



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA DEL ECUADOR
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

Proyecto Técnico previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial

Título: Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para una industria química alimenticia en la ciudad de Guayaquil

Title: Design of a preventive maintenance plan for a food chemical industry in the city of Guayaquil

Autor:

Daniel Antonio Herrera Salguero

Tutor:

Ing. Luis Daniel Caamaño Gordillo MSC.

Guayaquil, 15 de Febrero de 2022

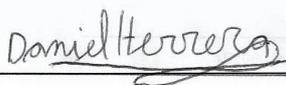
CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Daniel Antonio Herrera Salguero con documento de identificación N°2450299983 manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 15 Febrero del año 2022.

Atentamente,

A handwritten signature in black ink that reads "Daniel Herrera". The signature is written in a cursive style and is positioned above a horizontal line.

Daniel Antonio Herrera Salguero

2450299983

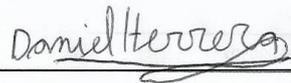
**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Daniel Antonio Herrera Salguero con documento de identificación No.2450299983, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del proyecto técnico: “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para una industria química alimenticia en la ciudad de Guayaquil”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Industrial , en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 15 Febrero del año 2022.

Atentamente,



Daniel Antonio Herrera Salguero

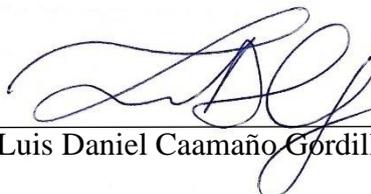
2450299983

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Ing. Luis Daniel Caamaño Gordillo con documento de identificación No 0922618079, docente de la Universidad Politecnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: “DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA UNA INDUSTRIA QUÍMICA ALIMENTICIA EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL”, realizado por Daniel Antonio Herrera Salguero con documento de identificación N°2450299983, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 15 Febrero del año 2022.

Atentamente



Ing. Luis Daniel Caamaño Gordillo, Msc.

0922618079

DEDICATORIA

Dedicó mi proyecto técnico a Dios siendo la parte esencial de mi existencia en vista de que, con su enorme cariño y prudencia, dirigió mis caminos durante toda esta época y supo proporcionarme ánimos para salir mejor.

Asimismo, consagro a mis preciados padres Diana Salguero y Héctor Herrera el cual asiduamente creyeron en mí, me dieron su mano para no dejarme vencer.

Adicionalmente, se la dedicó a mi abuelo Juan Rafael Salguero con lo cual él ansiaba verme graduado de la universidad y lo llevó en mi corazón, debido a que falleció hace algunos años, por el motivo de su enfermedad y que Dios lo tenga en su Santa Gloria.

AGRADECIMIENTO

Agradezco, al primordial administrador de llegar hasta este momento es Dios, en el largo recorrido de mi carrera universitaria para resolver obstáculos el cual se presentaron día a día y obtener mis ideales.

El éxito de acuerdo con las personas dio frutos del soporte, y muchas recomendaciones me inculcaron. De esta manera doy gracias a mis apreciados padres Diana Salguero y Héctor Herrera, quienes siempre me brindaron su apoyo.

Doy gracias a todos los profesores, que compartieron sus instrucciones e ilustraciones.

RESUMEN

El presente proyecto, cumplió con su objetivo general de diseñar un plan de mantenimiento preventivo en los equipos y maquinarias en el área de lavado de sal para mejorar el desempeño operacional en una industria química alimenticia en la ciudad de Guayaquil. La industria química alimenticia es muy importante en el proceso, dado al aumento de la exigencia mediante a los años.

Metodológicamente, la inspección enfocó el área de lavado de sal de una industria química alimenticia y su herramienta fue el análisis modal de fallos y efectos (AMEF), a fin de que se hizo su proceso productivo y enfatizó en los equipos y maquinarias involucradas que se consideraron críticos, se hizo diagnósticos a las maquinarias y equipos con lo cual se analizaron las pruebas de las cámaras termográficas a las maquinarias mencionadas en el área de lavado de sal, de esta manera se estructuró un diseño de un plan de mantenimiento preventivo en una industria química alimenticia en la ciudad de Guayaquil.

Se indagó los mantenimientos adecuados que se realizó en los equipos relevantes, por lo tanto, se recurrió a los manuales proporcionados por el fabricante y se estimó el tiempo de operación de cada equipo con la finalidad de intervenirlos en un horario.

Se tomó en cuenta el mantenimiento preventivo con las entrevistas que se ejecutó con algunos técnicos del área de mantenimiento de la industria química alimenticia, por lo cual se obtuvo información importante de cada uno de los equipos y los lapsos de tiempos que son intervenidos.

