

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE  
INDICADORES DE GESTIÓN PARA EL  
MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN EL  
DEPARTAMENTO DE REFINERÍA EN LA  
EMPRESA INOLASA, PUNTARENAS. COSTA  
RICA, DURANTE EL PRIMER CUATRIMESTRE  
2024.

PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA  
OPTAR POR EL BACHILLERATO EN  
INGENIERÍA INDUSTRIAL.

ALLISON RACHEL PIEDRA VILLEGAS


ING. FABIAN RAMOS CARRILLO

PUNTARENAS, 2024

# I. ACTA DE APROBACIÓN

## DECLARACIÓN JURADA

Yo Allison Rachel Piedra Villegas, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 604720600 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: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INDICADORES DE GESTIÓN PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN EL DEPARTAMENTO DE REFINERÍA EN LA EMPRESA INOLASA, PUNTARENAS. COSTA RICA, DURANTE EL PRIMER CUATRIMESTRE 2024, 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 23 días del mes de junio del año dos mil veinticuatro.



Firma del estudiante

Cédula 604720600

## II. CARTA DE APROBACIÓN TUTOR

### CARTA DEL TUTOR

San José, 10 de Julio del 2024

**Carrera de Ingeniería Industrial**  
**Universidad Hispanoamericana**

A quien corresponda

La estudiante Allison Rachel Piedra Villegas, cédula de identidad número 604720600, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado **"IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INDICADORES DE GESTIÓN PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN EL DEPARTAMENTO DE REFINERÍA EN LA EMPRESA INOLASA, PUNTARENAS. COSTA RICA, DURANTE EL PRIMER CUATRIMESTRE 2024."**, 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)	ORIGINALIDAD DEL TEMA	10%	9%
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	17%
c)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	30%
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	20%
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	20%
	TOTAL	100%	96%

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

Atentamente,



**Fabián Ramos Carrillo**  
**Cédula identidad N. 1-11790876**

### III. CARTA APROBACIÓN DEL LECTOR

Heredia, 23 de agosto 2024.

**Señores**

**Registro**

**Universidad Hispanoamericana**

Estimados señores:

El estudiante Allison Rachel Piedra Villegas, cédula de identidad 604720600, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado: Implementación de un sistema de indicadores de gestión para el mantenimiento preventivo en el departamento de Refinería en la empresa Inolasa, Puntarenas, Costa Rica, durante el primer cuatrimestre 2024, el cual ha elaborado para optar por el 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 el análisis de datos; la consistencia de los datos recopilados y la coherencia entre estos 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.

Atentamente,

**NATALIA DE  
LOS ANGELES  
MATARRITA  
PEREZ (FIRMA)**

Digitally signed by  
NATALIA DE LOS  
ANGELES MATARRITA  
PEREZ (FIRMA)  
Date: 2024.08.23  
21:07:18 -06'00'

## IV. CARTA APROBACIÓN CENIT

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, 30/8/2024

Señores:  
Universidad Hispanoamericana  
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito (a) Allison Rachel Piedra Villegas con número de identificación 604720600 autor (a) del trabajo de graduación Implementación de un sistema de indicadores de gestión para el mantenimiento preventivo en el departamento de refinería en la empresa INOLASA, Puntarenas. Costa Rica, durante el primer cuatrimestre 2024; (SI) 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,

  
Firma y Documento de Identidad

## **V. DEDICATORIA**

Me complace dedicar este proyecto de investigación a 4 grandes mujeres las cuales han sido un gran pilar en mi vida y desarrollo personal, mi madre, mi abuela, mi tía y mi madrina, las cuales me han brindado su apoyo y motivación de forma incondicional para lograr finalizar mis estudios profesionales. Asimismo, lograr cumplir el sueño de mi padre; el convertirme en una mejor ingeniera, así como él hubiera sido un buen ingeniero, dedico especialmente este proyecto a él.

## **VI. AGRADECIMIENTO**

Agradezco firmemente a todas aquellas personas que han estado a mi lado de forma incondicional apoyándome, en la salud y la enfermedad, así como en los momentos más difíciles en el transcurso de esta investigación.

Agradezco a cuatro mujeres las cuales han sido madre y padre para mí, me han brindado amor incondicional, además de siempre apoyarme en mi desarrollo estudiantil y profesional, desde el preescolar hasta culminar mi educación universitaria, agradezco enormemente sus valores y consejos los cuales han aportado en el desarrollo de la increíble mujer y profesional en la que me he convertido.

Asimismo, agradezco a mi tutor el ingeniero Fabían Ramos, el cual ha sido de gran apoyo y orientación en el desarrollo del presente proyecto, para finalizar, agradezco sus consejos y conocimiento compartido con mi persona durante la elaboración de esta investigación.

# TABLA DE CONTENIDO

## Contenido

- I. ACTA DE APROBACIÓN2
- V. DEDICATORIA6
- VI. AGRADECIMIENTO7
- VII. ACRÓNIMOS Y SIGLAS18
- VIII. RESUMEN EJECUTIVO19
- XV. EVALUACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN20
- CAPÍTULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO21
  - 1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO22
  - 1.2 IDENTIFICACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN DONDE SE REALIZA EL PROYECTO25
    - 1.2.1 Descripción general de la organización28
      - 1.2.1.1 Misión29
      - 1.2.1.2 Visión29
      - 1.2.1.3 Valores29
      - 1.2.1.3 Política de la organización30
      - 1.2.1.4 Código de conducta31
      - 1.2.1.5 Integridad comercial31
      - 1.2.1.6 Gestión ambiental32



1.2.1.8	Gestión de la calidad y seguridad alimentaria	33
1.2.1.9	Seguridad en el trabajo	33
1.2.1.10	Derechos humanos y prácticas laborales	34
1.2.1.11	Políticas de compromiso con los clientes y colaboradores	34
1.2.2.	Antecedentes del contexto de la empresa o institución	35
1.3	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	36
1.3.1	Definición y medición del problema	37
1.3.2	Justificación del proyecto	40
1.4	OBJETIVOS DEL PROYECTO	41
1.4.1	Objetivo general	41
1.4.2	Objetivos específicos	41
1.5	ALCANCES Y LIMITACIONES	42
1.5.1	Alcances	42
1.5.2	Limites	43
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO		
2.1	MARCO CONCEPTUAL GENERAL RELATIVO A LA CARRERA	45
2.1.1	Ingeniería industrial	45
2.1.2	Prevención operativa	47
2.1.3	Procesos operativos	48
2.1.4	Mantenimiento preventivo	49

- 2.1.5 Paros programados50
- 2.1.6 Paros correctivos50
- 2.1.7 Diagrama de procesos51
- 2.2 MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO55
  - 2.2.1 Departamento de refinería55
  - 2.2.2 Lean Six Sigma57
  - 2.2.3 Método DMAIC60
  - 2.2.4 Definir62
  - 2.2.5 Medir63
  - 2.2.6 Analizar64
  - 2.2.7 Mejorar65
  - 2.2.8 Controlar66
  - 2.2.9 Diagrama SIPOC67
  - 2.2.10 Ishikawa69
  - 2.2.11 Diagrama de Pareto73
  - 2.2.12 Plan de recolección de datos76
  - 2.2.13 Histograma77
  - 2.2.14 *Brainstorming*78
  - 2.2.15 *Non Value-Added*80
  - 2.2.16 Método FMEA83

2.2.17 Método Poka-Yoke	87
2.2.18 training Plan	88
2.2.19 <i>Visual Process Control</i>	90
2.3 MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO	90
2.3.1 Producción	90
2.3.2 Rentabilidad	91
2.3.3 <i>Key performance indicator (KPI)</i>	92
2.4 MARCO CONCEPTUAL DE PROYECTOS ANTERIORES O EXPERIENCIAS SEMEJANTES	92
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE TRABAJO	
3.1 METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	95
3.2 METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO DE PROYECTO	96
3.3 METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA, CONTRUCCIÓN O PUESTA EN PRÁCTICA DE UN NUEVO PROCESO, PRODUCTO O SERVICIO	98
3.4 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO	100
3.5 METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE LOS RESULTADOS	102
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE CAUSAS RAÍZ	
4.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA SITUACIÓN ACTUAL	105
4.1.1 Pareto de refinería de años anteriores	105

## 4.2 DEL PROCESO ACTUAL DE LA EMPRESA109

4.2.1 Descripción general del proceso de refinado del aceite vegetal113

4.2.2 Descripción general del proceso de mantenimiento117

## 4.3 EVALUACIÓN DE LAS ORDENES DE TRABAJO118

4.3.1 Descripción general del proceso de aprobación de una orden de trabajo120

## 4.4 ANÁLISIS DE LAS CAUSAS RAÍZ DE LA PROBLEMÁTICA121

4.4.1 Análisis del diagrama SIPOC121

4.4.3 Análisis del FMEA124

## 4.5 ANÁLISIS DE LA PROPUESTA DE MEJORA125

## 4.6 CONCLUSIONES DE LA SITUACIÓN ACTUAL126

## CAPÍTULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN127

### 5.1 DISEÑO DE LA PROPUESTA DE MEJORA128

5.1.2 Propuesta del desarrollo de la implementación de directrices preventivas contra los paros de planta no programados128

5.1.3 creación de indicadores preventivos129

5.1.4 Plan de mantenimiento preventivo contra los paros de planta no programados134

5.1.5 Rentabilidad del proyecto136

### 5.2 CONTROL DEL AVANCE DE LA ESTRATEGÍA IMPLEMENTADA138

## CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES140

### 6.1 CONCLUSIONES141

### 6.2 RECOMENDACIONES142

CAPÍTULO VII: BIBLIOGRAFÍA144

CAPÍTULO VIII: ANEXOS151

Anexo. 1 carta de aprobación para la realización del proyecto152

Anexo 2. encuesta recopiladora de información básica sobre el departamento de refinería153

Anexo 3. Encuesta realizada al sector encargado del mantenimiento de maquinaria154

Anexo 4. Uso de la hoja de trabajo de registros de fallas y reportes de mantenimiento.155

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Metodología para la definición de la problemática95

Tabla 2 Metodología de medición y respaldo cualitativo del proyecto96

Tabla 3 Metodología para la mejora, construcción o puesta en práctica de un nuevo98

Tabla 4 Metodología para la implementación del proyecto100

Tabla 5 Entrevista realizada al encargado del departamento de refinería pregunta 1 109

Tabla 6 Entrevista realizada al encargado del departamento de refinería pregunta 2 110

Tabla 7 Entrevista realizada al encargado del departamento de refinería pregunta 3 110

Tabla 8 Entrevista realizada al encargado del departamento de refinería pregunta 4 111

## ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1 Planta de refinado INOLASA24
- Figura 2 Marcas que comercializa INOLASA27
- Figura 3 Valores presentes en la empresa INOLASA30
- Figura 4 Logros que busca INOLASA en su empresa30
- Figura 5 Derechos humanos y prácticas laborales implementadas por INOLASA34
- Figura 6 Ubicación geográfica INOLASA, Costa Rica, Puntarenas36
- Figura 7 Centros de costos del departamento de refinería39
- Figura 8 Ejemplo de diagrama de flujo y sus principales símbolos52
- Figura 9 Ejemplo de diagrama de flujo horizontal53
- Figura 10 Ejemplo de diagrama de flujo vertical54
- Figura 11 Ejemplo de diagrama del proceso de refinado56
- Figura 12 Ejemplo de metodología DMAIC Y metodología DMADV58
- Figura 13 Ejemplo del ciclo DMAIC61
- Figura 14 Ejemplo de diagrama SIPOC68
- Figura 15 Ejemplo de estructura de un diagrama de Ishikawa71
- Figura 16 Ejemplo de estructura de un diagrama de Ishikawa sobre un producto72
- Figura 17 Ejemplo de diagrama de Pareto74
- Figura 18 Ejemplo de un Diagrama de Barras75
- Figura 19 Ejemplo de un histograma77
- Figura 20 lluvia de ideas del departamento de refinería79
- Figura 21 Ejemplo de diagrama de valor agregado82
- Figura 22 Ejemplo de jerarquía aplicando el método FMEA en maquinaria84

Figura 23 Ejemplo de FMEA85

Figura 24 Fórmula para obtener el NPR86

Figura 25 Diagrama de fallas en Adecsa 1106

Figura 26 Diagrama de fallas en Adecsa 4107

Figura 27 Diagrama de fallas en Adecsa 5108

Figura 28 Diagrama de flujo del proceso de refinamiento de aceite vegetal112

*Figura 29* Diagrama de flujo con respecto al plan de mantenimiento creado por el departamento de refinería115

Figura 30 Diagrama de flujo del proceso de aprobación de una orden de trabajo119

Figura 31 Diagrama SIPOC del proceso de mantenimiento de la empresa121

Figura 32 Excel de FMEA del departamento de refinería124

Figura 33 Lluvia de ideas en conjunto con el departamento de refinería125

Figura 34 Primera parte de la plantilla (información básica)129

Figura 35 Segunda parte de la plantilla130

Figura 36 Tercera parte de la plantilla131

Figura 37 Apartado de fallos131

Figura 38 Apartado de control132

Figura 39 Opción de envío por correo electrónico133

Figura 40 Plantilla para registros de fallas y reportes de mantenimiento133

Figura 41 Costo de producción de los centros de costos135

Figura 42 Estimación de costos a un plazo de 4 años137



## **INDICE DE GRAFICOS**

Gráfica 1 Gráfica visual para el control de los centros de costo139

## VII. ACRÓNIMOS Y SIGLAS

Para el entendimiento y comprensión de forma clara y óptima, se definen los diferentes acrónimos y siglas implementadas en el desarrollo de este proyecto investigativo y, por añadidura, su significado.

**DMAIC:** Definir, medir, analizar, mejorar y controlar.

**FMEA:** Análisis de modos de fallos y efectos o *“Afilare modo and effect analysis”*.

**NPR:** Número prioritario de riesgo

**PFD:** Diagrama de flujo de procesos o *“Process Flow diagram”*.

**PROMAT:** Software de mantenimiento que utilizan las empresas de manufacturas y tecnologías.

**RBD:** Refinado, blanqueado y desodorizado.

**SIPOC:** Proveedores, entradas, proceso, salidas y clientes o *“Suppliers, inputs, process, outputs and customers.”*

**VOSOA:** Metodología de identificación de fallas utilizando los 5 sentidos.

## VIII. RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto de investigación se realizó debido a la necesidad de la empresa INOLASA por obtener una resolución para su problemática de paros de planta no programados por la falta de mantenimiento y supervisión de maquinaria, debido a la frecuencia de estos paros no programados, la empresa presentaba posibles riesgos económicos y productivos basándose en una pérdida diaria de \$10,62235 millones de dólares, habiendo sumado solo sumatoria total de los centros de costos de los cuales el departamento de refinería es encargado, lo cual impacta de forma anual en un estimado de \$90,35520 millones de dólares solo en centros de costos, a nivel general el departamento presenta un gasto anual de \$3,180000 millones de dólares, los daños disruptivos para el plan de producción establecido, la maquinaria dañada y la reparación de las mismas procuraba ser un fuerte obstáculo para el desarrollo empresarial de INOLASA, generando un aumentando de la pérdida de producción en el departamento de refinería de aceite vegetal.

Aplicando la metodología DMAIC, se propuso implementar un sistema de indicadores de gestión para el mantenimiento preventivo en el departamento de refinería, el cual desarrolló directrices de mantenimiento con el fin de realizar paros programados de forma semanal y no mensual, además se recomendó implementar un periodo de prueba para la maquinaria que haya pasado por alguna corrección o manteamiento previo.

**Palabras claves:** Procesos, Prevención, Producción, Mantenimiento.

## XV. EVALUACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN

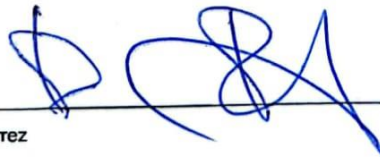
Señores  
Escuela de Ingeniería Industrial  
Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

Me permito saludarle y a la vez comunicarle que la estudiante **Allison Rachel Piedra Villegas**, cédula **6-0472-0600**, ha concluido exitosamente el proyecto de graduación para optar por el nivel de **bachillerato** en ingeniería industrial de la Universidad Hispanoamericana, en modalidad **bimodal** denominado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INDICADORES DE GESTIÓN PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN EL DEPARTAMENTO DE REFINERÍA EN LA EMPRESA INOLASA, PUNTARENAS. COSTA RICA, DURANTE EL PRIMER CUATRIMESTRE 2024**. A continuación, se presenta el desglose de la nota obtenida.

	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	N/A
1. Regularidad en la asistencia al trabajo y cumplimiento con el horario establecido									X		
2. Cumplimiento de tareas que el desarrollo de su trabajo demanda										X	
3. Cumplimiento de los reglamentos y normas existentes en la organización										X	
4. Capacidad de proponer y/o aprender por si mismo acciones tendientes a la mejora de su trabajo										X	
5. Capacidad para identificar y analizar los problemas que se presentan										X	
6. Capacidad para sacar conclusiones y recomendaciones										X	
7. Capacidad para aplicar los conocimientos teóricos al trabajo práctico desarrollado										X	
8. Capacidad para expresar sus ideas										X	
9. Presentación personal adecuada a las exigencias de la organización										X	
10. Capacidad para establecer y mantener relaciones adecuadas con otras personas										X	
11. Capacidad para comunicar sus ideas, sugerencias y conocimientos de la organización										X	
12. Grado de contribución del trabajo a la mejora de las actividades de la organización										X	
13. Grado en que se cumplieron los objetivos planteados al inicio del desarrollo del proyecto										X	
Sumatoria de puntos:	99										
Comentarios adicionales:											

Atentamente,



Randall Jiménez Gutiérrez  
Gerente de refinería  
INOLASA  
Correo electrónico: rig@inolasa.com  
Teléfono: 89816644

## **CAPÍTULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO**

## **1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO**

Por lo que se refiere al proyecto realizado, el mismo tomo lugar en la empresa INOLASA, de forma más específica, el proyecto se realizó en el área del departamento de refinería, el cual es el encargado de adquirir la materia prima, procesarla y luego enviar al departamento de etiquetado y empaquetado.

El departamento de refinería se encarga de las plantas procesadoras de aceite, con la cual no solo extraen aceite, asimismo, jabón y alimento para consumo animal, de igual forma, el departamento de refinería es el encargado de extraer, analizar y aprobar el aceite procesado para el debido consumo humano.

Asimismo, el departamento de refinería plantea las bases para el funcionamiento de otras áreas las cuales son codependientes de la misma, dicho departamento se rige de enormes plantas las cuales procesan los aceites, conocidas como adecsas y luego están las plantas pequeñas las cuales son encargadas del proceso de hidrólisis asociado al proceso de extracción.

Por consiguiente, el líder encargado del departamento de refinería plantea la elaboración de un proyecto de investigación, el cual estudie las principales causas y consecuencias de los paros no programados ocasionados en el departamento de refinería, dicho de otra manera, el proyecto de investigación plantea la implementación de directrices encargadas de reducir los paros no programados generados por daños que necesiten reparación o por contratiempos obtenidos por no poseer un periodo de supervisión de prueba-error.

En lo que se refiere a la línea de investigación perteneciente del proyecto, este proyecto se clasifica como una investigación de Operaciones Industriales debido a su característica de poseer un enfoque en el área de producción y optimización en relación a los procesos estipulados por una empresa de manufactura o tecnología, con el fin de obtener mejores procesos productivos, además de generar una estandarización, automatización e implementación de nuevos procesos, productos o servicios que desee brindar la empresa, ahora bien, también se utiliza para implementar mejoras a procesos ya implementados de la empresa.

Figura 1 Planta de refinado INOLASA



Fuente: (Elaboración propia, 2024)



## **1.2 IDENTIFICACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN DONDE SE REALIZA EL PROYECTO**

La empresa INOLASA (“*Industrial de Oleaginosas Americanas S.A*”) es una empresa líder de producción y comercio de aceite vegetales, asimismo, también posee otros productos y servicios como lo son la lecitina, alimento de consumo animal y otros productos de consumo humano.

La empresa posee maquinaria de punta, por lo tanto, la empresa posee una capacidad de procesado de 1200 toneladas de soya por día, lo que genera un gran stock en caso de algún daño que abarque más tiempo de lo que permite el rango de tolerancia, el cual varía entre tres días a una semana completa dependiendo del tamaño de la maquinaria afectada, por lo tanto, los consumidores no se verán afectados.

Dicha materia prima es de origen extranjero, siendo Estados Unidos el encargado de exportar tanto la semilla de soya, como la palma y otros materiales para su debido procesado.

Algunos de sus productos:

- Aceites
- Lecitina
- Pizzería
- Panadería-Repostería
- Servicio de comida (incluye productos desechables, enlatados y productos de limpieza)

Algunas marcas que comercializa INOLASA son:

Figura 2 Marcas que comercializa INOLASA



Fuente: (INOLASA, 2024)

### **1.2.1 Descripción general de la organización**

“INOLASA, empresa líder en la producción y comercialización de aceites vegetales, lecitina de soya e insumos alimenticios para la nutrición animal, consciente de su papel en el desarrollo económico y social de Costa Rica, ofrece un ambiente de trabajo seguro que brinda confianza a sus trabajadores y a la comunidad; respetando la legislación vigente y sus principios empresariales.” (INOLASA, 2024).

La empresa INOLASA cuenta con una certificación internacional además de la certificación FSSC22000 la cual es una certificación por gestión de seguridad alimentaria, asimismo la ASA (Asociación Americana de Soya por sus siglas en inglés) nombro a la empresa INOLASA una planta de procesado de soya más eficiente y avanzada en Latinoamérica.

“Unos de los principios fundamentales que rigen el funcionamiento de la empresa es la utilización de tecnología de punta, con ello, INOLASA se asegura de ofrecer productos de excelente calidad que satisfagan las necesidades y gustos de sus clientes. La constante inversión en nuevos equipos, la capacitación de sus colaboradores, el uso de las mejores materias primas y los estrictos controles de calidad distinguen a las plantas de producción de INOLASA.” (INOLASA, 2024).

Por otra parte, la empresa menciona (INOLASA, 2024) atendiendo los requerimientos del mercado, INOLASA, invierte en su propia planta de plásticos, permitiendo la diversificación de presentaciones e incrementando su competitividad. Además de ser una fuente de empleo y producción para la sociedad costarricense, INOLASA contribuye a mejorar la calidad de vida

de los habitantes del país fomentando el deporte, la educación y la salud, para mantener el equilibrio que permite una Vida Sana.

Como punto a agregar, INOLASA también trabaja con productos de limpieza, enlatados y productos de limpieza.

INOLASA se divide en varios departamentos, el proyecto investigativo se realizó en el departamento de refinería, el cual se compone por diferentes procesos los cuales son requisitos para obtener un producto óptimo y aprobado para el consumo humano, al final se dirige el producto a la planta de etiquetado y empaquetado siendo este otro departamento de la empresa.

#### **1.2.1.1 Misión**

“Proveer harina de soya para nutrición animal, aceites comestibles y otros productos competitivos de alta calidad para satisfacer a nuestros clientes, brindando servicio de excelencia y compromiso de producción segura y sostenible.” (INOLASA,2024).

#### **1.2.1.2 Visión**

“Ser líder regional de productos de alto valor agregado.” (INOLASA, 2024).

#### **1.2.1.3 Valores**

Algunos de los valores presentes en la empresa INOLASA, los cuales son necesarios para la coexistencia ideal y organizada, son:

### *Figura 3 Valores presentes en la empresa INOLASA*

**Innovación:** Somos una empresa dinámica, creemos en la innovación y mejoramiento continuo de nuestros procesos.

**Servicio al Cliente:** Es el centro de atención de nuestro trabajo diario, para lo cual garantizamos calidad, abastecimiento y productos competitivos.

**Respeto:** Valoramos las relaciones con nuestros colaboradores y grupos de interés. El respeto es la base de las buenas relaciones entre los seres humanos.

**Calidad:** Algo más que parámetros. Nuestra única opción es la excelencia. Los resultados deben hacer brillar nuestro esfuerzo.

