908                          | 625  | -    | -    | -   | 300 | 1948               | 721           | 840    |
| 1          | CFMA151                              | CFMA188                              | 908                          | 625  | -    | -    | -   | 300 | 1948               | 721           | 840    |
| 1          | CFMC151                              | CFMC188                              | 908                          | 625  | -    | -    | -   | 300 | 1948               | 721           | 840    |
| 2          | CFMA205                              | CFMA178                              | 1550                         | 1242 | -    | -    | -   | 300 | 1688               | 721           | 840    |
| 2          | CFMC206                              | CFMA178                              | 1550                         | 1242 | -    | -    | -   | 300 | 1688               | 721           | 840    |
| 2          | CFMA280                              | CFMA228                              | 1550                         | 1242 | -    | -    | -   | 300 | 1688               | 721           | 840    |
| 2          | CFMC288                              | CFMC228                              | 1550                         | 1242 | -    | -    | -   | 300 | 1688               | 721           | 840    |
| 3          | CFMA325                              | CFMA270                              | 2200                         | 1982 | -    | -    | -   | 300 | 2318               | 721           | 840    |
| 3          | CFMC326                              | CFMC278                              | 2200                         | 1982 | -    | -    | -   | 300 | 2318               | 721           | 840    |
| 3          | CFMA421                              | CFMA354                              | 2200                         | 1982 | -    | -    | -   | 300 | 2318               | 721           | 840    |
| 3          | CFMC421                              | CFMC354                              | 2200                         | 1982 | -    | -    | -   | 300 | 2318               | 721           | 840    |
| 4          | CFMA464                              | CFMA480                              | 2817                         | -    | 1342 | 1308 | -   | 300 | 3278               | 721           | 840    |
| 4          | CFMC464                              | CFMC488                              | 2817                         | -    | 1342 | 1308 | -   | 300 | 3278               | 721           | 840    |
| 4          | CFMA562                              | CFMA475                              | 2817                         | -    | 1342 | 1308 | -   | 300 | 3278               | 721           | 840    |
| 4          | CFMC562                              | CFMC475                              | 2817                         | -    | 1342 | 1308 | -   | 300 | 3278               | 721           | 840    |
| 5          | CFMA670                              | CFMA672                              | 2791                         | -    | 1205 | 1308 | 578 | 300 | 3328               | 721           | 840    |
| 5          | CFMC678                              | CFMC672                              | 2791                         | -    | 1205 | 1308 | 578 | 300 | 3328               | 721           | 840    |



# ELGIN

SOLUÇÃO COMPLETA  
EM REFRIGERAÇÃO



ORGULHOSAMENTE  
BRASILEIRA

SAC: 08 00 771 19 00 | TELEFONE: 11 3383 5921 | E-MAIL: REFRIGERACAO@ELGIN.COM.BR

FR 1000114 01 20

 [Elgin Refrigeração](#)  [grupo\\_elgin](#)  [Grupo Elgin](#)  [Elgin S.A. \(Brazil\)](#)  [elgin.com.br](#)