Se diseñó un plan de mantenimiento preventivo, dando como resultado que la industria química alimenticia redujo la incidencia del mantenimiento de corrección, por lo tanto, representa atrasos en la productividad, con lo cual sufrió cambios en la eficacia del producto acabado y deterioros significativos en los equipos perjudicados, asimismo del desperdicio de tiempo con lo cual retrasaron las piezas para su reinstauración. Por otra parte, dio soportes y soluciones a los mantenimientos solicitados.

Palabras Claves: Confiabilidad del equipo, Disponibilidad del equipo, Equipos de producción, Entrevistas a técnicos, Mantenimiento preventivo, industria química alimenticia, AMEF.

Abstract

This project fulfilled its general objective of designing a preventive maintenance plan for equipment and machinery in the salt washing area to improve operational performance in a food chemical industry in the city of Guayaquil. The food chemical industry is very important in the process, given the increased requirement over the years.

Methodologically, the inspection focused on the salt washing area of a food chemical industry and its tool was failure mode and effects analysis (FMEA), to carry out its production process and emphasized the equipment and machinery involved. considered critical, diagnoses were made to the machinery and equipment with which the tests of the thermographic cameras were analyzed to the machinery mentioned in the salt washing area, in this way a design of a preventive maintenance plan was structured in an industry food chemistry in the city of Guayaquil.

The adequate maintenance that was carried out on the relevant equipment was investigated, therefore, the manuals provided by the manufacturer were used and the operating time of each equipment was estimated to intervene on a schedule.

Preventive maintenance was considered with the interviews that were carried out with some technicians from the maintenance area of the food chemical industry, for which important information was obtained from each of the equipment and the time periods that are intervened.

A preventive maintenance plan was designed, resulting in the food chemical industry reducing the incidence of corrective maintenance, therefore, it represents delays in productivity, with which it suffered changes in the effectiveness of the finished product and significant deterioration in the equipment. harmed, as well as the waste of time with which they delayed the pieces for their reinstatement. On the other hand, it gave support and solutions to the requested maintenance.

Keywords: Preventive maintenance, production teams, equipment availability, equipment reliability, technician interviews, food chemical industry, FMEA.

Índice de contenido

Introducción	1
CAPÍTULO 1. EL PROBLEMA.....	5
1.1 Antecedentes	5
1.2 Importancia y alcance.....	5
1.3 Delimitación	8
1.3.1 Delimitación Temporal.....	8
1.3.2 Delimitación geográfica	8
1.3.3 Delimita Institucionalmente	9
1.4 Formulación del problema.....	9
1.5 Objetivo General	9
1.6. Objetivos específicos.....	9
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	10
2.1 Estado del arte	10
2.3 Mantenimiento Correctivo	11
2.4 Mantenimiento Predictivo	12
2.5 Mantenimiento Preventivo	13
2.6 Estrategias de mantenimiento Preventivo	14
2.6.1 Ventajas del Mantenimiento preventivo.....	14
2.6.2 Desventajas del Mantenimiento preventivo	14
2.6.3 Mantenimiento preventivo basado en el tiempo fijo.	14
2.6.4 Mantenimiento preventivo a fecha constante.	15
2.6.5 Mantenimiento preventivo basado en la condición.	15
2.7 Mantenimiento de actualización:.....	15
2.7.1 Disponibilidad	15
2.7.2 Confiabilidad.....	16
2.7.3 Costo.....	16
2.7.4 Medio ambiente.....	16
2.8 Métodos de Mantenimiento.....	16
2.8.1 Método de TPM.....	16
2.8.2 Método del Mantenimiento centrado a la confiabilidad (RCM)	17
2.8.3 AMEF.....	17
2.8.4 Análisis de criticidad.	18
2.9 Maquinarias y equipos en el proceso de lavado de sal	19
2.9.1 Bomba centrífuga	19