**Pasión:** Hacemos importante cada labor porque creemos en lo que hacemos.

**Seguridad:** Mantenemos altos estándares de Seguridad Industrial y Salud Ocupacional para proteger la integridad de nuestros colaboradores.

**Adaptabilidad:** Tenemos la capacidad de reorientar efectivamente nuestra forma de actuar para alcanzar los objetivos ante situaciones cambiantes.

Fuente: (INOLASA, 2024)

#### **1.2.1.3 Política de la organización**

“En INOLASA, empresa líder en la producción y comercialización de aceites vegetales para consumo humano e insumos alimenticios para la nutrición animal, estamos comprometidos en elaborar productos inocuos y de calidad, según los requerimientos de nuestros clientes y acorde con los requisitos legales y reglamentarios.” (INOLASA, 2024).

INOLASA busca lograr obtener mejoras en los diferentes procesos de la misma, como se aprecia en la figura 3.

#### *Figura 4 Logros que busca INOLASA en su empresa*

- La mejora continua de nuestros procesos, por medio de la inversión y el fomento de nuevas ideas.
- Una gestión ambiental proactiva, que busca diariamente el desarrollo sostenible, previniendo y controlando los impactos al medio ambiente.
- La seguridad del personal mediante el establecimiento y seguimiento de normativas, así como el aporte de los recursos necesarios.
- Asegurar una adecuada participación y compromiso del personal mediante capacitación continua para aumentar las competencias.
- Mantener una comunicación efectiva con nuestras partes interesadas.
- Fortalecer y mantener una cultura de inocuidad de los alimentos en todos los niveles de la organización.

Fuente: (INOLASA, 2024).

#### **1.2.1.4 Código de conducta**

“INOLASA actúa sobre la creencia de que hacer lo correcto fija las bases para el éxito a largo plazo. Creemos que la cadena de suministro que respalda el sistema de alimentación mundial debe ser sustentable para equilibrar la alimentación del mundo actual con las necesidades de las futuras generaciones. Tal objetivo sólo puede lograrse con la cooperación de todos nuestros socios de la cadena de suministro y clientes.” (INOLASA, 2024)

(INOLASA, 2024) menciona este Código de Conducta, mismo que permite involucrar a sus clientes y proveedores en los temas de sostenibilidad y abastecimiento responsable relacionados con sus operaciones y, establecer los criterios mínimos que se deben cumplir. Nuestra expectativa es que cada proveedor y cliente cumpla con la ley y con las normas establecidas en este Código de Conducta, y que informe si se realiza una acción u omisión que provoque un incumplimiento por parte del mismo.

#### **1.2.1.5 Integridad comercial**

“INOLASA adopta un enfoque transparente para trabajar y compartir toda la información relevante para permitir que sus clientes evalúen el cumplimiento de los principios de este Código de Conducta, así como también proteger la información de nuestros proveedores y clientes.” (INOLASA, 2024).

El mismo enfoque se presenta con la estricta regla de:

- Cumplimiento legal de los procesos y prácticas comerciales éticas con respecto al tratado y manipulación del proceso de producción de los productos realizados y comercializados por INOLASA.

“INOLASA lleva a cabo sus negocios de acuerdo con las normas de comportamiento ético y conforme a todas las leyes y reglamentaciones aplicables. Mantiene registros que demuestren el cumplimiento de dichas leyes y estas normas. Compite de manera justa y ética, por lo tanto, establece medidas para garantizar mediante el mejoramiento continuo, las acciones necesarias para la prevención de soborno, corrupción y fraude indebido en el proceso, cadena de suministro y clientes.” (INOLASA, 2024).

#### **1.2.1.6 Gestión ambiental**

“INOLASA cumple con todas las leyes y reglamentaciones ambientales aplicables. Además, ya sea que lo requiera la ley o no, toma las medidas adecuadas para la gestión responsable y la disminución de los impactos ambientales de sus operaciones, tales como emisiones atmosféricas, reducción, recuperación y manejo de residuos y, uso y disposición de agua.” (INOLASA, 2024).



### 1.2.1.8 Gestión de la calidad y seguridad alimentaria

“INOLASA cumple con todas las leyes y reglamentaciones de seguridad alimenticia en los países donde realice sus operaciones, la fabricación y los países de destino final. Mantiene planes de control de seguridad de los productos que elabora para que los mismos cumplan de acuerdo con las especificaciones establecidas.” (INOLASA, 2024).

### 1.2.1.9 Seguridad en el trabajo

La empresa INOLASA es fiel creyente de concientizar y capacitar a todos sus colaboradores, con el fin de velar por la seguridad laboral y prevención de daños con respecto al cuidado de la vida.

INOLASA se encarga de proveedor a cada colaborador asociado a la empresa con equipo óptimo para la seguridad del personal, asimismo, se encarga de las capacitaciones a los mismos, La empresa cuenta con una metodología de semáforo, la cual se enfoca en:

- **Rojo:** Para
- **Amarillo:** Piensa
- **Verde:** Continua

La cual funciona como medida preventiva a la hora de realizar alguna acción que implique un riesgo para la salud humana.

### 1.2.1.10 Derechos humanos y prácticas laborales

“INOLASA basa su desarrollo en los pilares de la sostenibilidad, protegiendo el valioso recurso humano y por ende sigue las prácticas laborales y de derechos humanos según lo establece la Declaración de los Derechos Humanos de la ONU y la legislación aplicable.” (INOLASA, 2024).

Algunos de los derechos humanos básicos y prácticas laborales empleadas por INOLASA se pueden apreciar en la siguiente figura 4.

*Figura 5 Derechos humanos y prácticas laborales implementadas por INOLASA*

- a. Empleo elegido libremente: sin mano de obra esclava o forzada, ni condiciones de servidumbre, endeudamiento o trabajo involuntario en prisión. No se retiene ningún tipo de identificación de los empleados (pasaporte, cédula de identidad o permiso como condición de empleo).
- b. Libertad de asociación y derecho a convenios colectivos de trabajo, según se permita por y de acuerdo a todas las leyes y reglamentaciones vigentes.
- c. Condiciones de trabajo seguras e higiénicas.
- d. Sin trabajo infantil de acuerdo con las leyes nacionales.
- e. Salarios justos para todos los empleados: cumplir con los requisitos de salario mínimo establecido en la legislación nacional vigente, o excederlos.
- f. Sin horas de trabajo excesivas. Jornada de trabajo y horas extras en cumplimiento con la legislación nacional vigente, así como su pago correspondiente.
- g. Proporciona trabajo regular.
- h. Sin discriminación: tratamiento justo e igualitario para todos los colaboradores en cualquiera de sus manifestaciones (edad, etnia, género, religión, raza, orientación sexual, estado civil, opinión política, ascendencia nacional, origen social, filiación, discapacidad, afiliación sindical, situación económica o cualquier otra forma análoga de discriminación).
- i. Se promueve y se mantiene un trato justo, digno y de respeto para los empleados. No se tolera ningún tipo de acoso o abuso sexual, psicológico o verbal.

Fuente: (INOLASA, 2024).

### 1.2.1.11 Políticas de compromiso con los clientes y colaboradores

“Satisfacción: satisfacción de las expectativas de nuestros clientes y consumidores, a través de la oferta de productos de alta calidad disponibles en la mayoría de los puntos de venta.” (INOLASA, 2024).

Algunas de las políticas de compromiso para los clientes y colaboradores que INOLASA implementa son:

- Trabajo eficiente
- Integridad y calidad
- Ser socialmente responsable

### **1.2.2. Antecedentes del contexto de la empresa o institución**

La empresa INOLASA (Industrial de Oleaginosas Americanas S.A), se considera una empresa líder en aceites vegetales en Costa Rica, su producción y comercialización le han otorgado varios certificados por su gran desempeño y cuidado con sus productos, además de ser una empresa muy “*eco friendly*” con el medio ambiente, asimismo posee un gran aprecio y cuidado con sus colaboradores, brindando todo equipo de seguridad y capacitación necesaria para la realización del trabajo de forma óptima y precisa.

La planta de producción de INOLASA se encuentra ubicada en Barranca, Puntarenas, Santa Rosa de Barranca, contiguo a la Zona Franca Saret.

*Figura 6 Ubicación geográfica INOLASA, Costa Rica, Puntarenas*



Fuente: (Google maps, 2024)

La empresa posee diferentes departamentos los cuales van desde, recursos humanos hasta soldadura y empaquetado, el proyecto tuvo desarrollo en el departamento de refinería de aceite, el cual es cargo de todo el proceso de extracción, procesado y aprobado que le corresponde al producto para lograr ser óptimo para el consumo humano.

La empresa INOLASA cuenta con gran variedad de colaboradores, pero al ser el proyecto centrado en el departamento de refinería solo se tomarán en cuenta los 370 colaboradores presentes en el área de refinería.

### **1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La empresa INOLASA, más específico el área del departamento de refinería de aceite vegetal presenta la problemática de paros de planta no preventivos, lo que significa que la

maquinaria presenta daños y averías por fallas debido al mal funcionamiento de la maquinaria, la razón de dicha avería es debido a que el mantenimiento solo se enfoca en maquinaria dañada y no en prevenir que la maquinaria no presente algún daño o fallo, siendo estos paros no programados una pérdida de producción para la empresa, a pesar de contar con el suficiente stock para abastecer a los consumidores, la empresa no quiere ser dependiente del stock en bodega, por lo tanto, el departamento de refinería identificó esto como una problemática, el no cumplir con paros preventivos.

Al presentar paros de mantenimiento programados cada dos meses, las probabilidades de un daño de maquinaria son más altas, por lo tanto, el nivel de confianza se ve reducido por los daños de maquinaria, generando pérdidas productivas por hora, siendo afectados tanto INOLASA como el cliente, ya que en casos muy extremos se procede a utilizar el stock en bodega.

### **1.3.1 Definición y medición del problema**

El mantenimiento no preventivo afecta activamente a la maquinaria en el departamento de refinería, generando pérdidas en los centros de costos del departamento de refinería, el cual posee un promedio de \$ 3.18 millones de dólares en gastos anuales de forma estándar (incluyendo manteamiento, compra de materiales o servicios para la reparación de la maquinaria), al presentarse estos paros por daños a la maquinaria, la empresa disminuye sus ingresos, los cuales equivalen a un 28,96 toneladas producidas entre los centros de costos, lo cual equivale a \$10 622, 35 dólares entre todos los centros de costos en una jornada laboral normal, siendo un promedio de costo acumulado de \$ 5 979 dólares en un

día, la cantidad del costo varía según su producción en toneladas, siendo esto en un solo centro de costo (neutralización) afectando notablemente la proyección de producción en una disminución del nivel de confianza y acercándose al límite del nivel de tolerancia lo cual significa utilizar el stock en bodega.

Algunos de los puntos a tomar en cuenta con respecto a la proyección de producción en el departamento de refinería son:

- Cuando una planta queda en paro, por lo general se estima primero algún espacio libre entre el cronograma previsto.
- Solo se realizan mantenimientos correctivos, lo cual significa que solo reparan la causa del daño en la maquinaria, pero no los demás componentes de la misma.
- Algunos paros pueden deberse a un factor externo a la empresa, los cuales serían por consecuencia de apagones o reunión entre los departamentos, debido a que, si alguno de los departamentos de reparación no puede presentarse en el momento, los demás departamentos no podrán avanzar en la reparación del daño.
- Cuando hay paros de planta no todas las maquinarias se encuentran en trabajo por lo tanto otras áreas de la empresa se pueden ver afectadas.
- INOLASA posee una tolerancia de 1 a 2 semanas, según el cronograma estas pueden ser, antes del paro correctivo o después del paro correctivo, asimismo el tamaño de la planta varía en su tiempo de tolerancia.
- Un factor positivo es que los clientes no se ven afectados en sus compras inmediatas, debido a que INOLASA posee un stock de 1.800 toneladas, asimismo si la empresa

presenta un consumo bajo en los clientes, el mantenimiento programado se puede realizar antes.

La empresa posee un porcentaje de cumplimiento de forma mensual y anual, el cual el departamento de refinería debe de cumplir para no verse afectados en pérdidas de producción y aumento en las pérdidas económicas.

*Figura 7 Centros de costos del departamento de refinería*

<b>Inolasa montos diarios</b>		
Centro de costos	Costo por producción	Toneladas x hora
Neutralizado	\$ 59,79	10
Blanqueado	\$ 12,52	8
Desodorizado	\$ 29,50	8
Fraccionamiento	\$ 57,15	1,66
Decerado	\$ 25,62	1,3

Fuente: (Elaboración propia, 2024).

El cálculo presente en los centros de costos es de origen hipotético, presentando que las horas perdidas sean una jornada laboral y basándose en el límite de tolerancia de una planta grande en paro (Adecsa uno, cuatro o cinco), también se aprecia la cantidad exacta de lo que produce cada centro de costo en toneladas, al ser el blanqueado y desodorizado, ambas producen lo mismo por ir en conjunto.

### **1.3.2 Justificación del proyecto**

El departamento de refinería solicitó un proceso de implementación de indicadores preventivos sobre los paros de planta no programados, el cual en lugar de reportar mensualmente los paros de carácter correctivo y programados, presente de forma semanal los paros preventivos, el informe de fallas de refinería de años anteriores demuestra de forma no muy optima la causa principal del fallo sea ésta de forma interna, externa o programada, lo cual afecta la meta KPI del 95% esperado del departamento de refinería.

De acuerdo con consumo de aceite, el tamaño de la maquinaria o el día estipulado, el mantenimiento programado puede variar según el plan de mantenimiento de las plantas de refinería 2024 el cual es solo un plan guía de lo que se debe hacer a la hora de realizar un paro programado, el cual se realiza cada dos meses, siendo identificado esto por el ingeniero líder como problemático y tardío.

El proyecto beneficiará al desarrollo de indicadores preventivos, con el fin de eliminar los paros no programados, asimismo disminuir los paros correctivos del momento, es decir: reparar la maquinaria hasta que está presente algún daño el cual es detectable mediante la utilización del tacto, observación y auditivo.



Este proyecto propone una mejora al programa de paros por mantenimiento, el cual sea de forma óptima y ordenada aumentando la eficiencia del programa de paros por mantenimiento, de tal forma previniendo la problemática de paros no programados.

Con esta creación de indicadores preventivos se plantea beneficiar al departamento de refinería y la optimización de los procesos.

## **1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO**

### **1.4.1 Objetivo general**

Implementación de un sistema de indicadores de gestión para el mantenimiento preventivo en el departamento de refinería, aplicando la metodología DMAIC, con el fin de reducir los paros de planta no programados en la empresa INOLASA, Puntarenas Costa Rica, durante el primer cuatrimestre del 2024.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Entender los procesos de paros correctivos anteriores al proyecto y las causas que los provocaban generando pérdidas al departamento de refinería.
- Analizar los procesos de mantenimiento actuales en los programas de paros 2024 por medio de un plan de recolección de datos.
- Proponer en base a los datos recopilados una implementación de directrices preventivas con el fin de optimizar y reducir las pérdidas por paros correctivos.

- Establecer una propuesta de mejora para el proceso de implementación de paros preventivos repercutiendo de forma positiva la productividad y la eficiencia económica del proceso utilizando la técnica de calidad Poka Yoke.
- Evaluar la diferencia de impacto en la optimización y económica entre los paros no programados anteriores y la nueva implementación de paros preventivos.

## 1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES

### 1.5.1 Alcances

El alcance del proyecto inicial es el departamento de refinería de la empresa INOLASA, el mismo desea implementar la mejora del proceso preventivo al departamento mejorando su producción y reduciendo sus costos por reparación de planta.

La evaluación tomará en cuenta los centros de costos ubicados en el área de refinería.

Asimismo, se tendrá acceso a programas informativos de los procesos, documentos de refinería, reuniones con los diferentes líderes de los departamentos, incluyendo el departamento de mecánica debido a que ellos se encargan de las ordenes de trabajo y reparaciones, además de poseer con “*feedback*” o retroalimentación por parte del equipo de refinería.

### 1.5.2 Limites

El departamento de refinería no cuenta con un sistema de paros preventivos para el constante mantenimiento de los equipos de refinería, existe un pequeño proceso de mantenimiento, pero este solo se aplica cuando la maquinaria ya presenta el fallo, requiriendo un paro correctivo, el cual consta de utilizar una metodología de “apagar el incendio”, lo que significa que debe de ser reparado al momento de presentar la falla, pero posterior a eso, no posee ningún periodo de prueba y error, lo cual ocasiona pérdida de producción al tener que parar la planta de forma inesperada, la empresa externa el incumplimiento con el programa de producción, asimismo la insatisfacción de los colaboradores.

La empresa INOLASA permitió el debido uso de los datos sin ningún proceso de confiabilidad, pero para mayor entendimiento los cálculos serán realizados con el mismo valor diario de diez horas, cumpliendo una jornada laboral, los datos serán multiplicados por la misma variable.

## **CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO**

## **2.1 MARCO CONCEPTUAL GENERAL RELATIVO A LA CARRERA**

En el siguiente apartado del capítulo se plantea explicar y desarrollar conceptos relacionados tanto a la carrera como su aporte al proyecto de investigación, asimismo, las herramientas, los cálculos, y las teorías aplicadas para el mismo.

El proyecto plantea el desarrollo de directrices preventivas para el área de refinería, debido al nulo proceso preventivo de mantenimiento de la empresa, la misma no posee un proceso operativo estandarizado, por lo tanto, las maquinarias no tienen un periodo de prueba y monitoreo, en base a consultas realizadas a los administrativos del departamento, se plantea un documento el cual sea utilizado de manera formal por la empresa INOLASA y los colaboradores pertenecientes al área de refinería.

Por añadidura, se planea definir los diferentes temas, procesos e instrucciones que se relacionen con la implementación de las directrices preventivas a desarrollar de forma óptima y estandarizada.

### **2.1.1 Ingeniería industrial**

“La palabra ingeniería ha tenido diferentes significados a lo largo de la historia. En una corta búsqueda sobre su origen se encontró que procede del latín ingenium, que se refiere al carácter innato, al «talento». También, en el lenguaje militar, era utilizada para referirse a máquinas o artefactos mecánicos producto del ingenio humano. En la lengua inglesa fue empleada para referirse al diseño u operación de máquinas, por su relación con el vocablo engine, que significa motor o máquina.” (Montoya Restrepo, 2023, p. 20)

La ingeniería industrial se identifica como el proceso de diseñar, operar y optimizar los procesos sistemáticos complejos, implementando el uso de diversas herramientas y productos, las cuales son brindadas por diferentes áreas abarcadas por los demás departamentos de ingeniería.

Según comenta (Montoya Restrepo, 2023) Con el surgimiento del capitalismo en el mundo y la máquina de vapor inició la era de la industrialización. Entre los innumerables hechos que marcaron esa nueva etapa está el tránsito de la transmisión oral de las técnicas empíricas utilizadas en los talleres artesanales, a la formulación escrita que permitió que muchos conocimientos fueran accesibles a las personas.

Algunos sistemas o procesos abarcados por el departamento de ingeniería industrial los cuales se enfocan en optimizar o desarrollar, se pueden identificar como áreas de equipamiento informático, materiales, economía o maquinaria de trabajo.

En base a lo anterior mencionado “aparecieron empresarios laboriosos que hicieron los primeros aportes escritos sobre el estudio y análisis de los procesos productivos y la organización de la empresa, con lo que lograron mejorar los resultados productivos y económicos de las industrias. Estos aportes fueron retomados posteriormente por las escuelas clásicas de la administración, precursoras de la ingeniería industrial.” (Montoya Restrepo, 2023, p. 40).

### **2.1.2 Prevención operativa**

La prevención operativa se logra comprender como el conjunto de medidas preventivas implementadas previamente por el departamento encargado el cual es asignado por la empresa, de igual manera, este sistema busca proteger y organizar el factor humano de la empresa, así como el factor de maquinaria de la misma, minimizando los peligros contra la vida humana y los daños operativos que afecte a la producción de la empresa.

Como menciona Díaz Pilar (2023, p.2) La prevención es la forma ideal de actuación, pues se basa en la protección de la salud antes de que se pierda. Está además plenamente justificada desde el punto de vista humano, social, legal y económico.

De igual manera, adaptarse a un sistema de trabajo preventivo es la mejor opción al momento de preservar una organización flexible y capacitada, con el propósito de mantener la mano de obra y maquinaria en su estado óptimo.

De este modo, se recomienda el poseer un líder encargado del sistema con el fin de regular los roles y las responsabilidades que conlleva la empresa.

### 2.1.3 Procesos operativos

Los procesos operativos se pueden definir como la gestión paso a paso de un procedimiento o sistema, los cuales se basan en dos conceptos, entradas y salidas.

“También es de carácter descriptivo porque describe el comportamiento específico de cada variable las cuales son resultado de la innovación que la empresa ha implementado en sus servicios.” (Rivera Ruiz et al., 2020, p. 67)

Las entradas se definen como los servicios o productos a ofrecer de la empresa hacia los consumidores, y las salidas se identifican como los materiales, colaboradores o maquinaria necesaria para la realización del proceso operativo de la empresa.

Así mismo, los procesos operativos además de abarcan diferentes tipos de industrias comerciales, se enfocan en una estrategia base llamada “*Supply chain*” o cadena de abastecimiento, la cual se define como esas actividades o procedimientos imprescindibles para el desarrollo óptimo y eficaz del proceso operativo estandarizado de la empresa.

“se puede definir la cadena de suministro con el conjunto de eslabones que trabajan en sinergia para la ejecución de diferentes tareas en las cuales convergen productos (materias primas, insumos o productos terminados) e información para satisfacer la solicitud realizada por un cliente, es decir, la cadena de suministro cumple una función estratégica.” (Posada, 2023, p. 4).



#### **2.1.4 Mantenimiento preventivo**

El mantenimiento preventivo se manifiesta dentro de los cuatro tipos de mantenimiento existentes aplicados en la industria productiva, dicho mantenimiento se encarga de abarcar la reparación, los ajustes, el periodo de inspección y prueba de la maquinaria de la empresa.

En cuanto al mantenimiento preventivo este se resume como el proceso de mantenimiento previo al momento de presentar alguna avería en la maquinaria de la empresa, reduciendo los contratiempos inesperados en mayor medida, minimizando el retraso en el departamento de producción, recortando el tiempo invertido en paros de planta no programados.

Teniendo en cuenta lo anterior los factores previos como lo son las reparaciones constantes y las supervisiones programadas son las encargadas de mitigar los daños producidos en las maquinarias de la empresa de refinería.

De acuerdo con (Cruzado Valladares, 2020) muchas veces se ha creído que el único mantenimiento preventivo que debe seguirse es el recomendado por el fabricante, sin embargo, comúnmente ocurre que las condiciones de operación del equipo difieren mucho de las condiciones supuestas por el fabricante, por tanto, es importante la recolección de datos durante el funcionamiento del equipo para poder diseñar un buen plan preventivo.

### **2.1.5 Paros programados**

Los paros de planta programados son aquellas actividades planificadas, las cuales están estipuladas de forma preceptiva por la empresa hacia la maquinaria del departamento asignado, así mismo el indicador de eficiencia no se ve afectado de forma negativa, debido a que los cronogramas y stock establecido no se ve afectado por estos paros de planta, estos incluyen; mantenimiento de maquinaria, reparaciones e inspecciones tanto de la empresa propio como de aporte externo solicitado por la empresa.

De acuerdo con (Fernando ,2022) Los paros programados son el tiempo planificado dentro del programa de producción diario en los cuales la línea permanecerá fuera de producción. Los paros programados que existen dentro de la línea de producción son: cambios de sabor, cambios de presentación, pruebas de nuevos productos, mantenimiento preventivo y limpieza.

Como resultado, estos paros programados son implementados por el departamento encargado de su administración y mantenimiento, previniendo así el daño de maquinaria necesaria para la producción o minimizando el mal funcionamiento de la maquinaria de la empresa de refinería.

### **2.1.6 Paros correctivos**

En contraste con lo anterior los paros correctivos son dependientes de la maquinaria de la empresa lo que se define como: la reparación de maquinaria después de haber presentado alguna falla técnica por mal mantenimiento de la misma, estos paros no programados, si

afectan al indicador de eficiencia establecido por la empresa debido al estimado nulo que la empresa realizó agregando costos extras en mantenimiento y pérdidas en el departamento de producción, el stock no se ve afectado ya que poseen una cantidad mayor a las dos mil unidades en caso de emergencias para la venta hacia el consumidor.

Agregando a lo anterior, como resultado de estos paros correctivos, la empresa no posee control ni registro de las máquinas y su rendimiento constante, lo cual da origen a situaciones inesperadas, como lo son reparar maquinaria dañada y no asignar un periodo de inspección y prueba ocasionando desconocer su estado, lo que genera un paro de planta si el departamento llega a enfrentar una situación donde ambas plantas de refinado se encuentren en paro por mal funcionamiento.

(Cruzado Valladares, 2020) comenta que una de sus ventajas es que no se realiza mantenimiento excesivo al activo, sin embargo, esto puede ocasionar excesivas pérdidas económicas si la falla llega a ser catastrófica.

### **2.1.7 Diagrama de procesos**






“Los diagramas son representaciones gráficas de los procesos y son una herramienta muy útil, para estudiar y analizar los procesos con detenimiento e identificar qué aspectos se pueden mejorar. Los diagramas presentan la ventaja que son muy visuales de forma que, de una sola ojeada, se puede conocer cómo se desarrolla el proceso.” (Gisbert R, 2020)

En resumen, un diagrama de proceso o de flujo, para empezar el correcto funcionamiento de un de un diagrama de proceso es necesario enfocarse en el paso número uno, el cual es desarrollar un proceso de mapeo sobre las actividades de la empresa con el fin de reconocer

el flujo de producción de la misma con símbolos designados los cuales se explican en la siguiente figura 7.

*Figura 8 Ejemplo de diagrama de flujo y sus principales símbolos*

## Diagrama de flujo y sus principales símbolos

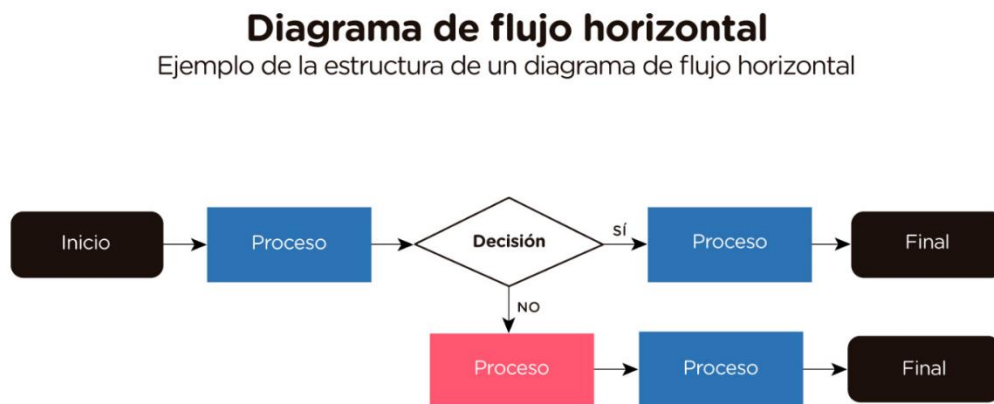
SÍMBOLO	NOMBRE	FUNCIÓN
	Inicio / final	Representa el inicio y el final de un proceso
	Línea de flujo	Indica el orden de la ejecución de las operaciones
	Proceso	Representa cualquier tipo de operación
	Decisión	Permite analizar una situación según si su respuesta es verdadera o falsa, sí o no
	Entrada / salida	Representa la lectura de datos en la entrada y la impresión

Fuente: (Enciclopedia concepto, 2024)

Asimismo, para el óptimo desarrollo del proceso de flujo existen diversos símbolos con los cuales se podrá identificar las diferentes acciones o protocolos a tomar en cuenta.

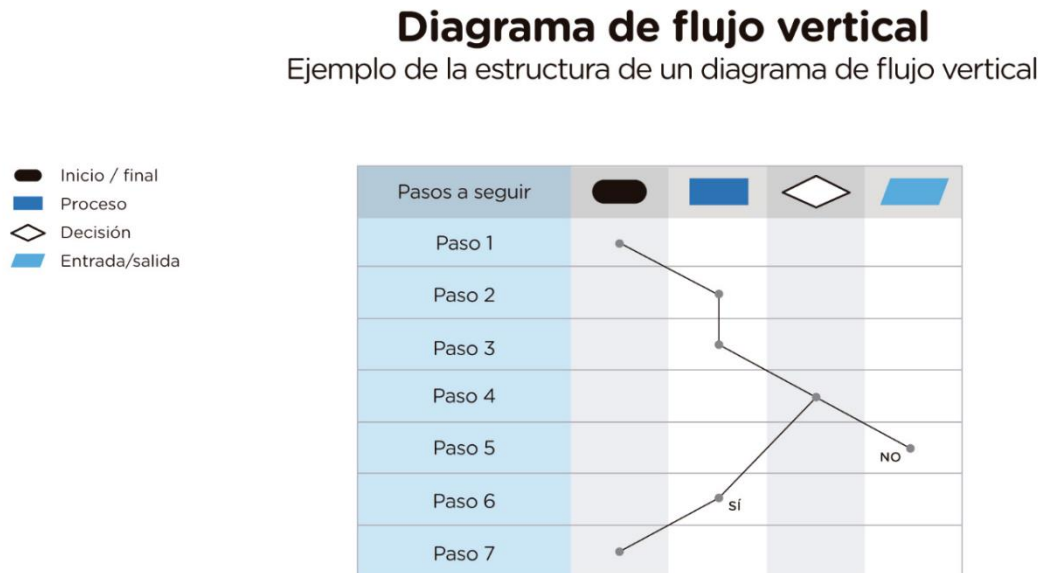
Algunos formatos de diagramas a implementar por la empresa pueden ser:

*Figura 9 Ejemplo de diagrama de flujo horizontal*



Fuente: (Enciclopedia concepto, 2024)

Figura 10 Ejemplo de diagrama de flujo vertical



Fuente: (Enciclopedia concepto, 2024)

Los diagramas de flujo son una herramienta fundamental para el proyecto de investigación, debido a su forma visual de representar los datos y la información recolectada desde un inicio y su proceso durante la situación presente, optimizando y reduciendo su dificultad a la hora de su debida comprensión, lo cual viene muy bien para la empresa.

“Entendemos al diagrama como un instrumento ideo-gráfico y heurístico, importante facilitador de aprendizajes significativos, que desde una perspectiva epistemológica, permite construir y expresar sintéticamente conocimientos y desde la perspectiva heurística,

activa las capacidades de invención, combinación y posicionamiento estratégico de cada individuo.”(Mayorga, 2017)

## **2.2 MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO**

La implementación de una directriz se enfoca en una normativa o modelo el cual debe considerarse durante el procedimiento estándar asignado por la empresa, indicando el proceso de producción y procesado, establecido por la empresa o como en dado caso el departamento de refinería con el fin de estandarizar los procesos realizados por las diferentes áreas de trabajo que componen a la empresa, aumentando las ganancias y la eficacia de producción de la empresa.

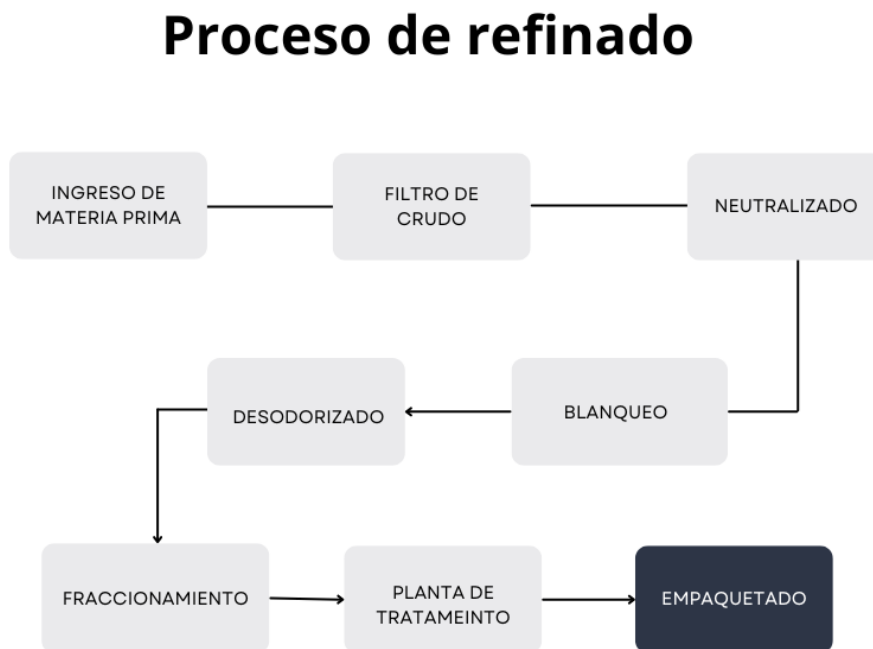
### **2.2.1 Departamento de refinería**

El departamento de refinería de la empresa INOLASA es el área encargada de la valoración, estudio y procesado del aceite y lecitina, sin incluir productos derivados como lo son servicios de comida y panadería-repostería, no se incluye el jabón producido debido a que la empresa INOLASA no comercia con ese producto, es de uso propio de la empresa.

Al mismo tiempo el departamento de refinería es el encargado de diversos centros de costos los cuales se clasifican en: neutralizado, blanqueado, desodorizado, fraccionamiento y descerado (el departamento y proceso se identifica con las siglas RBD) lo cual significa (refinado, blanqueado y desodorizado).

Es decir, con la condición de cumplir con todos los requisitos establecidos por el área de calidad, el departamento de refinación será el encargado del procesado del aceite y sus derivados, con el producto ya refinado, este procede a ser transportado al departamento de empaquetado.

*Figura 11 Ejemplo de diagrama del proceso de refinado*



Fuente: (Elaboración propia, 2024)



Con base a la figura 10, se menciona los diferentes apartados que posee el proceso, existen diferentes subprocesos.

**Ingreso de materia:** se encarga de recibir la materia prima tanto de la soya como de la palma y demás.

**Filtro de crudo:** Se encarga de recibir el aceite extraído y lo filtra utilizando los filtros de placas.

**Desgomado:** Las centrifugas son las encargadas de quitar la goma del aceite, aquí se encuentran plantas de lecitina.

**Neutralizado:** Se realiza el proceso de hidrolisis y se extrae el jabón del aceite.

**Blanqueado y desodorizado:** Estas dos van en un solo conjunto, aquí se encuentran las adecsas uno, cuatro y cinco.

**Empaquetado:** Esta parte ya es encargada de ser realizada por otro departamento de la empresa, el cual se encarga de etiquetar y empaclar los productos de la empresa.

### ***2.2.2 Lean Six Sigma***

“La principal filosofía de Six Sigma indica que todos los procesos se pueden definir, medir, analizar, mejorar y controlar (lo que comúnmente se conoce como el método DAMAIC, por sus siglas en inglés). Según Six Sigma, en todos los procesos debe haber entradas y salidas. Las entradas son acciones que el equipo lleva a cabo y las salidas

son los efectos de esas acciones. La idea central es que si puedes controlar la mayor cantidad de entradas (o acciones) como sea posible, también controlarás sus salidas.”

(asana, 2024)

La metodología “*Lean Six Sigma*”, posee un enfoque en el área de gestión de la calidad, la cual obtiene como principal función u objetivo el minimizar los contratiempos presentados en los procesos y actividades realizadas por la empresa.

*Figura 12 Ejemplo de metodología DMAIC Y metodología DMADV*

## DMAIC Y DMADV

### DMAIC



### DMADV



Fuente: (Elaboración propia, 2024)

Según se aprecia en la figura 11, la diferencia radica en que la metodología DMADV se utiliza para diseñar desde cero los procesos o productos de la empresa, en cambio la metodología DMAIC se utiliza para la optimización de procesos ya implementados en la empresa, lo que beneficia al proyecto de investigación.

Del mismo modo, dicha metodología se clasifica como una de las dos principales metodologías encargadas de la reducción de desperdicios y optimización de los procesos productivos, esta herramienta posee como principal objetivo el cumplimiento satisfactorio sobre las exigencias y necesidades que sobrevienen en conjunto con un consumidor de los productos o servicios de la empresa.

Por ejemplo, la siguiente situación plantea el disgusto del consumidor al aumentar los costos del producto o generar alguna extensión de tiempo agregado al servicio, muchos de los consumidores desean una relación coste-tiempo el cual beneficie al consumidor, comodidad y practicidad con dos aspectos de gran importancia a tomar en cuenta con respecto a las estrategias a implementar.

“En Six Sigma, el objetivo es garantizar que puedes brindar a los clientes el mayor valor posible. Es decir, tu equipo debería dedicar mucho tiempo a identificar quiénes son tus clientes, cuáles son sus necesidades y qué los motiva a comprar productos. Este principio, funciona perfectamente también para compañías de SaaS, ya que, con frecuencia, se centran en flujos de ingresos recurrentes. Al identificar lo que el cliente

quiere y necesita, el equipo puede entender mejor cómo retenerlo y hacer que vuelva constantemente al producto.” (asana, 2024)

Por lo consiguiente, esta herramienta aporta grandes beneficios como lo son: la retención de consumidores fieles, el beneficiar el incremento en las ganancias de la empresa, minimizando el margen de error en la producción y optimizando los procesos estandarizados de la empresa.

### **2.2.3 Método DMAIC**

La metodología DMAIC es el marco a seguir, una estrategia brindada de la metodología “*Lean Six Sigma*” cual posee como objetivo el definir, analizar y comprender de forma óptima y correcta el método resolutivo a implementar como solución a la problemática que presente la empresa.

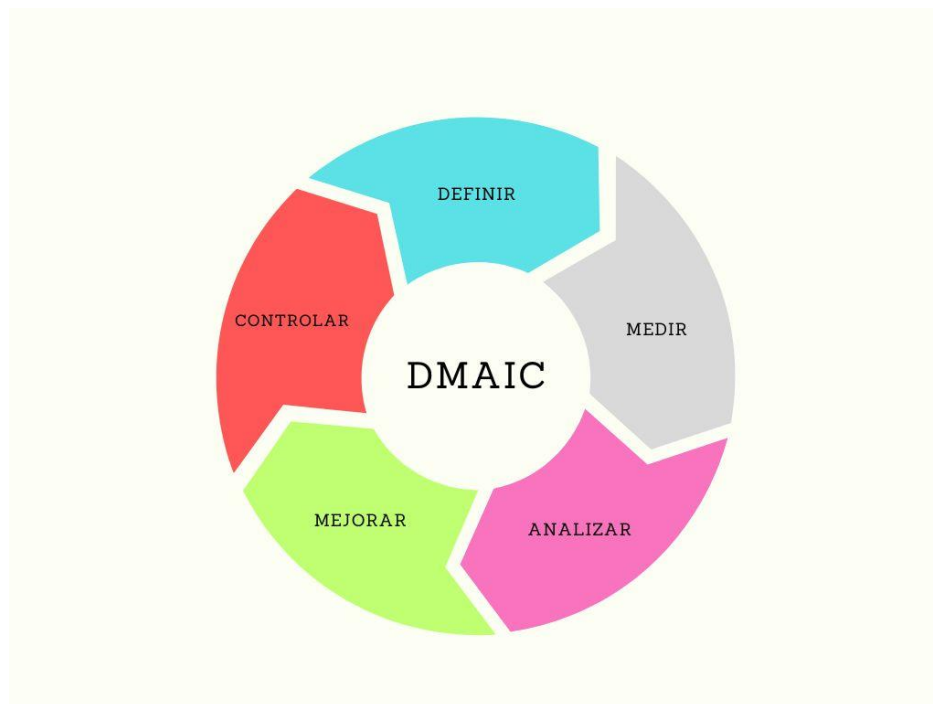
“Las empresas industriales hoy en día tienen que enfrentar un mercado muy exigente, donde no solo prima la enorme competencia y el precio, sino que también existe la necesidad de ofrecer un producto o servicio de calidad a los clientes; motivo suficiente por el cual las empresas indispensablemente necesitan gestionar sus procesos claves y el talento humano que apoya el trabajo. Por lo tanto, las empresas deben mejorar sus métodos de trabajo, eliminar tiempos muertos, utilizar eficientemente sus recursos, mejorar sus tiempos de entrega e invertir en formación y capacitación de sus colaboradores, todo ello, con el fin de ser una empresa más rentable y competente en el mercado.” (Guimarey López et al., 2021)

Dicha metodología se conforma por cinco bases principales, las cuales se caracterizan por poseer su propia definición, característica, herramientas, procesos y soluciones a implementar.

Resumiendo lo anterior las etapas que componen el método DMAIC se clasifican en: definir, medir, analizar, mejorar y controlar.

Como bien comenta (Pérez Domínguez et al., 2020, p. 57) DMAIC es un acrónimo de cinco fases interconectadas. Definir los objetivos del proyecto y medir el proceso, analizar y determinar la causa y el futuro proceso de control de rendimiento. Cada paso en la metodología se enfoca en obtener los mejores resultados posibles para minimizar la posibilidad de error.

*Figura 13 Ejemplo del ciclo DMAIC*



Fuente: (Elaboración propia, 2024).

#### **2.2.4 Definir**

Siendo esta la primera etapa de la metodología DMAIC, la misma se enfoca en estimar cuánto alcance conserva el proyecto de investigación, identificando las problemáticas presentes en el departamento afectado, incluyendo los consumidores a quienes va dirigido el producto o servicio brindado, al mismo tiempo se identifican los afectados y el impacto a futuro considerando los datos recolectados en esta fase de definición de la problemática.

De acuerdo con (Pérez Domínguez et al., 2020, p. 58) En la primera etapa del DMAIC, “Definir”, se define claramente en qué consiste el proyecto, buscando la satisfacción del cliente, se comprende y define el proceso actual, con el fin de enfocar adecuadamente el proyecto e identificar oportunidades rápidas de mejora y establecer los objetivos de mejora de acuerdo con las necesidades y buscando la satisfacción del cliente

Con esta etapa se da base sólida para el desarrollo e investigación de las demás etapas presentes en el proceso de la metodología aplicada.

### 2.2.5 Medir

En esta segunda etapa del procedimiento de la metodología, se comprende como la recolección de datos investigativos, la comprensión de dichos datos y evaluación de los datos obtenidos de la primera etapa (definición), en comparación con el sistema estipulado por la empresa.

“En la etapa de Medición, se realiza la toma de datos para ser capaces de cuantificar el problema y tener una idea precisa de cuál es el punto de partida los objetivos que el equipo de mejora Seis Sigma debe cumplir en esta segunda etapa de la metodología DMAIC.”  
(Pérez Domínguez et al., 2020, p. 58)

Posterior a la recolección de los datos investigativos, se procede a emplear las diferentes herramientas, las cuales se clasifican como: Los diagramas de Pareto, los sistemas de análisis de datos, el plan de recolección de datos e histogramas, por mencionar algunas de las tantas herramientas que posee estas etapas, estas herramientas se encargan de aportar en la resolución del planteamiento de la estrategia con el fin de comprender y medir el impacto que la empresa estima de la estrategia a implementar.

### 2.2.6 Analizar

En la tercera etapa del proceso, se localiza la fase de interpretación y análisis de los datos obtenidos de las etapas anteriores del procedimiento, en esta etapa los datos cualitativos son analizados con el fin de obtener las posibles soluciones estratégicas para la problemática identificada por la empresa.

En este proceso de analizado el departamento o encargado del área deberá investigar las causas origen de los desperfectos presentados, se aclara que en esta etapa solo se deben de analizar las causas iniciales que den cabida a la generación de la problemática, las desventajas que ocasiona dichas problemáticas no se asocian al análisis inicial, debido a que su enfoque son los contratiempos identificados, no sus consecuencias.

“Las herramientas utilizadas y el orden en que se apliquen dependerán del problema del proceso y la manera en que será abordado para analizar los datos e información obtenidos en la fase anterior y convertir estos a información realmente útil con el fin de encontrar las causas raíz de los problemas, verificando las relaciones causas y efectos.” (Pérez Domínguez et al., 2020, p. 58)

El conocimiento de estas causas logra aportar a las medidas que se tomarán en cuenta contra la problemática, esta fase incluye herramientas visuales como gráficos cuantitativos y diagramas de flujos con el fin de generar una interpretación de las causas de una estructura



más eficaz y concisa aportando resumen y claridad a la información presentada para el proceso de mejora.

### **2.2.7 Mejorar**

El proceso de mejora es la cuarta etapa de la metodología, la misma se interpreta como una “I” debido a su sigla en inglés derivada de la palabra “*improve*”, en español no obtiene una traducción designada, por lo tanto, no aplica un cambio de letra.

En base a los análisis obtenidos y su debida comprensión, la cual da origen a la mejora del proceso, siendo interpretada como una optimización de las posibles causas problemáticas que afecten a la empresa, dando inicio a soluciones específicas las cuales se encargan de minimizar los riesgos, encontrados a lo largo de todo el proceso investigativo, en esta etapa se toma en cuenta la minimización de costos y promoción de las ganancias de la empresa.

(Pérez Domínguez et al., 2020, p. 58) comenta que La mejora de la fase se trata de eliminar la causa fundamental del problema. Se identifican las características del proceso que se puedan mejorar una vez realizado esto, las características son diagnosticadas para conocer si las mejoras en el proceso son relevantes.

La cuarta etapa se resume como la etapa donde la herramienta permite optimizar el proceso con el fin de beneficiar el desarrollo económico y rendimiento de los procesos de la empresa a partir de las estrategias implementadas.

### 2.2.8 Controlar

Por último, se encuentra la etapa del control, con base a lo obtenido e implementado en las etapas anteriores, esta etapa aprovecha esa la implementación de la nueva estrategia elegida por el encargado o el departamento asignado con el fin de monitorear y controlar durante su periodo de avance, desarrollo y medición de beneficios para con la empresa.

“El objetivo del control es que los procesos sean estables y capaces. Un proceso estable significa que el comportamiento de las variables definidas como claves se mantenga constante en el tiempo y por lo tanto dicho comportamiento sea fácilmente predecible.”

(Pérez Domínguez et al., 2020, p. 59)

En esta etapa final, se busca garantizar la resolución de la problemática, aumentando el margen de éxito de la empresa y estandarizando el nuevo proceso designado por la empresa o el jefe líder encargado del departamento.

Con esta fase la empresa logrará obtener un seguimiento cercano del funcionamiento de la estrategia elegida, en el debido caso de presentar algún contratiempo, ya sea un error de cálculo o falla técnica, el periodo de control permitirá al procedimiento una ejecución correctiva a tiempo, sin generar algún costo o pérdida a la empresa designada.

De acuerdo con (Soler et al., 2018, p. 31) para mantener y analizar las mejoras aplicadas se deber realizar un seguimiento de las acciones de mejora y comprobar los resultados

obtenidos. En esta etapa la herramienta más utilizada son los gráficos de control, pero también se pueden utilizar análisis de capacidad o la determinación del nivel sigma del proceso.

Como nota final se agrega que las herramientas implementadas en esta metodología DMAIC son encargadas de aportar al entendimiento de las preguntas:

- ¿Cómo fue el proceso anterior?
- ¿Cómo es el proceso actual?
- ¿Cómo será el proceso a futuro?