2.9.2 Elevador de cangilones.....	19
2.9.3 Tornillo sin- fin	20
2.9.4 Bomba de pozo profundo o Bomba sumergible	20
2.9.5 Tolva.....	20
2.9.6 Tubería.....	21
CAPÍTULO 3. MARCO METODOLÓGICO	22
3.1 Enfoque de la investigación	22
3.2 Tipos de investigación.....	22
3.3 Metodología de investigación	23
3.4 Instrumentos de investigación	24
3.4.1 Revisión Documental	24
3.4.2 Diseño de investigación.....	25
3.4.3 Observación directa.....	26
3.5 Análisis de modo y fallas.	26
3.6 Análisis de criticidad en las maquinarias y equipos en una industria química alimenticia.	29
3.7 Análisis de la cámara termográfica en los equipos y maquinarias en una industria química alimenticia.	29
3.8 Indicadores de mantenimiento.....	30
3.8.1 Tiempo medio de reparación	30
3.8.2 Tiempo medio de falla.....	30
3.8.3 Disponibilidad del equipo.	30
3.9 Cronograma de un plan de Mantenimiento preventivo en una industria química alimenticia. ...	31
CAPÍTULO. 4 RESULTADOS	32
4.1 Observación directa.....	32
4.2 Análisis de crítico en las maquinarias y equipos en una industria química alimenticia.	35
4.2.1. AMEF en el equipo de la Tubería.	37
4.2.2 AMEF en la máquina bomba centrífuga.	40
4.2.3 AMEF en el equipo del tornillo sin- fin1	44
4.2.4 AMEF en el equipo del elevador de cangilones.....	47
4.2.5 AMEF en el equipo del tornillo sin fin 2.....	50
4.2.6 AMEF en el equipo de la tolva.....	53
4.2.7 AMEF en el equipo de la bomba sumergible.	56
4.3 Análisis de la cámara termográfica de los equipos del área de lavado.....	59
4.3.1 Análisis de la cámara termográfica de la tubería.....	59

4.3.2	Análisis de la cámara termográfica de la bomba centrífuga.....	60
4.3.3	Análisis de la cámara termográfica del tornillo sin-fin1.	61
4.3.4	Análisis de la cámara termográfica del elevador de cangilones.....	62
4.3.5	Análisis de la cámara termográfica del tornillo sinfin 2.....	63
4.3.6	Análisis de la cámara termográfica de la tolva.....	64
4.3.7	Análisis de la cámara termográfica de la bomba sumergible.	65
	Modelo de cámara: TIS45 Fluke	65
4.4	Indicadores de mantenimiento en una industria química alimenticia.....	66
4.4.1	Tiempo de medio de reparación	66
4.4.2	Tiempo medio de falla.....	66
4.4.3	Disponibilidad del equipo	66
4.4.4	Confiabilidad del equipo	67
4.5	Cronograma de un plan de mantenimiento preventivo en una industria química alimenticia.....	68
4.5.1	Cronograma de un plan de mantenimiento preventivo en la tubería para una industria química alimenticia.	69
4.5.2	Cronograma de un plan de mantenimiento preventivo en la bomba centrífuga para una industria química alimenticia.	69
4.5.3	Cronograma de un plan de mantenimiento preventivo en el tornillo sin fin1 para una industria química alimenticia.	70
4.5.4	Cronograma de un plan de mantenimiento preventivo en el elevador de cangilones para una industria química alimenticia.	71
4.5.5	Cronograma de un plan de mantenimiento preventivo en el tornillo sin fin2 para una industria química alimenticia.	72
4.5.6	Cronograma de un plan de mantenimiento preventivo en la tolva para una industria química alimenticia.	72
4.5.7	Cronograma de un plan de mantenimiento preventivo en la bomba sumergible para una industria química alimenticia.	73
	CONCLUSIONES	74
	RECOMENDACIONES	75
	BIBLIOGRAFÍA.....	76

Índice de Figuras

Figura 1. Diagrama de causa y efecto de la baja confiabilidad de las máquinas y equipos.	6
Figura 2. Ubicación geográfica de manera espacial.	9
Figura 3. Ejecución de un mantenimiento correctivo	12
Figura 4. Cámara Termográfica	13
Figura 5 .Objetivos de mantenimiento	15
Figura 6. Ejemplo del Método de TPM.....	17
Figura 7. Bomba Centrífuga.....	19
Figura 8. Elevador de cangilones.	19
Figura 9. Tornillo sin- fin.....	20
Figura 10. Bomba sumergible.	20
Figura 11. Tolva	20
Figura 12. Tubería.....	21
Figura 13. Flujograma del área de lavado de sal en una industria química alimenticia.	24
Figura 14. Bitácora del departamento de mantenimiento para los equipos del área lavado de sal. ...	24
Figura 15 . Logotipo de SAP.....	24
Figura 16 .Tubería.....	37
Figura 17 .Bomba Centrífuga.....	40
Figura 18 . Tornillo sin fin 1 parte externa.....	44
Figura 19 . Tornillo sin fin1.	44
Figura 19 .Elevador de cangilones.	47
Figura 21. Tornillo sinfin-2.....	50
Figura 22 .Tolva.....	53
Figura 23 .Bomba sumergible	56