### **2.2.9 Diagrama SIPOC**

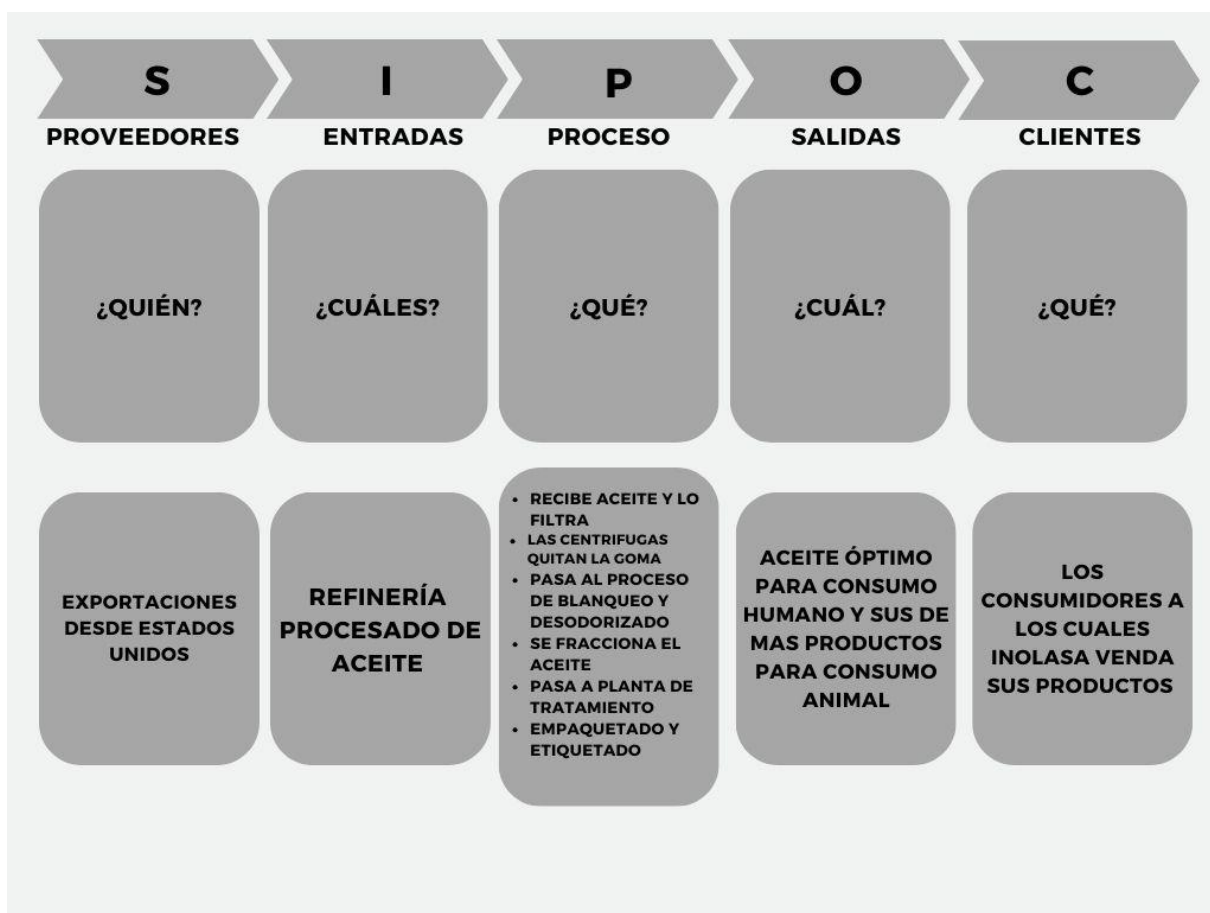
Por lo que se refiere al Diagrama SIPOC (por sus siglas en inglés) se interpreta como la identificación del proceso de funcionamiento del sistema de trabajo implementado en la empresa, con este diagrama se dan a conocer características claves del sistema operativo a los líderes encargados de los departamentos encargados, se incluyen los alcances que estiman obtener, características, estructuras y funcionamiento del proceso.

(González González & Escobar Prado, 2021, p. 122) ellos dos comentan que Cabe anotar que mediante la filosofía Lean, la empresa adopta un proceso de gestión de mejora continua, orientado a mejorar la calidad del servicio y el punto de vista del cliente. Utilizando la herramienta SIPOC se describen las actividades desde que se recibe la orden de compra del cliente hasta que ingresan las órdenes internas a fábrica o a proveedores.

Con base a lo anterior mencionado, se logra identificar un proceso el cual investigue desde su ingreso a la empresa, su proceso durante y después, asimismo se valoran factores tanto externos como internos, los cuales afecten o beneficien en alguna medida a la empresa.

Se logran identificar problemáticas y limitaciones dentro del sistema de trabajo de la empresa, en general, un estudio informativo del funcionamiento actual del sistema operativo empleado el cual no posee información excesiva, como se aprecia en la siguiente figura 13.

Figura 14 Ejemplo de diagrama SIPOC



Fuente: (Elaboración propia, 2024).

Con esta herramienta se obtienen soluciones a cuestiones que generan retraso en el desarrollo empresarial, tales como: identificar las entradas y salidas de la empresa y sus suministros, lograr el entendimiento de las necesidades de los consumidores meta de la empresa, asimismo los procesos obligatorios para el manejo de los procesos internos y externos del sistema operativo de la empresa.

### **2.2.10 Ishikawa**

Un diagrama de Ishikawa o un diagrama de espina de pescado es una metodología de trabajo e investigación formado por un diagrama de causa-efecto, la principal razón de su nombre tanto en inglés siendo “*Fishbone diagram*” es debido a que su estructura es similar a dicha figura de un esqueleto de pescado.

“Conocido también como diagrama causa-efecto o diagrama de espina de pescado, fue ideado en 1943 por el japonés Kaoru Ishikawa y es una herramienta gráfica que presenta de forma sistemática las causas de un efecto-problema, por lo que permiten identificar los diversos motivos que intervienen o determinan el problema principal. Inicialmente fue utilizado para el análisis de problemas relacionados con la calidad, pero rápidamente su uso se generalizó en múltiples campos.” (Montoya Restrepo, 2023, p. 320)

Cabe mencionar que la estructura interna del diagrama, la cual inicia con una problemática, siendo esta la cabeza del esqueleto del pescado, posteriormente, se utiliza una flecha

horizontal la cual se encarga de dirigir las causas origen de la problemática identificada, estas causas se dividen en seis flechas, las cuales se enfocan en diferentes áreas.

#### **2.2.10.1 Espinas superiores**

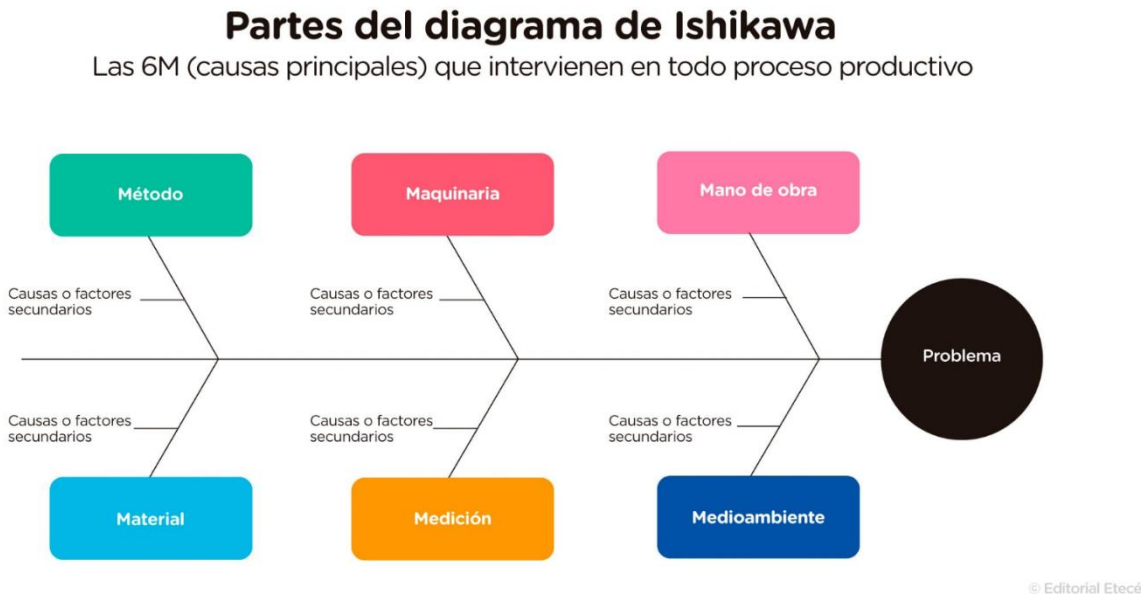
- Método
- Maquinaria
- Mano de obra

#### **2.2.10.2 Esquinas inferiores**

- Material
- Medición
- Medioambiente

En base a dicha estructura se logran desarrollar los procesos, actividades o elementos que aumentan la problemática o los que minimizan dicha problemática.

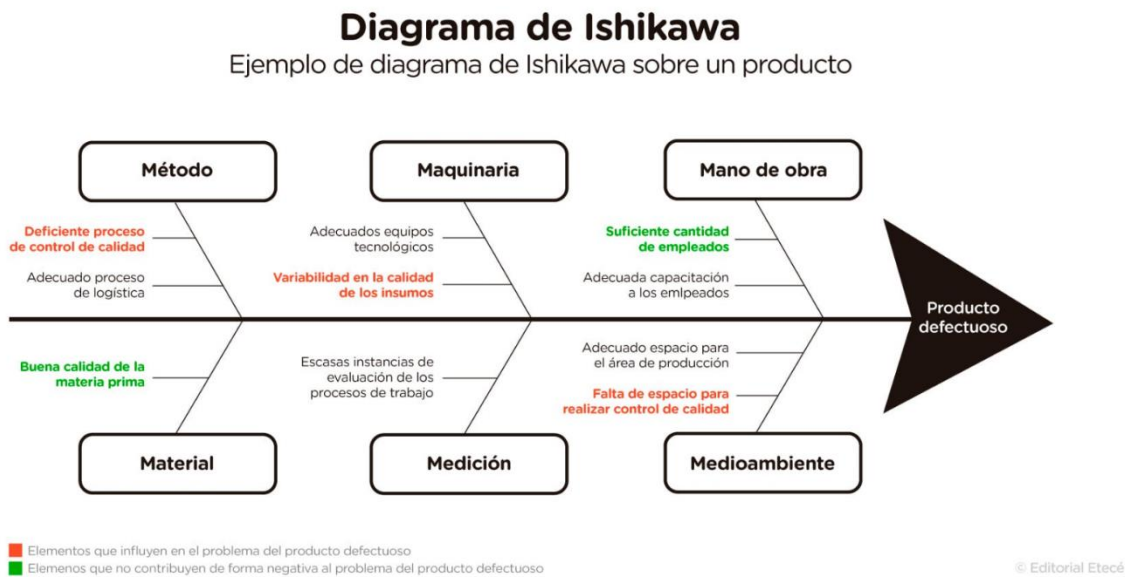
Figura 15 Ejemplo de estructura de un diagrama de Ishikawa



Fuente: (Enciclopedia concepto, 2024)

Esta herramienta visual se acredita el poseer las principales causas potenciales de los factores de afectación, incluyendo amenazas y limitaciones hacia el proceso productivo, de esta forma quedan en evidencia las opciones que no poseen un beneficio para el proceso, en comparación con las demás opciones, se clasifican dependiendo de su impacto negativo en empresa, también se pueden ver afectados factores como el mercado a quién va dirigido el producto o servicio y la disminución del capital activo.

Figura 16 Ejemplo de estructura de un diagrama de Ishikawa sobre un producto



Fuente: (Enciclopedia concepto, 2024)

De acuerdo con (Burgasí Delgado et al., 2021, p. 1220) El diagrama de Ishikawa abarca dos puntos de vista que permiten definir y dar profundidad a las causas y los efectos del problema planteado, mediante el análisis de donde se origina y cómo se han ido induciendo, es decir parte desde el origen para resolver el problema.

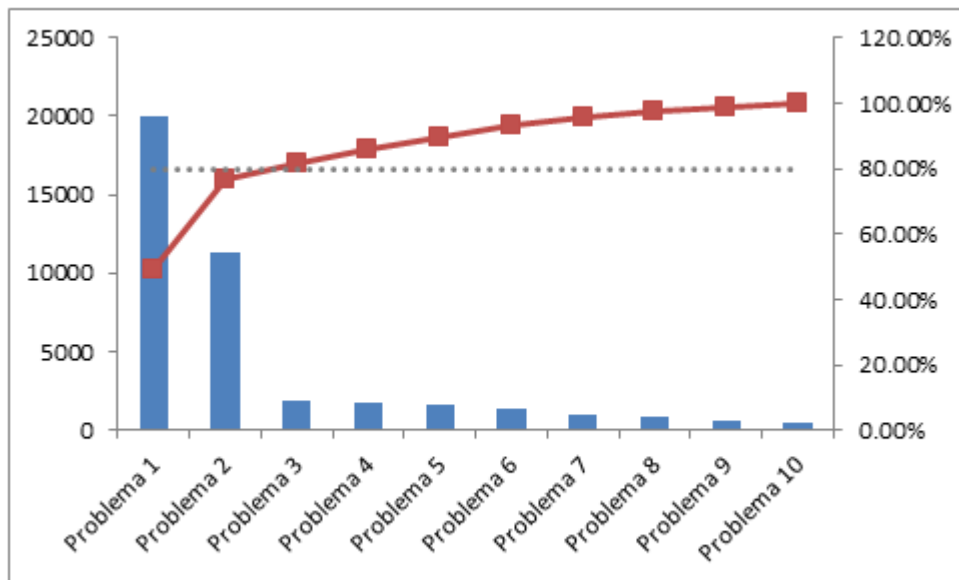


### 2.2.11 Diagrama de Pareto

Un diagrama de Pareto o un “*Pareto chart*” se asocia a un gráfico de barras normal, poseyendo una estructura similar a la misma, con la diferencia que esta herramienta se logra estudiar si la frecuencia de los datos crece o decrece en orden de mayor a menor.

“El principio de Pareto, también conocido como la regla del 80-20, debe su nombre a Wilfredo Pareto (1848-1923), economista y sociólogo. En 1909, Pareto observó en sus estudios económicos que el 80% de la riqueza estaba concentrada en el 20% de la población, y que solo el 20% de los países con economías fuertes dominaba al resto. Sin embargo, fue en 1930 cuando Juran (1975) analizó la distribución desigual de las pérdidas de calidad del producto, los ausentismos de los trabajadores, los accidentes laborales y otros aspectos, y notó que un alto porcentaje de estos eventos podía explicarse por unas pocas causas, en una proporción 80-20.” (Montoya Restrepo, 2023, p. 323)

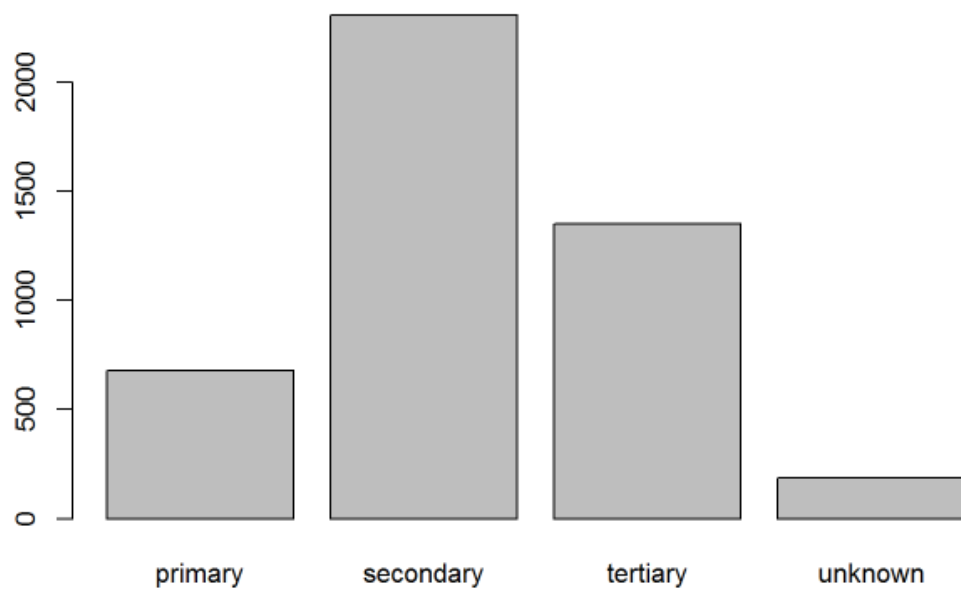
Figura 17 Ejemplo de diagrama de Pareto



Fuente: (EXCELTOTAL, 2024)

En contraparte a un gráfico de barras, el gráfico de barras respetara el orden de los datos, haciendo que las frecuencias sean representadas en el orden dictado o clasificado, no posee una clasificación obligatoria.

Figura 18 Ejemplo de un Diagrama de Barras



Fuente: (R para principiantes, 2024).

### **2.2.12 Plan de recolección de datos**

Esta herramienta del “*Six Sigma*” se encuentra en la etapa de medición, siendo una de varias herramientas adaptadas para la resolución de la problemática presente.

El primer paso para la creación de un plan de recolección de datos, se deben de seguir ciertos procesos para lograr dar inicio al estudio investigativo de la herramienta, se da inicio con la información base brindada por la empresa, la cual se puede dividir en información cualitativa e información cuantitativa.

Esta herramienta se puede estructurar con tres diferentes tipos de plan de recolección de datos, dependiendo de la problemática y su mejor opción para el estudio, estas tres opciones son:

- Plan de recolección de datos en retrospectiva: el cual se caracteriza por obtener información mediante las bases de datos físicas de la empresa, tales como lo serian reportes históricos y archivos de datos de la empresa.
- Plan de recolección de datos en observación: La misma se caracteriza por obtener información durante, la realización y estudio de la investigación de la problemática presente.
- Plan de recolección de datos por experimento: En tercer lugar, se encuentra dicha herramienta, la cual se enfoca en recolectar información durante la generación de cambios y reparaciones que presente el proceso de la empresa (recopila datos durante el periodo de prueba y error del proceso).

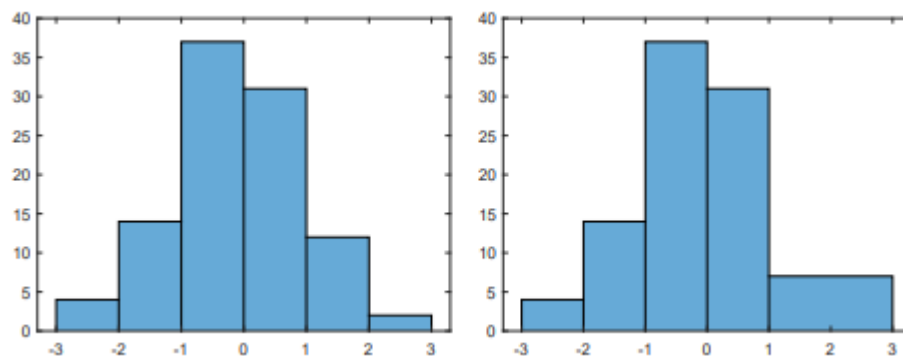
Para este proyecto investigativo se planteó el utilizar la herramienta de encuesta para lograr obtener información base de la problemática, los procesos y las medidas a tomar en cuenta.

### 2.2.13 Histograma

Se encuentra en la etapa de medición de la metodología DMAIC, clasificada como una herramienta la cual es representada como un diagrama de barras el cual se encarga de representar la frecuencia de distribución de los datos.

“Un histograma se obtiene levantando sobre cada intervalo de clase un rectángulo cuya área sea igual a la frecuencia del mismo. En general cada rectángulo tiene la misma anchura, por lo que la altura de cada barra es proporcional a la frecuencia correspondiente, ya sea relativa o absoluta. En algunos casos las clases son de anchura no constante, en este caso la altura correspondiente a cada rectángulo que habrá que levantar sobre el eje de ordenadas será el cociente entre el área y la base del mismo (amplitud del intervalo).” (Soler Mallol, 2022, p. 7)

*Figura 19 Ejemplo de un histograma*



Fuente: (Soler Mallol, 2022)

Para la creación de dicho histograma son necesarios los datos cuantitativos, los cuales se dividen en intervalos y frecuencias absolutas.

Se aclara que, dependiendo de la cantidad de datos a la hora de realizar un muestreo, es recomendable saber la cantidad recogida con el fin de saber si la muestra amerita un diagrama de barras, en cuyo caso utiliza muestras pequeñas o al contrario utilizar un histograma para cantidades más grandes.

#### **2.2.14 *Brainstorming***

Esta herramienta es parte del análisis DMAIC planteado, la mejor forma de recrear un “Brainstorming” o en español, una lluvia de ideas la cual posee la creación e implementación de soluciones generadas de forma concisa y clara a partir de un equipo de trabajo encargado de un departamento en específico o un líder encargado, el cual tome en cuenta las recomendaciones del departamento.

Para el debido desarrollo de una lluvia de ideas se toma en cuenta preguntas claves, a veces se complementan con diagramas de flujos, los cuales aportan en la decisión o el impacto de una acción en el proceso a mejorar o producto, en base a esto, estas ideas se tomarán en cuenta para las soluciones más óptimas y beneficiosas para el proceso.

Figura 20 lluvia de ideas del departamento de refinería



Fuente: (Elaboración propia, 2024)

Algunos factores claves para un “Brainstorming” óptimo y eficaz, pueden variar según problemática o los servicios ofrecidos por la empresa, pero siempre se debe de tomar en cuenta que no falten estos puntos clave para el desarrollo de la lluvia de ideas:

**Temas de enfoque:** Con este paso clave, la lluvia de ideas se centra en el tema principal de la problemática o mejora a implementar, sin dejar espacio a alguna desviación del tema con factores secundarios o terciarios, aun estén relacionados al tema, el enfoque será el tema principal.

**Utilizar todas las ideas planteadas:** Con este paso, se registrarán todas las ideas planteadas por los participantes en la lluvia de ideas, con el fin de empezar el proceso de análisis y previsualizar las posibles soluciones, toda idea por mínima que sea realiza un aporte al estudio.

**Optimizar el “*Brainstorming*”:** esta etapa plantea desarrollar soluciones que aporten una mejora notable en los productos o servicios que ofrezca la empresa, en pocas palabras, se elegirán solo ideas que otorgan un beneficio claro y conciso para la empresa o departamento asignado.

#### **2.2.15 *Non Value-Added***

Las actividades sin valor agregado son una herramienta que proviene de la metodología “*Lean Six Sigma*”, siendo parte del proceso de análisis de la metodología DMAIC, con esta herramienta se logra identificar las diferentes actividades que no generan ningún valor a la empresa, por el contrario, las actividades que si generan valor son todas aquellas necesarias que aporten algún beneficio tanto a la empresa como al proceso o servicio realizado por la misma.



Las actividades sin valor logran afectar los costos de la empresa, por lo tanto, si se logran reducir o eliminar por completo, los costos de la empresa se verán reducidos, para el beneficio de la empresa, así como las actividades con valor agregado, solo aumentaran las ganancias u optimizaran los procesos de la empresa ya estipulados por la misma.

Asimismo, las herramientas de valor agregado se logran clasificar de tres formas diferentes:

**Valor agregado:** Se definen como aquellas actividades que, si generan un aporte notable en las ganancias de la empresa, actividades como la satisfacción de los consumidores u optimización de procesos son claves en este proceso.

**No valor:** son aquellas actividades que no generan ni benefician a las ganancias de la empresa, se consideran como actividades o procedimientos obligatorios para el funcionamiento de la empresa o departamento encargado.

**Residuos:** Son todas aquellas actividades que generan un gasto económico o retraso en el proceso de la empresa, son actividades totalmente innecesarias para la empresa o el departamento asignado.

Para el desarrollo de la herramienta se toma en cuenta el flujo estandarizado como se aprecia en la siguiente figura 20.

Figura 21 Ejemplo de diagrama de valor agregado



Fuente: (Brumier, 2020)

Como se aprecia en la figura 20, se plantea un pequeño diagrama de flujo el cual servirá como guía base para la formulación o selección de actividades que generen valor a la empresa, además de apoyar en la toma de decisiones sobre el mantenimiento o reducción de actividades que se caractericen por ser innecesarias o decidir por su completa eliminación.

### 2.2.16 Método FMEA

La metodología de Análisis de Modos de Fallas y Efectos o bien “*Failure Mode and Effects Analysis*” por sus siglas en inglés (también se pueden utilizar las siglas AMEF), se considera una metodología la cual consigue identificar los pasos necesarios del proceso o productos para su debido funcionamiento o su mal funcionamiento, dependiendo del enfoque en que se desea aplicar la metodología.

El método FMEA es puesto en prácticas por muchas empresas con el fin de lograr antelar cualquier circunstancia que obstruya el debido funcionamiento del proceso ya sea para algún producto o algún servicio estipulado por la empresa, asimismo se obtienen factores de impacto que afecten al proceso y en base a esos factores se consigue evaluar las fallas y efectos del proceso afectado.

Como bien comenta (Vásquez Caldas, 2021, p. 24) algunos de los beneficios existentes dentro de la metodología FMEA pueden ser:

- Ser parte de una estrategia de mejora continua.
- Detección de las fallas antes de su ocurrencia.
- Reducción de gastos en reparación.
- Aumento de la confiabilidad.
- Mantenimiento más breve.
- Mejora el conocimiento del proceso.
- Mejora la satisfacción del cliente.

Para el proceso de investigación se plantea el método FMEA centrado en la maquinaria de la empresa, es decir, su enfoque se focaliza en localizar e identificar las posibles fallas o efectos que presenten las maquinarias encargadas de los procesos, en este caso siendo las plantas de tratamiento ubicadas en el departamento de refinería de la empresa INOLASA.

Algunos factores a tomar en cuenta para la debida aplicación del método FMEA en maquinaria, es conocer los componentes de la maquinaria, es decir lo que constituye la prioridad de nivel a tomar en cuenta de realizar el estudio, por ejemplo:


*Figura 22 Ejemplo de jerarquía aplicando el método FMEA en maquinaria*

- Nivel 1: Nivel del sistema - Máquina genérica
- Nivel 2: Nivel del subsistema - Eléctrico, mecánico, controles
- Nivel 3: Nivel del ensamblaje - Dispositivos/herramientas de sujeción, manipulación de materiales, accionamientos
- Nivel 4: Nivel del componente

Fuente: (Fractal Tech S.L, 2024)

A continuación, se muestra un ejemplo de FMEA:

Figura 23 Ejemplo de FMEA

				<b>Análisis de Modos de Fallas y Efectos</b>					Fecha				
Departamento					Encargado/a								
Maquinaria					Supervisor/a								
Actividad	Modo	Efecto	Causa	Controles	S	O	D	NPR 1	Acciones	S	O	D	NPR 2
Actividad 1	Fallo 1	Efecto 1	Causa 1	Control 1	10	5	4	200	Acción 1	10	5	2	100
Actividad 2	Fallo 2	Efecto 2	Causa 2	Control 2	10	5	4	200	Acción 2	10	5	2	100
Actividad 3	Fallo 3	Efecto 3	Causa 3	Control 3	10	5	4	200	Acción 3	10	5	2	100
Actividad 4	Fallo 4	Efecto 4	Causa 4	Control 4	10	5	4	200	Acción 4	10	5	2	100
Actividad 5	Fallo 5	Efecto 5	Causa 5	Control 5	10	5	4	200	Acción 5	10	5	2	100
Actividad 6	Fallo 6	Efecto 6	Causa 6	Control 6	10	5	4	200	Acción 6	10	5	2	100
Actividad 7	Fallo 7	Efecto 7	Causa 7	Control 7	10	5	4	200	Acción 7	10	5	2	100
Actividad 8	Fallo 8	Efecto 8	Causa 8	Control 8	10	5	4	200	Acción 8	10	5	2	100
Actividad 9	Fallo 9	Efecto 9	Causa 9	Control 9	10	5	4	200	Acción 9	10	5	2	100
Actividad 10	Fallo 10	Efecto 10	Causa 10	Control 10	10	5	4	200	Acción 10	10	5	2	100

Fuente: (Elaboración propia, 2024)

Algunos factores a tomar en cuenta para el desarrollo eficaz de la metodología:

- Los niveles de gravedad se representan de color, rojo, verde y amarillo, entre más alto sea el NPR, mayor será su nivel de gravedad con el proceso de la maquinaria y asimismo su funcionamiento.
- Para calcular la prioridad de riesgo se utiliza la formula  $\text{NPR} = \text{severidad} \times \text{ocurrencia} \times \text{detección}$ .
- Las causas pueden repetirse debido a una causa origen que no solo afecte a una maquinaria.

Para más comprensión del ejemplo se definen las siglas utilizadas para la plantilla del FMEA:

**S:** Significa la severidad del fallo

**O:** Significa las ocurrencias del fallo

**D:** Significa las detecciones del fallo

Para identificar la prioridad del riesgo se permite realizar el cálculo de dos formas diferentes, la primera incluye la severidad del fallo, la detección y la probabilidad, lo cual permitirá saber que tan probable es obtener un riesgo crítico para la maquinaria, asimismo, se ignora la probabilidad y solo se incluye la severidad y detección lo que significa que la empresa prioriza su mantenimiento sin importar su probabilidad de fallo.

*Figura 24 Fórmula para obtener el NPR*

$$=+Severidad*Ocurrencia*Detección$$

Fuente: (Elaboración propia, 2024)

### 2.2.17 Método Poka-Yoke

Esta herramienta toma lugar en la etapa de mejorar del DMAIC, Esta técnica de origen japones tiene sus inicios en la década de 1960, Shigeo Shingo fue el ingeniero creador de la técnica Poka Yoke, la cual se puede traducir como “*Mistake proofing*” o en español lo que significa pruebas de error.

Esta técnica de calidad va de la mano con el método FMEA, debido a que la característica del Poka Yoke, es ser una herramienta que ayude con la prevención de errores que puedan suceder durante los procesos productivos de la empresa, dicha técnica plantea, obtener una calidad optima de los productos, procesos o servicios de la empresa, también, incrementar las ganancias de la empresa.

Se aprovecho trabajar con esta técnica debido a que la empresa INOLASA ya trabaja, con una metodología parecida, la cual fundamenta los principios de:

- Parar
- Pensar
- Actuar

“En el diseño centrado en el usuario, se prioriza la creación de interfaces y elementos visuales que sean claros y comprensibles para los usuarios. La integración de Poka Yoke implica proporcionar retroalimentación visual inmediata cuando se detecta un posible error, permitiendo que los usuarios corrijan cualquier malentendido antes de que se convierta en un problema; además, la simplicidad en el diseño es un enfoque proactivo que permite una accesibilidad para evitar errores, para lograr todo este proceso se necesita la participación

activa de los usuarios, la identificación de sus principales problemas y por ende el desarrollo de soluciones preventivas con lo que se garantiza que las medidas de seguridad estén alineadas con las experiencias y expectativas reales de los usuarios.” (Herrera Pancho, 2024, p. 11)

### **2.2.18 training Plan**

La herramienta de “training plan” o un plan de entrenamiento en español, es una herramienta de control la cual se focaliza en entrenar y capacitar a los colaboradores de la empresa, evaluando su conocimiento de los procesos y medidas de seguridad de la empresa.

“La participación de las y los trabajadores en una Institución dista de ser estática; es dinámica, multidisciplinaria e interactiva, implica movilidad y cambios constantes, lo que precisa de nuevos aprendizajes, por la que nunca se termina de aprender; es por tanto una constante para las Instituciones, si éstas quieren ir a la vanguardia y mantenerse vigentes.”

(Toapanta Caiza & Pérez Manosalvas, 2024)

Dicha herramienta logra obtener un impacto positivo en el proyecto de investigación debido, a que la empresa INOLASA, es una empresa encargada de brindar capacitación previa a todos sus colaboradores, asimismo, el proyecto plantea la implementación de indicadores, aptos para cualquier colaborador encargado de las plantas de refinamiento de aceite.

El plan de entrenamiento, se compone por diferentes características base a tomar en cuenta, debido a la diferencia de escolaridad, rangos y experiencia, la capacitación permite una adaptación para todo el personal correspondiente al departamento.



El “training plan” posee diferentes herramientas para su debida implementación, las más óptimas para su desarrollo de forma empresarial, pueden ser:

- Presentaciones audiovisuales
- Charlas informativas
- Seminarios
- Conferencias
- Inducciones

“Las acciones de capacitación, en cualquiera de sus versiones:, cursos, talleres, conferencias, congresos, diplomados, permiten adquirir conocimientos teóricos y prácticos, que permiten que las personas actualicen sus conocimientos y adquieran nuevos, que fortalezcan su capacidad de respuesta ante los cambios del entorno o de sus requerimientos laborales, incrementen su desempeño dentro de la institución y estén más preparadas para el día a día, lo cual les dará mayor confianza personal al desarrollar otras aptitudes y actitudes.”

(Toapanta Caiza & Pérez Manosalvas, 2024)

### **2.2.19 Visual Process Control**

Posicionada en la etapa de control del DMAIC, el control visual es una de cinco técnicas sensoriales, que puede desarrollar una empresa para la identificación de materiales y procesos del departamento, es una técnica que beneficia a la organización y limpieza del ambiente de trabajo.

Algunos de los beneficios presentes de esta herramienta, pueden ser:

- Estandarización de procesos
- Organización de implementos de trabajo
- Un área de trabajo más limpia
- Aumento de la productividad
- Aumento de la eficacia de los procesos

## **2.3 MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO**

### **2.3.1 Producción**

Se define como un proceso de trabajo el cual consta de obtener materia prima, el cual luego será procesado para convertirse en productos o servicios que ofrezca la empresa, de acuerdo con Los procesos productivos, son actividades por las cuales pasa un producto y en cada una de ellas

se agrega valor al mismo, esto hasta dar un producto terminado o listo para la venta. la materia prima puede ser:

- Mano de obra
- Capital invertido
- Recursos naturales (para consumo humano, madera, frutas, etc.)

Y demás materiales, en este caso, INOLASA trabaja con exportaciones de palma para su extracción de aceite, también trabajan con nueces y otros productos, en un aspecto económico-social, la producción es lo que mantiene a flote los activos de la empresa, es decir aporta productos o servicios a la empresa, y al mismo tiempo aporta desarrollo económico a la organización,

### **2.3.2 Rentabilidad**

La rentabilidad de una empresa consta de su aplicación para identificar si alguna decisión es oportuna para las ganancias de la empresa, asimismo, se clasifica el nivel de riesgo de la toma de alguna decisión para la empresa, el factor más importante a tomar en cuenta con respecto a la rentabilidad de alguna estrategia o decisión a seleccionar, con este estudio, la empresa estipulara los logros meta que desea la empresa o el departamento asignado.

Gracias al estudio preventivo que se realiza al calcular la rentabilidad la empresa podrá amparar decisiones en base a los servicios o procesos que ofrezca la misma, si la inversión no es beneficiosa para la empresa, lo mejor será invertir en algún otro proceso, servicio o departamento que si aumente los activos u optimice los procesos de la empresa

### **2.3.3 Key performance indicator (KPI)**

“Las siglas KPI son por las que se conoce el término anglosajón (*key performance indicator*), también llamado término indicador clave de rendimiento. Estos indicadores KPI son las medidas o números que se utilizan para medir el desarrollo de una compañía.” (Redacción APD, 2023). En base a lo anterior se comprende que, con esta herramienta numérica, la empresa lograra entender el impacto y grado de desarrollo que posean sus productos o servicios con sus consumidores.

Existen diferentes tipos de KPI'S los cuales abarcan diferentes departamentos de una empresa, tales como son, el departamento de marketing, el departamento de finanzas o el departamento de producción, al aplicarse en el departamento de producción se tomarán en cuenta su proceso de trabajo, con el fin de estimar su rendimiento en producción y su rendimiento en base a su inactividad por los paros no programados u otros factores.

## **2.4 MARCO CONCEPTUAL DE PROYECTOS ANTERIORES O EXPERIENCIAS SEMEJANTES**

Para el desarrollo de esta fase, es necesario la búsqueda y estudio de proyectos de investigación semejantes con el fin de obtener una guía y comprensión más clara sobre el tema o metodología en común aplicada, en base a la metodología DMAIC, la cual plantea ayudar a la optimización de procesos en resumidas palabras, analizando y controlando los procesos de la empresa, se toma en cuenta el trabajo investigativo de otros ingenieros con el fin de obtener un aporte al desarrollo del tema planteado.

En este caso se tomó como proyecto de investigación del licenciado Jonathan Josué Hernández Vargas, el cual completo la “implementación de una mejora en el proceso para incrementar la producción en el equipo global de créditos dentro del departamento de compras y cuentas por pagar en una empresa global de servicios transnacional para el I cuatrimestre 2023”, la cual se caracteriza por poseer dicha semejanza con el desarrollo el proyecto actual.

Para el desarrollo del mismo proyecto, se toma en cuenta el desarrollo y los resultados de la implementación de la mejora, tomando en cuenta las recomendaciones que plantea el proyecto, las cuales sugieren un periodo de prueba semanal, y un periodo de mantenimiento mensual.

Entrevistando al líder encargado se concluyó que el departamento de refinería, no posee proyectos de investigación, ni proyectos semejantes que apliquen la misma metodología DMAIC, por lo tanto es la primera vez que el departamento de refinería realizara un estudio para la implementación de indicadores de calidad, debido a esto fue necesario utilizar investigaciones externas a la empresa, es necesario poseer algún punto de guía y referencia concisa para el entendimiento y comprensión del DMAIC desde análisis de diferentes autores.

## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE TRABAJO**

El capítulo tres se enfoca en desarrollar la definición, planteamiento e indicadores estratégicos en base a la metodología DMAIC, esta etapa considera ofrecer una guía y explicación de la situación del departamento, asimismo, las herramientas implementadas e información base para su debida comprensión.

### 3.1 METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En este apartado, se define la problemática presentada en el departamento de refinería, su proceso productivo, el funcionamiento del mismo, se dio a conocer los diferentes departamentos encargados del proceso de refinamiento, asimismo, los factores expuestos a afectaciones con respecto a los paros de planta no programados, también, tomado en cuenta información extra para el entendimiento de los procesos de mantenimiento aplicados por el departamento de forma previa a los indicadores.

Como se observa en la tabla uno:

*Tabla 1 Metodología para la definición de la problemática*

<b>Objetivo específico</b>	<b>Actividades</b>	<b>Herramientas</b>	<b>descripción</b>	<b>Plazo</b>	<b>Responsable</b>
<b>Definición de la problemática presente en la empresa.</b>	Identificar las posibles causas de la problemática	Entrevistas	Entrevista al gerente general encargado del departamento de refinería, con el fin de identificar las posibles problemáticas y su impacto en la empresa.	ene-24	Allison Piedra Villegas
<b>Definición de la problemática presente en la empresa.</b>	Identificación de los procesos de la empresa	Diagrama de flujo	Descripción del proceso de refinamiento de aceite vegetal del cual el departamento de refinería es encargado, asimismo identificar los procesos de mantenimiento que poseen.	ene-24	Allison Piedra Villegas

Fuente: (Elaboración propia, 2024)

### **3.2 METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO DE PROYECTO**

Para la segunda fase de la metodología DMAIC, se elaboró el proceso de medición realizado por ale empresa, es decir, en base a los datos cuantitativos medidos por la empresa, se recolectan datos y registros del proceso y su impacto en el departamento de refinería, la empresa no poseía un registro actualizado de los datos, por lo tanto, se tuvo que comparar y estudiar los datos de años posteriores al 2024.

Como se observa en la tabla dos:

*Tabla 2 Metodología de medición y respaldo cualitativo del proyecto*



<b>Objetivo específico</b>	<b>Actividades</b>	<b>Herramientas</b>	<b>descripción</b>	<b>Plazo</b>	<b>Responsable</b>
<b>Medición y respaldo del proyecto</b>	Analizar las causas de los paros no programados	Diagrama de ishikawa	Identificar y clasificar las causas origen de la problemática identificada	feb-24	Allison Piedra Villegas
<b>Medición y respaldo del proyecto</b>	Obtención de datos pasados (registros pasados, paretos, plan de mantenimiento)	Análisis de una base de datos	Analizar los datos recopilados del mantenimiento de la maquinaria y los paros programados de la empresa pasados.	feb-24	Allison Piedra Villegas
<b>Medición y respaldo del proyecto</b>	Identificar los departamentos necesarios para el proceso de refinado	Encuesta	Medir el nivel de aporte de esos departamentos que brindan apoyo al proceso de refinado.	feb-24	Allison Piedra Villegas

Fuente:(Elaboración propia, 2024)

### **3.3 METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA, CONTRUCCIÓN O PUESTA EN PRÁCTICA DE UN NUEVO PROCESO, PRODUCTO O SERVICIO**

Con esta fase de mejora, en base a esto se dio inicio al estudio y análisis de los procesos recopilados, identificando la problemática origen con el fin de solucionar la misma y estandarizar el proceso, optimizando el procedimiento con el fin de beneficiar la producción del departamento.

Como se observa en la tabla tres:

*Tabla 3 Metodología para la mejora, construcción o puesta en práctica de un nuevo*

<b>Objetivo específico</b>	<b>Actividades</b>	<b>Herramientas</b>	<b>descripción</b>	<b>Plazo</b>	<b>Responsable</b>
<b>Desarrollo de la propuesta de mejora</b>	Identificar el por qué no se ha cambiado u optimizado el proceso de mantenimiento del proceso de la empresa	Plan de recolección de datos	analizar las causas del por qué el departamento de refinería no ha realizado algún cambio en su proceso productivo	mar-24	Allison Piedra Villegas
		Histograma	realizar un análisis de comparación con los datos pasados obtenidos	mar-24	Allison Piedra Villegas
<b>Desarrollo de la propuesta de mejora</b>	Analizar los datos pasados registrados	"Brainstorming" lluvia de ideas	informar y recopilar información entre los encargados y colaboradores encargados del área de refinería	mar-24	Allison Piedra Villegas

Fuente: (Elaboración propia, 2024)

### **3.4 METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO**

En esta cuarta fase de la metodología DMAIC, después de haber realizado la definición, la medición y el análisis de los datos obtenidos con las herramientas planteadas para la resolución de la problemática causa – raíz, identificando factores de riesgo del proceso.

Como se observa en la tabla cuatro:

*Tabla 4 Metodología para la implementación del proyecto*

<b>Objetivo específico</b>	<b>Actividades</b>	<b>Herramientas</b>	<b>descripción</b>	<b>Plazo</b>	<b>Responsable</b>
<b>Implementación del proyecto</b>	Desarrollo un plan de mantenimiento estandar	Plan de mantenimiento	Realizar un plan estandarizado con los pasos a seguir para el debido mantenimiento preventivo	abr-24	Allison Piedra Villegas
<b>Implementación del proyecto</b>	Organización de datos y procesos de mantenimiento de la planta	Diagrama de pareto	creación de un diagrama con el fin de organizar los datos del departamento de refinería que refleje los datos obtenidos	abr-24	Allison Piedra Villegas
<b>Implementación del proyecto</b>	Clasificar las actividades con valor para la empresa	valor agregado	Implementar o mantener las actividades que si aporten un valor al proceso de la empresa y eliminar las actividades que no beneficien a la misma.	abr-24	Allison Piedra Villegas

Fuente:(Elaboración propia, 2024)

### **3.5 METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE LOS RESULTADOS**

Como última fase de la metodología DMAIC, después de haber realizado la implementación, la misma necesita un proceso de control con el fin de regular su comportamiento y su eficacia de forma óptima para su funcionamiento, en esta etapa final se encuentra el proceso de controlar las estrategias implementadas, el encargado del departamento podrá obtener un control, monitoreo y supervisión de la solución implementada de forma clara y optima.

Como se observa en la tabla cinco:

<b>Objetivo específico</b>	<b>Actividades</b>	<b>Herramientas</b>	<b>descripción</b>	<b>Plazo</b>	<b>Responsable</b>
<b>Verificación y control del proyecto</b>	Mantener un control visual en conjunto con la metodología de la empresa.	Indicadores	Mantener una supervisión visual de la maquinaria con el fin de notificar un fallo en su funcionamiento.	may-24	Allison Piedra Villegas
<b>Verificación y control del proyecto</b>	Controlar el funcionamiento de la maquinaria	Formato	Realizar un periodo de prueba obligatorio para la planta con el fin de detectar algún fallo presente después de algún mantenimiento o proceso de reparación.	may-24	Allison Piedra Villegas
<b>Verificación y control del proyecto</b>	Creación de directrices de capacitación	Indicadores	Crear de plantillas de capacitación con el fin de brindar una debida capacitación al personal encargado del mantenimiento de las plantas o	may-24	Allison Piedra Villegas

Fuente:(Elaboración propia, 2024)

## **CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE CAUSAS RAÍZ**



## **4.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

En esta etapa del proyecto, se desarrollan las primeras etapas de la metodología DMAIC, en base a la información adquirida por el gerente general del departamento de refinería, la cual presenta disminución de producción debido a la inactividad por paros que presenta la empresa.

Asimismo, esta etapa permitirá desarrollar el proceso anterior a la implementación, el proceso actual, en esta etapa es primordial identificar las causas con el fin de demostrar a la empresa que la problemática y sus causas-raíz claves para la misma, demostrando las repercusiones que posee para la empresa.

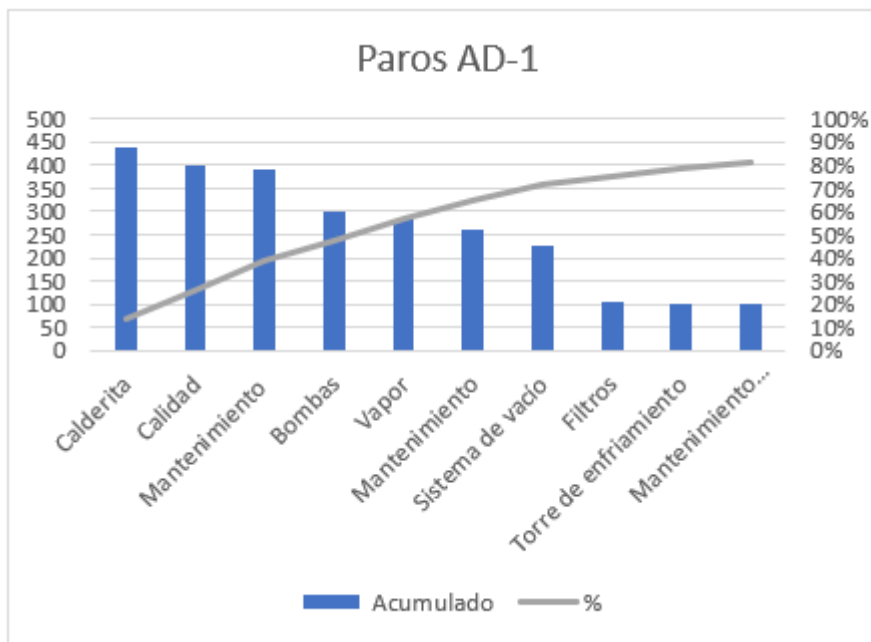
Al no poseer registros de años 2023-2024 se tomará en cuenta el informe del año 2018 siendo el más actual reportado por la empresa, además de incluir la situación actual de la empresa.

### **4.1.1 Pareto de refinería de años anteriores**

Para obtener una base informativa, sobre la situación de la empresa se tomó en cuenta los últimos registros de fallas reportados por la empresa, según información brindada por el departamento de refinería, no hay nadie encargado de registrar dichas fallas, por lo tanto, en años más actuales (2023-2024) la empresa no posee ningún registro de fallas, tampoco posee un plan pequeño plan de mantenimiento (no es preventivo, por lo tanto solo funciona cuando la planta presenta alguna falla correctiva) el cual utilizan de guía.

En el siguiente apartado se demuestran los siguientes registros reportados por el equipo de mantenimiento, como se aprecia más a detalle en la figura veinticinco.

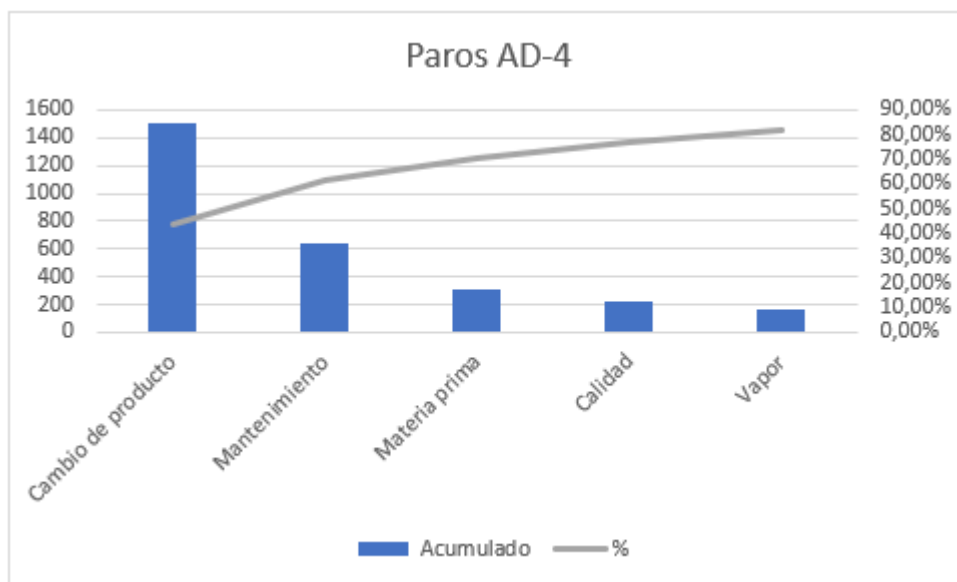
Figura 25 Diagrama de fallas en Adecsa 1



Fuente: (Departamento de refinería de INOLASA, 2024)

Como se aprecia en el diagrama de Pareto de la figura veinticinco, la primera planta de refinería la cual lleva por nombre Planta Adecsa uno, las cuales son totalmente independientes una de las otras, según se aprecia en la figura anterior, se apreció como la planta uno presentaba un fallo del 80% en comparación con sus otras áreas de trabajo, gracias al Pareto se apreció como en la planta uno la mayor cantidad de fallas se encuentra en el equipo de calderita la cual presenta un acumulado del 13,68% con una pequeña diferencia del 1,23% con respecto a las otras fallas identificadas.

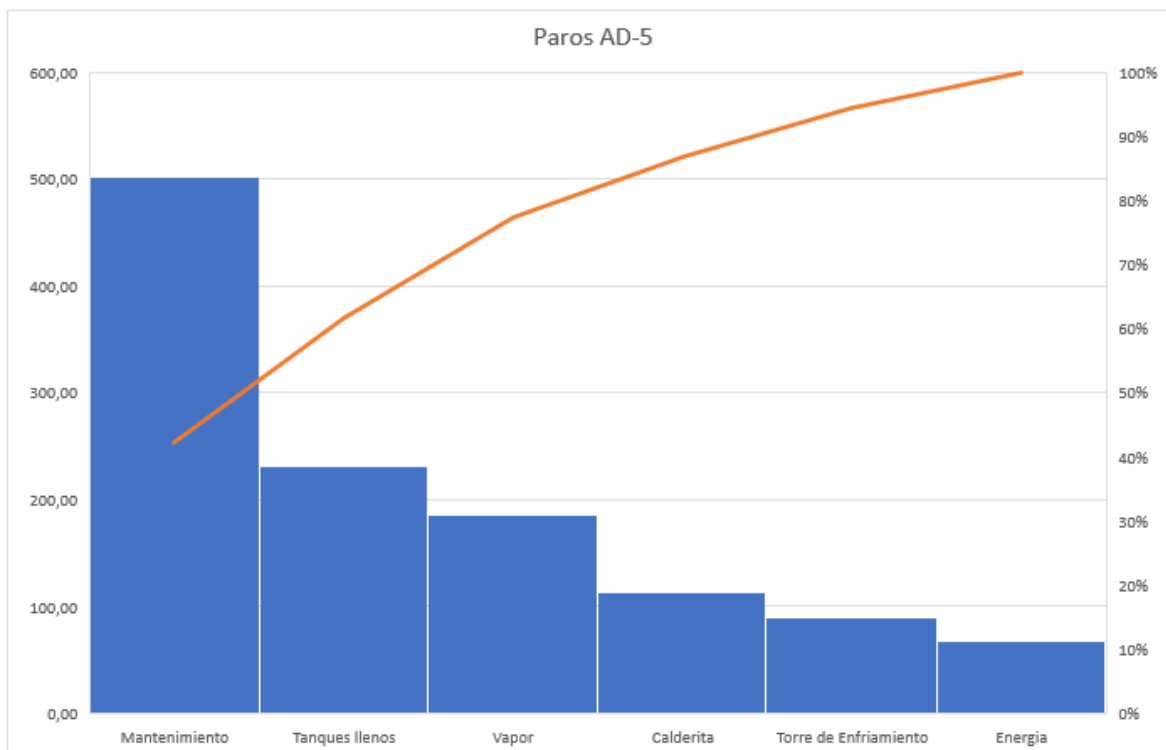
Figura 26 Diagrama de fallas en Adecsa 4



Fuente: (Departamento de refinería de INOLASA, 2024)

Como se presencia en la figura veintiséis, se encuentra la Planta de Adecsa cuatro y descerado, la principal falla de la planta se presenta en el cambio de producto por parte de la planta, en esta planta fue una debilidad prioritaria el reparar debido a que poseía una diferencia del 25,12% de diferencia con respecto a las demás fallas, presentado un acumulado del 43.46% muy por encima del 18.34% que había sido la falla principal.

Figura 27 Diagrama de fallas en Adecsa 5



Fuente: (Departamento de refinería de INOLASA, 2024)

En esta tercera Planta de refinado se encuentra Adecsa cinco, la cual presenta un acumulado del 34.02% poseyendo una diferencia del 18.32% con los tanques llenos la cual presenta un acumulado del 15.70%, en esta planta la principal falla se encuentra en su mantenimiento mecánico programado.

Después de analizar los tres diagramas de Pareto correspondientes a las fallas de la empresa, se comprende que el mantenimiento se encuentra entre el 80% de las fallas que presentan las 3 plantas de refinado de aceite vegetal de la empresa, los demás equipos que se encuentran en la distribución poseen fallos internos (daño de componentes) como daños externos

(problemas eléctricos), así que en base a la información previa obtenida, se llegó a la conclusión de que el factor mantenimiento de la maquinaria, es el factor principal a tomar en cuenta.

## 4.2 DEL PROCESO ACTUAL DE LA EMPRESA

En base a la metodología DMAIC, tomando en cuenta la definición de la problemática actual de la empresa, se realizó un estudio al departamento de refinería de aceite vegetal, asimismo, sus procesos y mantenimiento de la maquinaria, para la primera etapa se inició con una entrevista al gerente general del área de refinería con el fin de identificar la problemática seleccionada por parte del encargado.

Primeramente, se inició un proceso de encuesta hacia el encargado del departamento con el fin de seleccionar y verificar la problemática y su riesgo con la producción e la empresa, como se aprecia en la siguiente tabla informativa.

*Tabla 5 Entrevista realizada al encargado del departamento de refinería pregunta 1*

<b>Pregunta 1</b>	<b>Respuesta</b>	<b>Entrevistado</b>
¿Qué considera usted el mayor problema que presenta el departamento de refineria?	En este momento la principal problemática que presenta el departamento de refineria son los paros no programados por averias o inactividad de la maquinaria.	Randall Jimenez

Fuente: (Elaboración propia, 2024)

*Tabla 6 Entrevista realizada al encargado del departamento de refinería pregunta 2*

<b>Pregunta 2</b>	<b>Respuesta</b>	<b>Entrevistado</b>
		Randall Jimenez
¿Considera que el departamento posee un procedimiento estandar en su mantenimiento?	El departamento posee un plan de mantenimiento prototipo el cual es encargado de guiar y medir el trabajo realizado en la maquinaria	

Fuente: (Elaboración propia, 2024)

*Tabla 7 Entrevista realizada al encargado del departamento de refinería pregunta 3*

<b>Pregunta 3</b>	<b>Respuesta</b>	<b>Entrevistado</b>
		Randall Jimenez
¿Cuál es el diagnostico de la situación actual en el departamento de refinería?	En este momento la planta se encuentra en paro, debido a que se presento una falla en una de las plantas y al momento de encender la otra planta nos dimos cuenta que la planta no funcionaba de manera adecuada, nos dimos cuenta que la planta despues de una reparación no fue probada, por lo tanto no nos dimos cuenta que la reparación no fue optima.	

Fuente: (Elaboración propia, 2024)

*Tabla 8 Entrevista realizada al encargado del departamento de refinería pregunta 4*

<b>Pregunta 4</b>	<b>Respuesta</b>	<b>Entrevistado</b>
¿Al momento de realizar alguna reparación de la maquinaria, la misma posee algún gasto extra externo a la empresa (contratación de servicios externos a la empresa)?	Dependiendo de la problemática o de la pieza dañada la empresa debe recurrir a la compra de servicios o piezas que ellos no poseen, aunque eso es en casos muy extremos, ya que la empresa cuenta con su propio departamento de mecánica.	Randall Jimenez

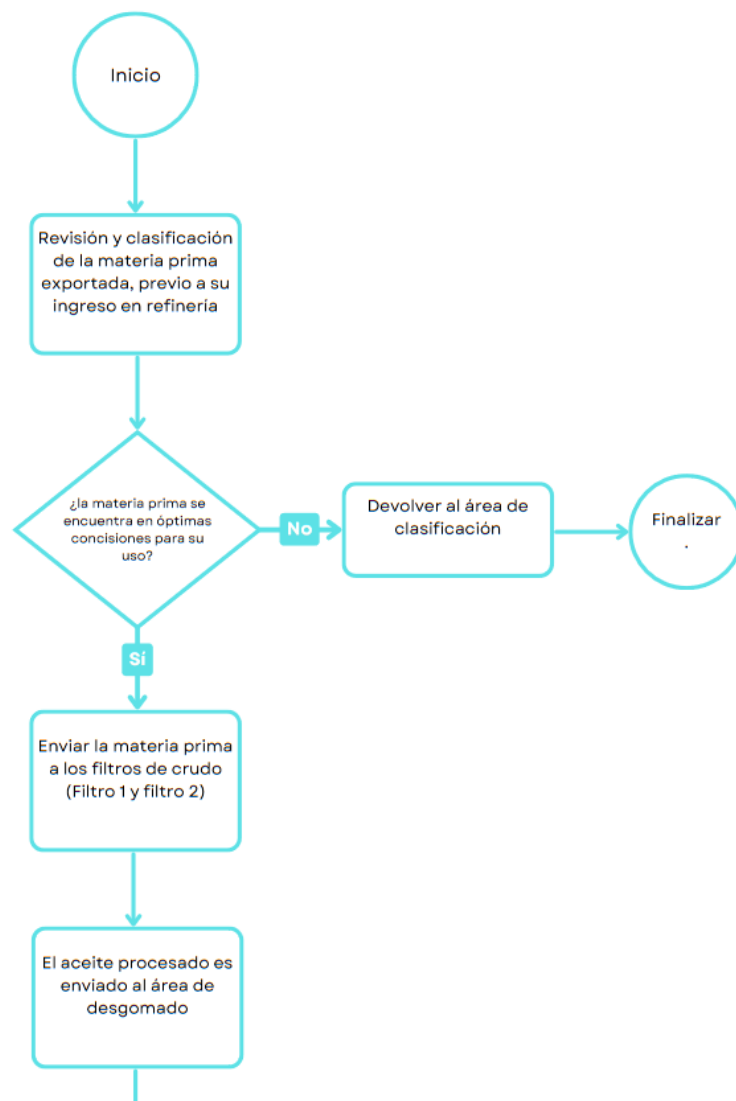
Fuente: (Elaboración propia, 2024)

Estas preguntas fueron claves para la identificación de la problemática principal, asimismo brindo información básica y guía para el entendimiento de la problemática y el cómo afecta a la empresa, enfocándose así en un punto a mejorar conciso y preciso.

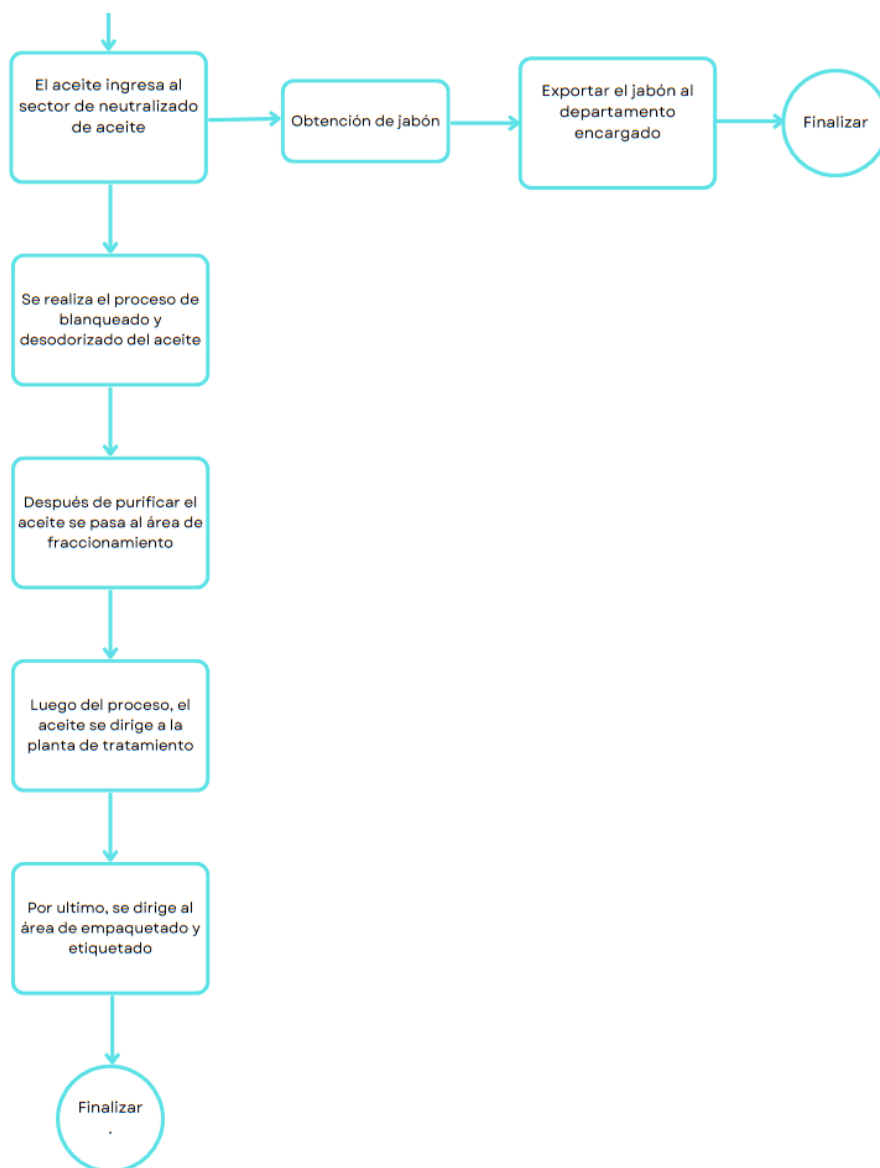
Aparte de esta herramienta, también se utilizaron diagramas de flujo y SIPOC con el fin de analizar y comprender la problemática en todo su requerimiento, el diagrama de flujo se utilizó para comprender el sistema de procesado y funcionamiento de la planta, asimismo, el diagrama SIPOC se utilizó para comprender las entradas y salidas de actividades o procesos que presenta el departamento de refinería, además de brindar una información breve y fácil de comprender para el lector.

Como se aprecia en la siguiente figura veintiocho:

Figura 28 Diagrama de flujo del proceso de refinamiento de aceite vegetal







Fuente: (Elaboración propia, 2024)

#### 4.2.1 Descripción general del proceso de refinado del aceite vegetal

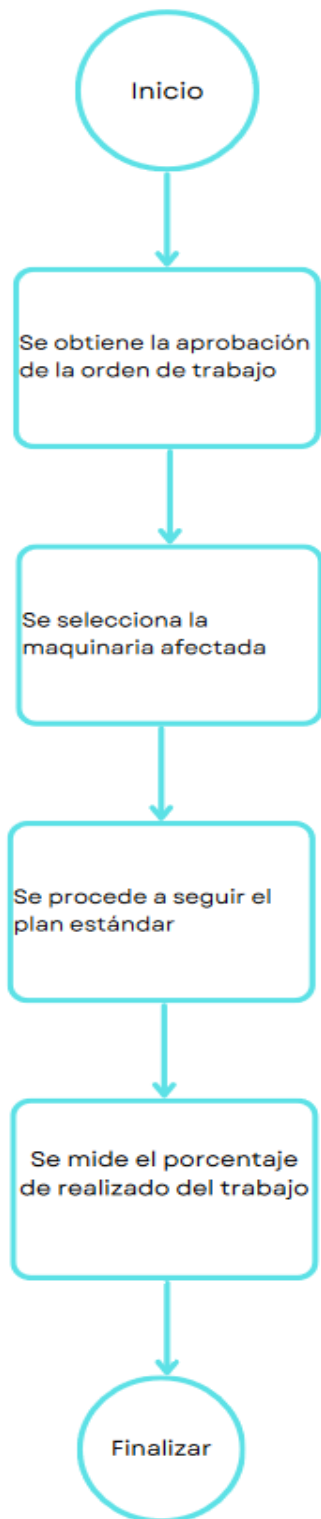
1. Para el proceso inicial, el producto exportado desde Estados Unidos debe de ser estudiado y clasificado, con el fin de no presentar algún daño en la materia prima, si el material cumple con las medidas de calidad estipuladas se utiliza, sino el material será utilizado para otros fines o de paso no utilizado para su procesado.

2. Después de haber preparado la materia prima esta pasara a los filtros de crudo, el cual se encarga de recibir el aceite y lo filtra utilizando unos filtros de placas.
3. Posterior al proceso de filtrado, el aceite vegetal será transportado al área de desgomado, en el cual se encuentran las centrifugas encargadas de eliminar la goma presente en el aceite.
4. El aceite clasificado pasa al área de neutralizado la cual es encargada de realizar el proceso de hidrolisis, además de generar un stock de jabón para la empresa.
5. El blanqueado y desodorizado del aceite son un área la cual trabaja en conjunto y aquí se realizan los procesos como: Cítrico disolutivo, acido aséptico, dosificado de aséptico (En este apartado se encuentran las adecsas 1,4 y 5.
6. Después de realizar el debido proceso de purificación el aceite vegetal procesado pasa al área de fraccionamiento donde se destila el aceite, donde se dividen los diferentes componentes del mismo dependiendo de su densidad.
7. Por último, para al proceso de tratamiento, donde se extrae el aceite vegetal procesado con el fin de analizar su calidad para el consumo humano si el aceite vegetal cumple con los requerimientos para su comercialización es dirigido al departamento de etiquetado y empaquetado, si el aceite no cumple con los requerimientos es examinado a profundidad.
8. Durante el proceso, los materiales extras obtenidos del proceso se dirigen a otra arena de procesado, siendo el departamento de refinería desligado el tratamiento de los productos.

El departamento cuenta con una pequeña guía para el mantenimiento correctivo de las adecsas cuando presentan alguna falla, el plan de mantenimiento no es algo estandarizado, y

el personal comento que lo utilizan como guía, además de que muchas veces no se logra cumplir con el plan en su totalidad, por cuestiones de tiempo, así que solo se mide el porcentaje del trabajo realizado, en el tiempo seleccionado para la reparación de la maquinaria.

*Figura 29 Diagrama de flujo con respecto al plan de mantenimiento creado por el departamento de refinería*



Fuente: (Elaboración propia, 2024)

#### **4.2.2 Descripción general del proceso de mantenimiento**

1. Después de haber identificado una falla y solicitado una orden de trabajo, la cual necesita ser aprobada para su reparación, un encargado del departamento de refinería, se asegura de seguir el plan al pie de la letra.
2. Según donde se presente la falla, hay un plan asignado para el área afectada, como, por ejemplo: Área de mecánica, área de neumática e instrumental, área eléctrica, área personal de refinería y revisión de motores.
3. Después de identificar el área dañada, se procede a seguir el plan guía correspondiente.
4. Para finalizar la revisión se calcula el porcentaje del trabajo realizado a la operación de trabajo en el cual se mide el nivel de trabajo de los colaboradores asignados para la operación.
5. Aparte de asignar las tareas para cada colaborador, también se toma nota de las tareas que hacen falta o recomendaciones para la mejora.

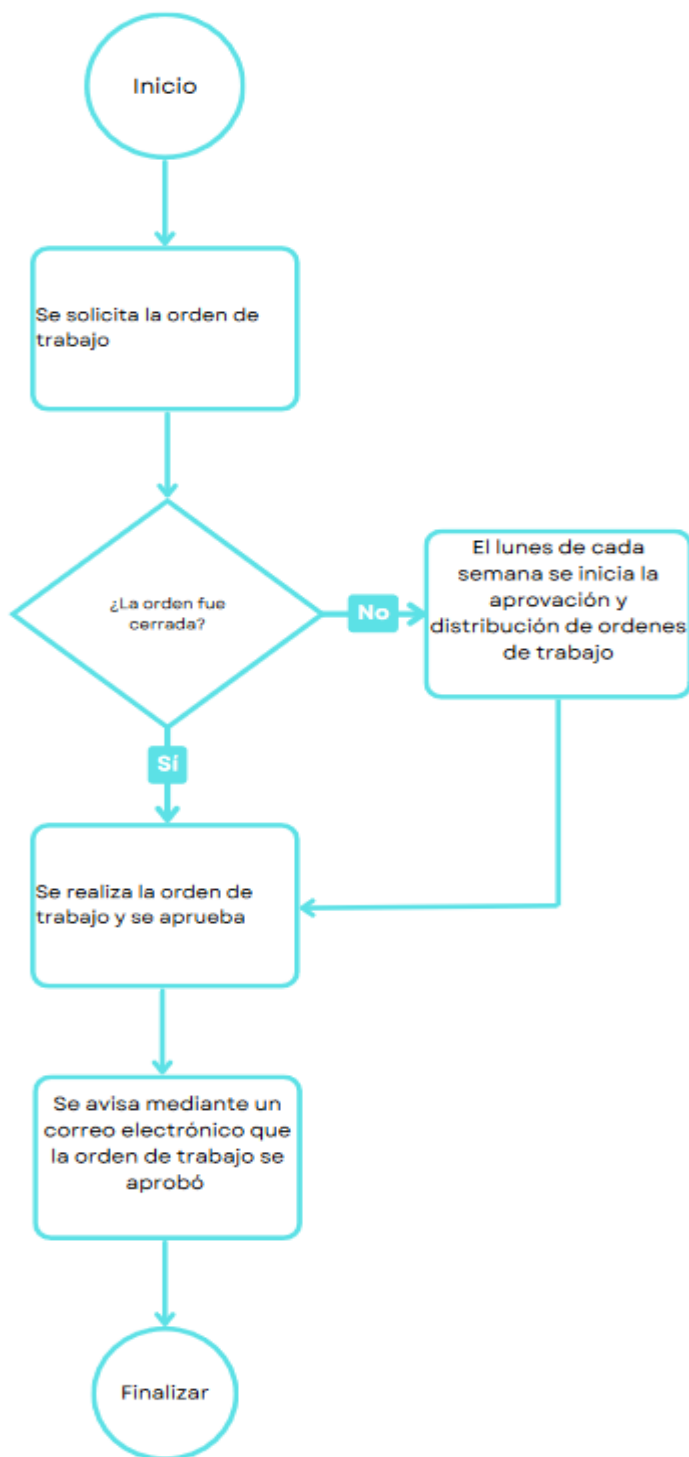
### **4.3 EVALUACIÓN DE LAS ORDENES DE TRABAJO**

Este software es el encargado de realizar las ordenes de trabajo de la empresa INOLASA, el sistema es de uso manual y no posee una alerta de notificación cuando se recibe alguna orden de trabajo, por lo tanto, el lunes de cada semana se inicia la distribución de órdenes de trabajo, la orden de trabajo no posee tiempo límite, lo que significa que, si nadie nota la orden, esta puede mantenerse pendiente sin obtener una resolución.

Las ordenes de trabajo son hechas de forma diaria por los departamentos de la empresa INOLASA, posee una cantidad entre 65 a 70 usuarios, al día se pueden llegar a generar un promedio de 32 órdenes de trabajo, al mes se llega a un promedio mensual de 980 órdenes de trabajo.

La empresa está en proceso de cambiar este software por otro más actualizado, por el momento la empresa aplica una metodología de nombre VOSOA, la cual se puede identificar como el detectar las fallas del equipo de trabajo con sentidos de la audición, el tacto o visión.

Figura 30 Diagrama de flujo del proceso de aprobación de una orden de trabajo



Fuente: (Elaboración propia, 2024)

#### **4.3.1 Descripción general del proceso de aprobación de una orden de trabajo**

1. El proceso de solicitud de una orden de trabajo se inicia, cuando el usuario detecta alguna falla que presente la maquinaria de la empresa, lo cual genera que el usuario realice una solicitud de orden de trabajo, con el fin de poder realizar reparaciones al equipo dañado.
2. Después de solicitar una orden de trabajo la misma debe de tener un periodo de espera, para ser aprobada debido a que la orden no pronuncia ninguna señal o notificación.
3. Si la orden de trabajo no fue identificada por el encargado del departamento, la misma no será cerrada ni distribuida, por lo tanto, el departamento solicitante deberá de esperar hasta que la misma sea aprobada.
4. Después de aprobar la orden de trabajo, el encargado deberá de enviar un correo electrónico al usuario solicitante notificando que la orden de trabajo ya fue aprobada.

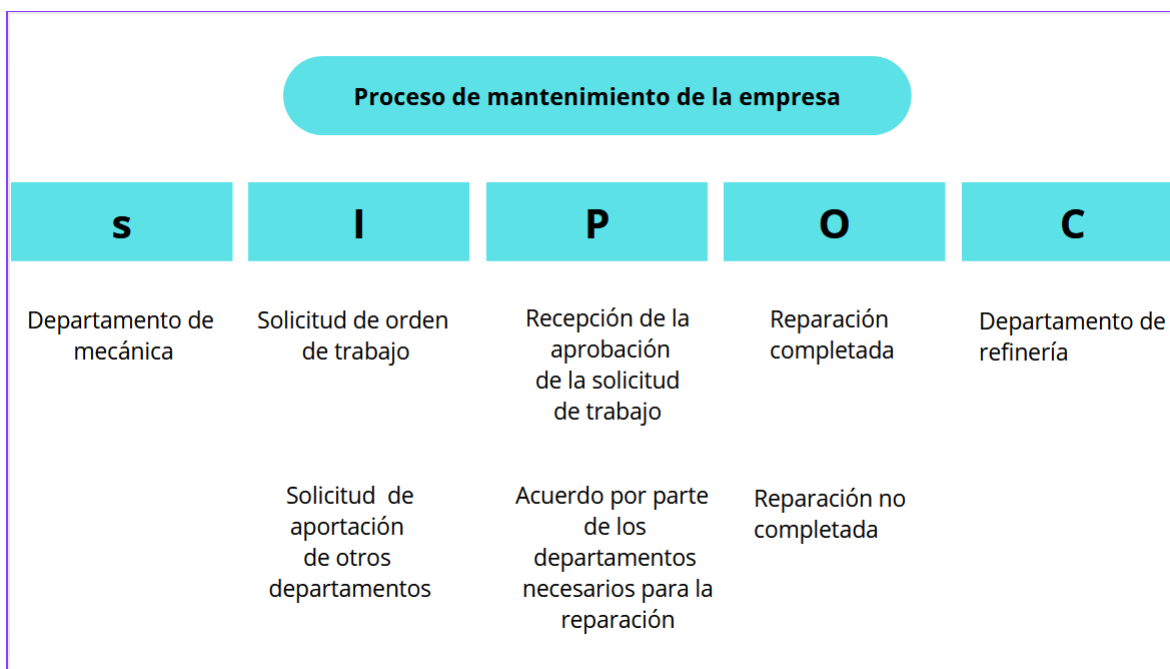
Se aclara que este proceso solo es una guía, la cual fue realizada como un plan guía para cuando las plantas de tratamiento presenten alguna falla correctiva, la misma solo se aplica cuando la empresa procede a realizar algún paro programado o correctivo, no presenta un factor preventivo en su metodología.



## 4.4 ANÁLISIS DE LAS CAUSAS RAÍZ DE LA PROBLEMÁTICA

### 4.4.1 Análisis del diagrama SIPOC

Figura 31 Diagrama SIPOC del proceso de mantenimiento de la empresa

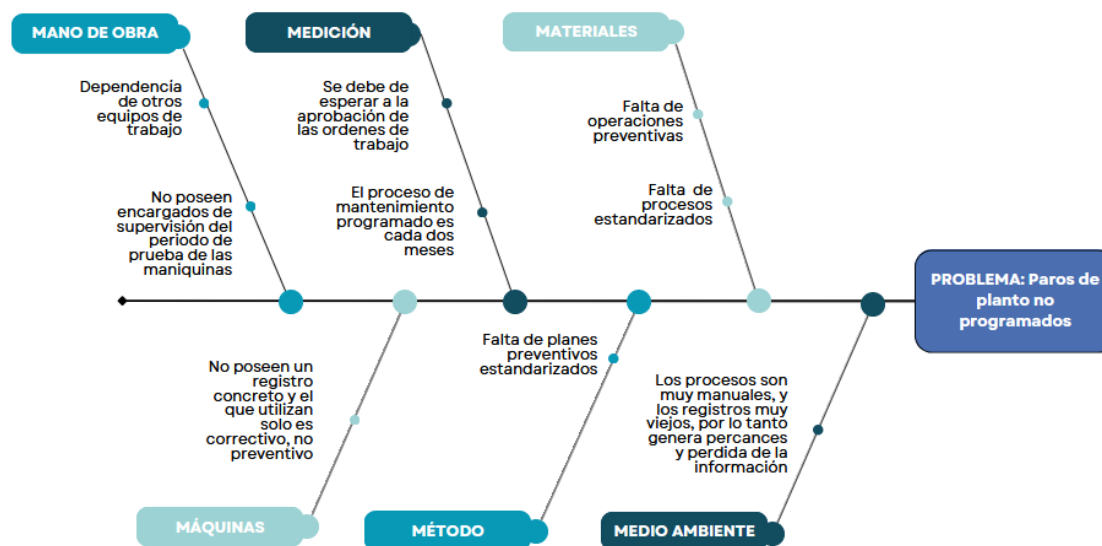


Fuente: (Elaboración propia, 2024)

En base al Diagrama SIPOC realizado en la empresa, se logró identificar el proceso temporal, que utiliza el departamento con sus Plantas a pesar de que muchas veces el daño perdura o no logran reparar la maquinaria en el tiempo de tolerancia.

#### 4.4.2 Análisis diagrama de Ishikawa

En este apartado se logró identificar y dar a conocer las principales causas de la problemática de los paros de planta no programados, la siguiente Figura del diagrama de Ishikawa lo plantea más a detalle.



Fuente: (Elaboración propia, 2024)

En base a este Diagrama de Ishikawa, se logró definir las seis espinas de pescado, las cuales se interpretaron como:

**Materiales:** La falta de operaciones preventivas con respecto al mantenimiento de las plantas alarman al encargado del departamento, debido a que en años anteriores si se realizaba un pequeño manteniendo preventivo, pero con el paso de los años el mismo se fue eliminando,

lo cual genera fallas en las plantas los cuales pueden proveerse con mantenimiento o periodos de supervisión donde califiquen su rendimiento y su optimo funcionamiento.

**Medición:** Debido a que el ultimo registro de mantenimiento fue hace siete años, el departamento no cuenta con registros actuales con los que puedan orientarse y justificar el por qué realizar procesos semanales, en vez de mantenimiento cada dos meses, asimismo el proceso no puede ser realizado si las ordenes de trabajo no han sido aprobadas.

**Mano de obra:** Muchas veces las reparaciones de la maquinaria dependen del departamento de mecánica u otros departamentos necesarios para su debida reparación, pero si algún departamento no se encuentra disponible para la reunión informativa sobre la situación, la reparación de la maquinaria se pospondrá hasta que todos los departamentos se encuentren disponibles.

**Medio ambiente:** En este caso presente, los registros son de forma manual, y al ser algo desactualizados a la época presente, genera perdida de datos, además de que, al ser manipulado por tantas personas, pueden existir errores de información extra o manipulada.


**Método:** El no poseer algún plan de forma preventiva estandarizada, la empresa obtiene perdidas en su producción de aceite, debido a que muchas veces la maquinaria duran tanto en ser reparada, aunque a pesar de esto el mantenimiento que le siguen dando es de forma mensual, lo cual genera que las fallas no sean reparadas a tiempo.

**Máquinas:** El departamento de refinería posee un plan de mantenimiento el cual se utiliza como guía para el mantenimiento de las plantas de refinado, aunque su punto débil es que no es un sistema preventivo lo cual vuelve al punto de inicio que es evitar generar costos en reparaciones que pudieron ser más baratas y menos complicadas de reparar.

### 4.4.3 Análisis del FMEA

En el siguiente apartado del proyecto, se realizó un análisis con la herramienta FMEA la cual permitió identificar y evaluar la gravedad de las fallas identificadas con respecto al paro de plantas no programados, en este caso, debido a que los fallos son de una problemática en común, se planteó utilizar la misma variable para medir su severidad, debido a que si la planta no presentara dichos paros de inactividad, los demás fallos y efectos no se verían presentes en el departamento de refinería.

Figura 32 Excel de FMEA del departamento de refinería

		Análisis de Modos de Fallas y Efectos							Fecha				
Departamento		Departamento de refinería					Encargado/a		Allison Piedra Villegas				
Maquinaria		Adescas 1,4 y 5					Supervisor/a		Randall Jimenez				
Actividad	Fallo	Efecto	Causa	Controles	S	O	D	NPR 1	Acciones	S	O	D	NPR 2
	Daño de maquinaria importante	Proceden a mantener en paro la planta dañada	Problemas con la maquinaria de refinado	Paros programados cada dos meses	10	5	4	200	Mantener un plan preventivo	10	5	2	100
	Reducción del stock de la empresa	Por el momento la empresa no se ve afectada en su stock, pero no es algo que quiera cambiar, debido a que de eso dependen los consumidores en caso de un daño que dure mucho en ser reparado	Si se sigue gastando el stock puede llegar a afectar al consumidor	Plan de mantenimiento correctivo	10	5	4	200	Realizar una supervisión del funcionamiento de la maquinaria de forma semanal	10	5	2	100
	Daño por inactividad de la maquinaria	Al no supervisar una planta que se encuentre en paro, el departamento no se da cuenta si la misma necesita reparación por lo tanto si necesitara, pasaría el doble del tiempo de inactividad estimado	No hay ningún periodo de supervisión del proceso de recuperación	N/A	10	5	4	200	Mantener el mantenimiento mensual aparte de la supervisión semanal	10	5	2	100
Paros de planta no programados	Disminución del nivel de tolerancia de la empresa	El departamento posee un periodo de tiempo de tolerancia de inactividad, depende mucho del tamaño de la planta, pero el máximo es de 5 días, si la inactividad pasa de estos 5 días, la situación se considera crítica para la empresa.	El departamento no puede permitir esta extensión de inactividad	N/A	10	5	4	200	N/A	10	5	2	100
	Incrementos de costos externos por reparación o compra de piezas para la maquinaria	Cuando el daño es muy grave y la empresa no posee la pieza o herramienta para su reparación, debe de contrar servicio externo, lo que ocasiona un gasto no previsto para el departamento	Incrementos en costos no previstos por la empresa	N/A	10	5	4	200	N/A	10	5	2	100
	Atrazos en la producción de aceite y demás productos de la empresa	Cuando la planta se encuentra en mantenimiento o inactividad la producción se ve afectada, además que del proceso de refinado también dependen otros subprocesos	Atrazos en la producción de la empresa	N/A	10	5	4	200	N/A	10	5	2	100

Fuente: (Elaboración propia, 2024)

En base a esos resultados, se logran establecer posibles soluciones o acciones recomendadas, las cuales aportaron en la mejora del proceso, y asimismo reduciendo su nivel de riesgo de forma notable para la empresa.

## 4.5 ANÁLISIS DE LA PROPUESTA DE MEJORA

Figura 33 Lluvia de ideas en conjunto con el departamento de refinería



Fuente: (Elaboración propia, 2024)

Con respecto a la reunión que se programó con el equipo de refinería, se concluyó que el departamento dependía mucho de la herramienta Excel, con el fin de mantener su sistema de trabajo, se concluyó que lo mejor a implementar era alguna bitácora o cronograma que puedan implementar al proceso de mantenimiento de equipo, además de que los encargados

desean algo de fácil comprensión y sin tanta información debido a la diferencia de edad, conocimiento y experiencia de los encargados del mantenimiento.

#### **4.6 CONCLUSIONES DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

Para finalizar con el apartado de análisis y causas, se llegó a la conclusión sobre la situación actual de la empresa.

- La empresa posee un plan de mantenimiento para las platas de Adecsa uno, cuatro y cinco más sin embargo este plan de mantenimiento no detiene la problemática por completo por lo tanto el problema sigue persistiendo.
- Al no poseer registros de fallas más actualizados la empresa, ocasionando un nulo registro de las fallas presentadas en los siguientes fallos presentados por la planta.
- En base a los diagramas anteriores se llegó a la conclusión de que el mantenimiento preventivo es la principal causa de la problemática, atacando esta causa, los demás subproblemas se verán reducidos o eliminados.
- La implementación de indicadores preventivos, se consideró como la mejor opción para la optimización y estandarización del proceso.
- La mejor forma de implementar una solución fue utilizando la herramienta Excel debido a que es la herramienta con mayor uso por parte del departamento, además de no generar ningún costo extra a la empresa.
- Se concluyó que si la problemática continua, se consideró un gasto de producción del aproximado de \$ 15, 292 millones de dólares, esto siendo un estimado de 3 días, anualmente generando un gasto aproximado de \$ 130, 111 millones de dólares, sin incluir gastos generales.

## **CAPÍTULO V: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN**

## **5.1 DISEÑO DE LA PROPUESTA DE MEJORA**

En este apartado, se desarrollan las estrategias seleccionadas para la solución de la problemática del proceso actual de la empresa, como última fase de la metodología DMAIC, aquí se acabará la implementación y control de la estrategia, asimismo su impacto con la empresa y los beneficios de la misma

### **5.1.2 Propuesta del desarrollo de la implementación de directrices preventivas contra los paros de planta no programados**

En base al capítulo anterior, se comprendió que el departamento de refinería no posee indicadores preventivos de mantenimiento con el fin de reducir los paros de planta no programados, teniendo registros desactualizados y tiempos de mantenimiento muy largos entre sí.

Actualmente, el proceso de mantenimiento correctivo se realiza cada dos meses, además de que, si los departamentos necesarios para la reparación no logran estar disponibles, la fecha de mantenimiento se pospone o se traslada lo que generando un periodo de inactividad o sin mantenimiento más largo de lo estimado.

Para empezar, al lograr reunirse con el líder encargado, se llegó a la conclusión que el desarrollo de una estrategia sencilla y eficaz es la mejor alternativa para la empresa, debido a que muchas veces los encargados del mantenimiento no poseen conocimientos tecnológicos avanzados, por lo tanto la herramienta plantea realizar un cronograma o alguna bitácora,




donde se reporten las fallas de la maquinaria, además de reportar los periodos de prueba semanal, debido a que al ser mensuales, muchas veces las fallas se deben a cuestión de tiempo, es decir, si se hubieran detectado antes, se hubieran logrado reparar a tiempo o se hubieran detectado a tiempo.

En esta herramienta de trabajo propuesta, se planteó una plantilla de Excel la cual pueda ser usada por el departamento de refinería, además de poder ser compartida con demás colaboradores, utilizando la herramienta de Excel desarrollando macros para la elaboración de la plantilla para el mantenimiento preventivo de forma semanal.

### 5.1.3 creación de indicadores preventivos

Para esta fase y en recomendación del líder del departamento de refinería, en la primera sección de la plantilla, el encargado del mantenimiento tendrá un espacio para rellenar con información básica, datos como lo son: nombre de encargado, nombre del supervisor, departamento encargado, maquinaria que presente la falla y la fecha, el proceso de mantenimiento y el periodo de supervisión, como se aprecia en la siguiente figura 34.

*Figura 34 Primera parte de la plantilla (información básica)*

		<b>Registro de fallas y reportes de mantenimiento</b>		Fecha
<b>Departamento</b>	Departamento de refineria	<b>Encargado/a del mantemiento</b>	Allison Piedra Villegas	jun-24
<b>Maquinaria</b>	Adecsas 1	<b>Supervisor/a</b>	Randall Jimenez	

Fuente: (Elaboración propia, 2024)

Para esta primera etapa de la plantilla, esta muestra un ejemplo del formato utilizado para la elaboración de la misma, solo se deberán de rellenar los espacios que se soliciten, la fecha posee la cualidad de actualizarse automáticamente, pero hay que tener en cuenta que la computadora o aparato electrónico donde se utilice la plantilla, debe de estar actualizada con la hora correcta, sino la plantilla detectara la fecha que indica el aparato.

Después de rellenar los datos principales, se procede con la segunda parte de la plantilla, la cual se enfoca en información más detallada con respecto a la maquinaria.

*Figura 35 Segunda parte de la plantilla*

Área de afectación	Mecánica	Tiempo de reparación (horas)	8
Equipo	Filtro #1	Proxima sesión de mantenimiento	8/6/2024
Actividad	Reparación de fugas de vapor en general y cambios de empaques en el manifold principal de vapor y en el sistema de vacío.		

Fuente: (Elaboración propia, 2024)

Después de rellenar estos datos, incluyendo la actividad que se realizó ya sea de mantenimiento o supervisión del funcionamiento de la maquinaria, ese detalle queda como responsabilidad del encargado de la bitácora, en esta segunda parte se tomó en cuenta datos como: el equipo, área de afectación, actividad realizada, tiempo de reparación/supervisión, en caso de ser reporte de control del rendimiento posee un apartado de próxima sesión de mantenimiento (en caso de no lograr terminar las reparaciones, también se puede utilizar esta sesión).

Posterior a la segunda parte, se encuentran los botones de la plantilla de reportes y control, los cuales son tres botones con una función diferente cada uno, correspondientes a su propio registro aparte.

*Figura 36 Tercera parte de la plantilla*



Fuente: (Elaboración propia, 2024)

Para esta tercera parte, empezamos con el botón “Guardar fallo” el cual posee como función el guardar los reportes de fallos detectados por el área de mantenimiento con el fin de obtener un registro fijo, los resultados del mismo se encuentran en el apartado de fallos.

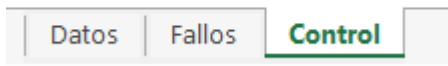
*Figura 37 Apartado de fallos*



Fuente: (Elaboración propia, 2024)

El segundo botón, “Guardar Control” es el encargado de guardar los registros de control que se realicen de forma semanal a la maquinaria, los datos de la misma se encuentran en el apartado de control, como se aprecia en la siguiente figura.

*Figura 38 Apartado de control*



Fuente: (Elaboración propia, 2024)

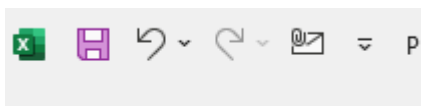
Para el tercer botón, se presenta la opción de “Limpiar datos” la cual solo se encarga de limpiar los datos en las casillas de datos, con el fin de ahorrarle al usuario tiempo perdido cuando borrar una por una las casillas de información (solo elimina información desechada del apartado de “Datos”, la demás información se mantiene segura).

Se estima que la plantilla sea utilizada por el personal del departamento de refinería, por lo tanto, no se creó un botón para enviar información, pero en la siguiente figura se estructuran los pasos necesarios para agregar una opción la cual el mismo Excel brinda a sus usuarios.

La cual se puede activar siguiendo los siguientes pasos:

1. Ingresar a la opción archivo
2. Ingresar en opciones
3. Barra de herramientas de acceso rápido
4. Bajar el buscador hasta la letra “E” donde aparecerá la opción “Enviar por correo electrónico”
5. Luego de dar clic a la opción agregar, luego solo se le da aceptar y la nueva función se encontrará arriba de los iconos al lado del icono de guardar documento.

Figura 39 Opción de envío por correo electrónico



Fuente: (Elaboración propia, 2024)

Esto solo se agrega como una opción, en caso de que deseen enviar el documento, la forma tradicional de buscar el archivo y enviarlo por correo electrónico también es factible, a continuación, se presenta la plantilla acabada.

Figura 40 Plantilla para registros de fallas y reportes de mantenimiento

 <b>Registro de fallas y reportes de mantenimiento</b>		Fecha
Departamento		Encargado/a del mantenimiento
Maquinaria		Supervisor/a
Área de afectación		Tiempo de reparación (horas)
Equipo		Proxima sesión de mantenimiento
Actividad		

Guardar Fallo

Guardar Control

Limpiar datos

Fuente: (Elaboración propia, 2024)

Cabe aclarar que el departamento de refinería todavía no aplica esta plantilla en su proceso de mantenimiento, debido a que por el momento la empresa tiene estipulados sus cronogramas, por lo tanto, el departamento quiere incluir estos cambios una vez la empresa cambie de software (a finales del 2025, inicios del 2026) y los datos se creen de nuevo, esta plantilla aporta en la comprensión, registro y guardado de información que sirve de ayuda para el departamento de refinería, por lo tanto se estima que la propuesta sea aceptada e implementada oficialmente por el departamento de refinería a inicios del año 2026, con la reforma de la implementación de un nuevo sistema de trabajo en la empresa.

#### **5.1.4 Plan de mantenimiento preventivo contra los paros de planta no programados**

En base a la herramienta anterior el departamento de refinería podrá llevar un registro completo de las fallas detectadas y los monitoreos del funcionamiento de las plantas refinadoras, tomando en cuenta eso, se planteó complementar con un indicador clave de rendimiento, el cual analice el porcentaje aceptable con respecto a la inactividad por paros de planta no programados, en base a ese estudio, se logra identificar el comportamiento que tendrá la mejora en el sistema, además de clasificar los niveles de riesgo y por último es necesario siempre poseer un par de indicadores en la etapa de mejorar.

El departamento de refinería es el encargado de los centros de costos, los cuales son lo que se tomaron en cuenta para realizar la comparación de beneficio-costos con respecto a la implementación, debido a que la empresa ya cuenta con personal encargado del mantenimiento y los costos extras por reparación poseen un proceso de cotizado del cual se encarga la empresa, en general el departamento de refinería posee un gasto anual promedio

de unos \$3, 180 000,00 de dólares, basándose en datos del año 2023, en este cálculo van incluidos los factores anteriormente mencionados.

Para la reducción de estos paros de planta no programados, fue la implementación de controles semanales de rendimiento y periodos de prueba, para la implementación de este indicador proactivo, se tomó en cuenta el caso de un paro de planta por falta de un periodo de prueba.

En ese caso, INOLASA presento un paro debido a que una planta se encontraba en inactividad después de una reparación, cuando otra planta presento un fallo y fue apagada, la otra planta no logro funcionar, por lo tanto, se calculó el costo diario de los cinco centros de costos de producción para el departamento de refinería como se aprecia en la siguiente figura.

*Figura 41 Costo de producción de los centros de costos*

Costo promedio acumulado	
\$	29 895,00
\$	5 008,00
\$	11 800,00
\$	4 743,45
\$	1 665,30
\$	53 111,75

Fuente: (Elaboración propia, 2024)

Por lo tanto, se estima un coste de \$53 111,75 millones de dólares, si la planta logra alcanzar su máximo de tolerancia, en este caso, para optimizar la mejora, el cual puede mejorar si en vez de solo realizar mantenimiento mensual, se complementa con monitoreos semanales, los cuales estiman cumplir una meta de 26 días lo cual significa que la planta estaría trabajando con un rendimiento mayor al 80%.

Por lo tanto, se concluye que:

- Si el departamento de refinería aplica una metodología de monitoreo semanal, las averías y fallos de la maquinaria pueden ser prevenidos con tiempo, además de aumentar la vida útil de las piezas de la maquinaria.
- Al disminuir los gastos de los centros de costos, la empresa puede enfocar el dinero restante en mejorar otros procesos o invertir en mejores piezas para la reparación de las plantas de la empresa, así como servicios externos a la misma.
- Se aclara que los paros programados por mantenimiento se mantendrán con el fin de reforzar la maquinaria, lo que la solución exige para su completa optimización son monitoreos semanales.

#### **5.1.5 Rentabilidad del proyecto**

Con base a lo anterior mencionado, se proyectaron los diferentes escenarios en los que la rentabilidad de la nueva implementación puede variar o beneficiar a la empresa, se recuerda que para la implementación de estos indicadores preventivos, el departamento no debe de realizar ningún gasto en herramientas externas o servicios debido a que se utilizan han sido creadas sin necesitar algún pago para su debido uso, y como la empresa ya cuenta con personal encargado para dichas tareas, son gastos que ya se toman en cuenta, por lo tanto no hay un riesgo de disminución o aumento en este factor de costo.

Tomando en cuenta el gasto anual estimado del año pasado, el cual solo incluye los centros de costos (salarios, costos gastos obligatorios u gastos de servicios necesarios no se tomaron en cuenta para el cálculo, debido a que estos gastos son necesarios para el funcionamiento de la empresa, por lo tanto, poseen un valor para la misma).



Para estos cálculos se toman en cuenta los años 2026, 2027, 2028 y 2029, es decir se calculará la rentabilidad de estos centros de 4 años empezada su implementación y tomando en cuenta la inflación estimada para los años seleccionados la cual es de un 3%.

*Figura 42 Estimación de costos a un plazo de 4 años*

Neutralizado	\$	30 791,85
Blanqueado	\$	5 158,24
Desodorizado	\$	12 154,00
Fraccionamiento	\$	4 885,75
Decerado	\$	1 715,26

Fuente: (Elaboración propia, 2024)

Como se aprecia en la figura anterior, si la empresa sigue manteniendo su tolerancia de inactividad al máximo (cinco días) la sumatoria en conjunto de cada centro de costos puede generar un gasto del \$54 705, 10 millones de dólares en una sola semana, al año suponiendo que se hizo un paro de planta de una semana al mes se estima una pérdida de \$656 461 ,23 millones de dólares, esto solo incluyendo los centros de costos.

Tomando en cuenta que se planteó el caso en un plazo de cuatro años, la empresa estaría incurriendo en un costo de \$2 625 844 millones de dólares esto en comparación a un coste estimado de \$ 3 275 400, 00 de dólares.

Por el contrario, se estima que, con la implementación, la empresa logre alcanzar su meta diaria de 26 días de producción, aplicando ese ideal a la ecuación, se planteó que si la empresa llegase a obtener un nivel mayor al 90% de rendimiento se estima una disminución en los costos de los centros de unos \$10 622, 35 millones de dólares a la semana, en caso de que la empresa logre alcanzar esa meta.

Costo promedio acumulado	
\$	23 916,00
\$	4 006,40
\$	9 440,00
\$	3 794,76
\$	1 332,24
\$	42 489,40

Fuente: (Elaboración propia, 2024)

En la figura anterior se pueden apreciar los costos actuales, si la empresa implementara la mejora en este mismo año, pero tomando en cuenta el estimado de cuando se planea ser implementada, a pesar de que su coste aumenta un poco, no hay mucha diferencia para el coste estimado de \$2 100 675, 94 de dólares.

Se recalca que no se toman en cuenta gastos necesarios para el funcionamiento de la empresa, así como su variación de costo correspondiente a la inflación del año.

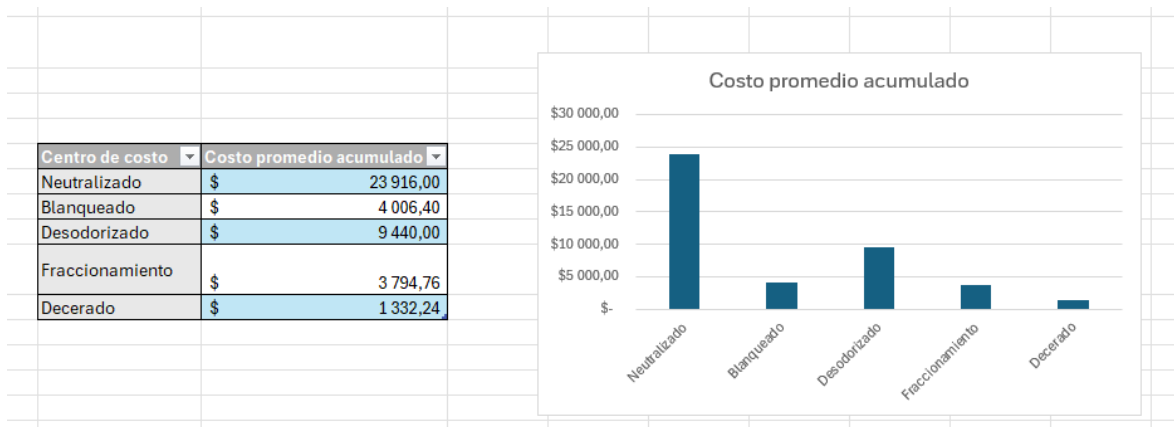
## **5.2 CONTROL DEL AVANCE DE LA ESTRATEGÍA IMPLEMENTADA**

Con respecto a todo lo mencionado con anterioridad, las cuales abarcaron los puntos clave y la opinión del líder encargado del departamento, el cual posee una opinión positiva de la implementación, a continuación, se presentan los diferentes controles necesarios para la mejora continua del proceso y su debido funcionamiento con el fin de que no presente alguna variación no analizada que afecte de sobre medida al departamento.

En la plantilla de registros se encuentra un apartado el cual tienen como principio, graficar los costos de los centros, los cambios se harán de formar “automática” por lo tanto el

encargado solo deberá de incluir acumulado promedio y la gráfica mostrar su información y distribución.

Gráfica 1 Gráfica visual para el control de los centros de costo



Fuente: (Elaboración propia, 2024)

El gráfico anterior demuestra los centros de costos y sus costos, pero esta misma herramienta puede ser utilizada con otros tipos de gráficos y otras áreas a tomar en cuenta, también se puede utilizar para que el encargado lleve un control con respecto a las fallas identificadas por el departamento.

Asimismo, pueden medir el rendimiento de los colaboradores con sus tareas cumplidas y el cálculo del estimado del trabajo realizado en el periodo de reparaciones, esta opción queda al gusto del colaborador y puede ser cambiada con cualquier factor que tenga un dato cuantitativo, con el fin de demostrar su distribución y frecuencia.

## **CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 6.1 CONCLUSIONES

Se concluye que el proyecto de investigación se realizó en beneficio de la empresa INOLASA, Departamento de refinería con el fin de optimizar los paros de plan e implementar indicadores preventivos para su óptimo desarrollo y aprovechamiento de la vida útil de la maquinaria.

Utilizando la metodología DMAIC se concluyó lo siguiente:

- Se evidencia y analiza la problemática presentada por parte del departamento de refinería de la empresa INOLASA, durante el proceso de mantenimiento y refinado del aceite, generando una pérdida de producción de 28,96 toneladas por hora, generando una pérdida de 289,6 toneladas de producción en una jornada laboral de 10 horas, generando un estimado en pérdidas económicas de \$ 53 millones de dólares actualmente.
- Con los estudios realizados se logró analizar las principales causas de la problemática, además de tomar en cuenta posibles factores de riesgo para la empresa, algunas de las herramientas utilizadas para analizar y evaluar la información de la empresa fueron: diagramas de flujos, diagrama de Ishikawa, Brainstorming, logrando así calcular el nivel de riesgo que presentaban dichas problemáticas para la empresa, así de analizar registros pasados los cuales poseían pequeñas bases para la identificación de la problemática.

- Para la etapa de implementación, se concluyó que después de realizar el análisis y estudio de toda la problemática, sus posibles causas y desestimar problemas débiles o no de tanto riesgo crítico para la empresa, en base a las estrategias utilizadas y las herramientas implementadas se llegó a la conclusión que con la implementación de la estrategia de prevención la empresa estaría reduciendo sus gastos en \$2 100 675, 94 millones de dólares, lo que puede ser aprovechado para con el dinero restante optimizar procesos o comprar maquinaria nueva, beneficiando a la empresa en un aspecto industrial y económico.

## **6.2 RECOMENDACIONES**

Para finalizar el proyecto de investigación, se presenta la etapa de recomendaciones las cuales buscan beneficiar a la empresa y al nuevo proceso implementado, generando una confianza productiva y asegurando su buen funcionamiento, algunas de las recomendaciones son:

- Implementar un proceso de capacitación para el personal encargado de la supervisión del rendimiento de la maquinaria, con el fin de lograr identificar posibles fallas técnicas y evitar averías a largo plazo, asimismo de que posea pleno conocimiento de las herramientas utilizadas para el registro de las fallas y los controles semanales.

- Realizar monitoreos y periodos de prueba y error a las plantas de tratamiento, así el departamento de refinería será consiente de funcionamiento de la maquinaria y podrá tener una idea de cuales equipos o áreas son más importantes de monitorear o tomar en cuenta a la hora de realizar el cronograma para el mantenimiento mensual.
- Seguir utilizando la metodología VOSOA, utilizando los controles visuales con el fin de identificar las deferentes problemáticas presentadas por las platas de tratamiento, así asegurando que su manteniendo, monitoreo y reparación se cumpla de forma óptima, eficaz y rápida, sin generar algún costo a la empresa.
- Es recomendable realizar un “*checking*” a la hoja de Excel de forma diaria, con el fin de notar alguna variación que presente el documento, utilizando el apartado de control automático para revisar si se necesita realizar algún cambio de datos, o algún cambio de información, con respecto al proceso tanto de mantenimiento como productivo.
- Se recomienda recalcular o distribuir actividades o procesos que no generen ningún valor al proceso actual, como por ejemplo procesos muy desactualizados o procesos que duren demasiado, estos solo generan contratiempos y atrasos en el proceso de producción, no se incluyen actividades que aunque no generen valor son necesarias para la empresa.

## **CAPÍTULO VII: BIBLIOGRAFÍA**



Ávila Sierra, H. M., Molano Márquez, L. E., Avila Garavito, E., Gutiérrez Romero, D. P., Salcedo Julio, M. A., Vargas Pineda, Ó. I., Gómez Pachón, S., Cespedes Orjuela, A., Moreno Barón, S. G., Ademir Palomino, J., Marengo Porto, C. A., & Meneses Goyes, N. S. (2023). Ingeniería Industrial para jóvenes. Ediciones USTA. <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.D0DD8020&lang=es&site=eds-live&scope=site>

INOLASA. (2024). Inolasa.com. <http://www.inolasa.com/>

García González, R., Juárez León, S., Guevara Ramírez, I., & Clemente García Pérez, J. E. (2021). Artículo 9. DMAIC - SIX SIGMA. Revista RELAYN. Micro y Pequeña Empresa En Latinoamérica, 5(3), 164–190. <https://doi.org/10.46990/relayn.2021.5.3.174>

María Gabriela Mago Ramos, & Sebastián Rocha Pachón. (2021). Diseño e implementación del plan de mantenimiento preventivo de los equipos de la empresa Granitos y Mármoles Acabados SAS. Ciencia y Poder Aéreo, 16(2), 98–111. <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.703>

Constanza, M., & Restrepo. (n.d.). Fundamentos de ingeniería industrial. Retrieved March 27, 2024, from <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/84710/9789585053434.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

García González, R., Juárez León, S., Guevara Ramírez, I., & García Pérez, J. E. C. (2021). DMAIC – SIX SIGMA: DMAIC Six Sigma. Revista RELAYN- Micro Y Pequeña Empresa En Latinoamérica, 5(3), 164–190. <https://doi.org/10.46990/relayn.2021.5.3.174>

Giani, C. (2018, February 15). Diagrama de flujo - Qué es, tipos, simbología y ejemplos. Concepto; Concepto. <https://concepto.de/diagrama-de-flujo/>

Vista de Metodología DMAIC de Lean Seis Sigma: Una revisión en el contexto del ruido industrial-sector metalmecánico. (2024). Cencialatina.org. <https://www.cencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/2081/3009>

Vista de Aplicación de la herramienta SIPOC a la cadena de suministro interna de una empresa distribuidora de medicamentos. (2024). Unicatolica.edu.co. <https://revistas.unicatolica.edu.co/revista/index.php/LumGent/article/view/361/207>

Delgado, B., Dominique, D., General, A., Panchi, C., Valeria, D., Salazar, P., Tatiana, K., Pinos, P., Leonardo, R., Guano, R., Belén, M., & Ecuador, S. (n.d.). EL DIAGRAMA DE ISHIKAWA COMO HERRAMIENTA DE CALIDAD EN LA EDUCACIÓN: UNA REVISIÓN DE LOS ÚLTIMOS 7 AÑOS THE ISHIKAWA DIAGRAM AS A QUALITY TOOL IN EDUCATION. A REVIEW OF THE LAST 7 YEARS: LITERATURE REVIEW. [https://tambara.org/wp-content/uploads/2021/04/DIAGRAMA-ISHIKAWA\\_FINAL-PDF.pdf](https://tambara.org/wp-content/uploads/2021/04/DIAGRAMA-ISHIKAWA_FINAL-PDF.pdf)

Giani, C. (2024, February 19). Diagrama de Ishikawa - Qué es, para qué sirve y ejemplos. Concepto; Concepto. <https://concepto.de/diagrama-de-ishikawa/>

Prevención de riesgos laborales. Seguridad y salud laboral 3ª edición. (2023). Google Books.

[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=hSrFEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR7&dq=que+es+la+prevencion&ots=B53N8GqX5I&sig=5a7vwn\\_i44LKUCrphEaAzFvUOAo#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=hSrFEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR7&dq=que+es+la+prevencion&ots=B53N8GqX5I&sig=5a7vwn_i44LKUCrphEaAzFvUOAo#v=onepage&q&f=false)

Sanchis Gisbert, Raquel. (2023). Diagramación de Procesos.

<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/144115/Sanchis%20-%20Diagramaci%C3%B3n%20de%20Procesos.pdf?sequence=1>

Rivera, A., Landero, F., Eduardo, S., & Alberto Sevilla Rizo. (2020). Influencia de la innovación en el proceso productivo. Revista Científica FAREM Estelí, 33, 64–78.

<https://doi.org/10.5377/farem.v0i33.9609>

Mayorga, A., Representación, D., & Proliferación, P. (n.d.). EGraFIA Argentina 2017 UNA VALIOSA HERRAMIENTA DE REPRESENTACIÓN Y DISEÑO: EL DIAGRAMA TEMA: Docencia SUBTEMA: PALABRAS CLAVES. Retrieved June 28, 2024, from

[https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/22793/PONENCIA\\_COMPLETA\\_-\\_EGraFIA\\_2017\\_A\\_Mayorga%20%281%29.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/22793/PONENCIA_COMPLETA_-_EGraFIA_2017_A_Mayorga%20%281%29.pdf?sequence=4&isAllowed=y)

Baque-Ballesteros, B. E., González-Cabeza, B. A., Guaitoso-Córdova, G., González-Quíñonez, L. A., & Salgado-Ortiz, P. J. (2023). Plan de mantenimiento para una caldera de generación a vapor en la refinería de aceites vegetales Oleana S.A. Ibero-American Journal of Engineering & Technology Studies, 3(1), 375–384.

<https://doi.org/10.56183/iberotecs.v3i1.611>

Ortiz, M. (2011, September 29). Diagrama de Pareto en Excel • Excel Total. Excel Total.

<https://exceltotal.com/diagrama-de-pareto-en-excel/>

Bosco, J. (2024). R para principiantes. Bookdown.org.

<https://bookdown.org/jboscomendoza/r-principiantes4/graficas-de-barras.html>

En, C., Logística, L., Abastecimiento, D., De Distribución En, Y., Minimercados, L., Locales,

Y., & Gutierrez Posada, N. (n.d.). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.12016.06406>

Laoyan, S. (2024, February 10). Todo lo que necesitas saber sobre Six Sigma [2024] • Asana.

Asana; Asana. <https://asana.com/es/resources/six-sigma>

López, F. A. G., Monsalve, L. L. H., & Coronado, M. H. V. (2021). Mejora de la productividad

empleando la metodología DMAIC. INGENIERÍA: Ciencia, Tecnología e Innovación, 8(2),

77-91. <https://doi.org/10.26495/icti.v8i2.1907>

Vista de Aplicación de metodología DMAIC en la resolución de problemas de calidad. (2024).

Fesc.edu.co.

<https://www.fesc.edu.co/Revistas/OJS/index.php/mundofesc/article/view/508/551>

Víctor Gisbert Soler, Isabel, A., Elena Pérez Bernabéu, Mauro Calabuig Valor, Berta Pons

Vidal, Ángel, F., Jorge Almería Domínguez, San, T., Kou-Vah, M., & Laura Castellano

Lendínez. (2018). Cuadernos de investigación aplicada. 3 ciencias.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7173589>

PROMAT CMMS – Programa de Mantenimiento Total. (2015). Promat.co.cr.

<https://promat.co.cr/>

Soler Mallol, Daniel. (2022). Probabilidad y estadística. Mondragon.edu. [https://doi.org/978-](https://doi.org/978-84-09-44966-8)

[84-09-44966-8](https://doi.org/978-84-09-44966-8)

BRUMIER. (2020). Actividades que agregan y no agregan valor, Herramienta Lean Manufacturing [Archivo de video] YouTube.

<https://www.youtube.com/watch?v=CsAZgRCavzA>

Vásquez, B. S. (2021). Influencia de la metodología FMEA en la disponibilidad operativa de grúas telescópicas modelo R9130-2 de la Empresa Cosmos S. A. [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte.

<https://hdl.handle.net/11537/29876>

Qué es el FMEA y cómo implementarlo. (2023). Fractal.com.

<https://www.fractal.com/es/mantenipedia/pasos-para-implementar-el-fmea-o-amfe>

Joseph, M., & Ricardo, L. (2023). Mejora de la eficacia con los pedidos en una empresa panificadora de la ciudad de Ica mediante Poka Yoke y trabajo estandarizado. Upc.edu.pe.

<http://hdl.handle.net/10757/671485>

Cristina, N. (2024). Casos de desarrollo de sistemas Poka-Yoke en organizaciones de salud.

Puce.edu.ec; PUCE - Quito. [https://repositorio.puce.edu.ec/items/4cf558e1-35bb-411e-](https://repositorio.puce.edu.ec/items/4cf558e1-35bb-411e-9974-f95d23092978)

[9974-f95d23092978](https://repositorio.puce.edu.ec/items/4cf558e1-35bb-411e-9974-f95d23092978)

Toapanta Caiza Mayra Elizabeth (2024) Diseño de un plan de capacitación para la Cooperativa de Ahorro y Crédito Guaranda Ltda. Quito: Universidad Israel, 2024 91p. Mg.

Pérez Manosalvas Héctor Sebastián, UISRAEL-EC-MASTER-GESTH-PRO-378.242-2024-012

<https://repositorio.uisrael.edu.ec/handle/47000/4108>

BBVA. (2021, February 26). “Podcast”: Claves de inversión para pequeños ahorradores.

BBVA NOTICIAS. <https://www.bbva.com/es/salud-financiera/como-calculer-la-rentabilidad-de-una-inversion/>

APDasociacion. (2023, January 12). Tipos de KPIs y su gran impacto en las empresas. APD España. <https://www.apd.es/tipos-de-kpis/>

## **CAPÍTULO VIII: ANEXOS**

## Anexo. 1 carta de aprobación para la realización del proyecto

Puntarenas, 10 de noviembre del 2023

Señores

Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

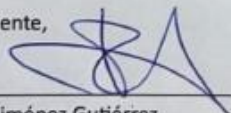
Me permito saludarle y a la vez comunicarle que el nombre de la institución ha autorizado el desarrollo del proyecto de graduación para optar por el nivel de bachillerato en modalidad presencial del estudiante Allison Rachel Piedra Villegas, cédula 6-0472-0600, de la carrera de ingeniería industrial de la Universidad Hispanoamericana, a través de un proyecto que busca objetivo del proyecto, dentro de las responsabilidades que el estudiante desarrollará se encuentran:

- Establecer los Indicadores de Gestión de Mantenimiento Preventivo del departamento de refinería.

El proyecto se desarrollará en el período de mes enero- julio y será supervisado por las siguientes personas:

- Randall Jiménez Gutiérrez
- Mariana Castrillo Venegas

Atentamente,



Randall Jiménez Gutiérrez  
Gerente de refinería  
INOLASA  
Correo electrónico: [rjg@inolasa.com](mailto:rjg@inolasa.com)  
Teléfono: 8981 6644



## Anexo 2. encuesta recopiladora de información básica sobre el departamento de refinería

<p>Qué considera usted el mayor problema que presenta el departamento de refinería? *</p> <p>Tu respuesta</p>
<p>Considera que el departamento posee un procedimiento entandar en su departamento? *</p> <p>Tu respuesta</p>
<p>Cuál es el diagnostico de la situación actual en el departamento de refinería? *</p> <p>Tu respuesta</p>
<p>Al momento de realizar alguna reparación de la maquinaria, la misma posee algún gasto extra externo a la empresa (contratación de servicios externos a la empresa)? *</p> <p><input type="radio"/> Si</p> <p><input type="radio"/> No</p>
<p>Con base a la pregunta anterior, cuáles serian los costos? *</p> <p>Tu respuesta</p>

Fuente: (Elaboración propia, 2024).

### Anexo 3. Encuesta realizada al sector encargado del mantenimiento de maquinaria

Qué sistema utilizan para reportar las averías que presenten los departamentos de la empresa INOLASA? \*

Tu respuesta \_\_\_\_\_

Quién es el departamento encargado de revisar dichos reportes? \*

Tu respuesta \_\_\_\_\_

Cómo funciona la herramienta implementada por la empresa (PROMAT)? \*

Tu respuesta \_\_\_\_\_

Qué horario de revisión poseen? \*

Tu respuesta \_\_\_\_\_

Cuántos usuarios posee el software implementado? \*

Tu respuesta \_\_\_\_\_

Fuente: (Elaboración propia, 2024).

## Anexo 4. Uso de la hoja de trabajo de registros de fallas y reportes de mantenimiento.

### Como utilizar la plantilla para registros de fallas y reportes de mantenimiento

#### Información básica

La plantilla para los registros se encuentra dentro del documento "Registro de fallas y control de mantenimiento" el cual será enviado al gerente general del departamento de refinería, el será el encargado de distribuir el documento a los colaboradores asignados para dicha tarea.



Después de abrir el documento se encontrarán con una hoja de nombre "Datos" en la cual ingresarán los datos solicitantes con el fin de ser guardados y registrados para futuros análisis o evaluaciones, una vez ingresados los datos, hay tres botones los cuales funcionan para guardar la información de los fallos, guardar la información de los monitores o controles realizados y un último botón el cual solo funciona para eliminar la información de los datos básicos en caso de necesitar realizar más de un reporte a la vez.

Guardar Fallo

Guardar Control

Limpia datos

Una vez guardada la información o realizado el reporte de control, la información se guardará en las hojas "fallos" y "Control" según dependa de la acción que está realizando el usuario.

La misma posee una forma sencilla y fácil de comprender con el fin de que cualquier colaborador pueda utilizarla sin mayores complicaciones.

La misma también posee un apartado de control el cual se actualiza automáticamente dependiendo de la información administrada por el encargado.