Índice de Tablas

Tabla 1 Producción de las industrias: % por mercado(2016-enero).....	2
Tabla 2. Datos es el número de veces de cuantas fue intervenida las maquinarias y equipos.	7
Tabla 3. El criterio de severidad se definió para evaluar la severidad de una falla.	25
Tabla 4 . Criterio de detectabilidad para la evaluación de efectos de falla.	25
Tabla 5 . Criterio de ocurrencia para la evaluación de efectos de falla.	26
Tabla 6 . Formato de las observaciones de los equipos y maquinarias de una industria química alimenticia.	26
Tabla 7 . Formato de las paradas no programadas de una industria química alimenticia.	26
Tabla 8 . Ficha para realizar análisis de modo y fallas para una industria química alimenticia.....	28
Tabla 9 . Ficha para realizar análisis de Pareto para una industria química alimenticia.	28
Tabla 10 . Formato para medir el grado de criticidad acorde con las mermas por retrasos de una industria química alimenticia.	29
Tabla 11. Formato del registro de cámara termográfica en los equipos y maquinarias de una industria química alimenticia	29
Tabla 12. Formato del cronograma de un plan de mantenimiento preventivo de una industria química alimenticia.	31
Tabla. 13 . Se identifica las siguientes averías.	32
Tabla. 14 . Bitácora de los equipos o maquinarias de una industria química alimenticia.	33
Tabla 15 . Resultados de las paradas no programadas en horas del mes de marzo del 2021.	34
Tabla 17 . Análisis de criticidad acorde con las mermas por retrasos económicos.....	36
Tabla 17. AMEF de la tubería.	38
Tabla 18 . Análisis del diagrama de Pareto de la tubería.	39
Tabla 19 . Gráfica del análisis de Pareto de la tubería.	39
Tabla 20 . AMEF de la bomba centrífuga.	41
Tabla 21 . Análisis del diagrama de Pareto de la bomba centrífuga.	42
Tabla 22 . Gráfica del diagrama de Pareto de la bomba centrífuga.....	43
Tabla 23. AMEF del tornillo sin fin 1.	45
Tabla 24 . Análisis del diagrama de Pareto del tornillo sin fin1.	46
Tabla 25 . Gráfica del diagrama de Pareto del tornillo sin fin1.....	46
Tabla 26 . AMEF del elevador de cangilones.	48
Tabla 27. Análisis del diagrama de Pareto del elevador de cangilones.....	49
Tabla 28 . Análisis del diagrama de Pareto del elevador de cangilones.....	49
Tabla 29. AMEF del tornillo sin fin 2.	51
Tabla 30 . Análisis del diagrama de Pareto del tornillo sin fin 2.	52
Tabla 31 . Análisis del diagrama de Pareto del tornillo sin fin 2	52
Tabla 32. AMEF de la Tolva.	54
Tabla 33. Análisis del diagrama de Pareto de la tolva.....	55
Tabla. 34 Gráfica del diagrama de Pareto de la tolva.....	55
Tabla 35 . AMEF de la bomba sumergible.....	57
Tabla. 36 Análisis del diagrama de Pareto de la bomba sumergible.....	58
Tabla 37 . Gráfica del diagrama de Pareto de la bomba sumergible.	58
Tabla 38 . Registro de la Temperatura de la tubería.....	59
Tabla 39. Registro de la Temperatura de la bomba centrífuga.....	60
Tabla. 40 Temperatura del tornillo sin fin 1.....	61
Tabla 41. Registro de la Temperatura del elevador de cangilones.	62

Tabla 42 .Registro Temperatura del tornillo sinfín 2.	63
Tabla. 43 Registro de la Temperatura de la tolva.....	64
Tabla. 44 Registro de la Temperatura de la bomba sumergible.	65
Tabla. 45 Criterio de revisiones.	68
Tabla 46 .Cronograma de un plan de mantenimiento de una tubería.	69
Tabla 47. Cronograma de un plan de mantenimiento de una bomba centrífuga.	69
Tabla 48. Cronograma de un plan de mantenimiento del tornillo sinfín 1.	70
Tabla 49. Cronograma de un plan de mantenimiento del elevador de cangilones.	71
Tabla 50. Cronograma de un plan de mantenimiento del tornillo sinfín 2.	72
Tabla 51. Cronograma de un plan de mantenimiento de la tolva.	72
Tabla 52. Cronograma de un plan de mantenimiento de la bomba sumergible.	73

Índice de Anexos

Anexo 1 Entrevista 1 a técnico1.....	79
Anexo 2 Entrevista 2 a técnico 2.....	79
Anexo 3 Entrevista 3 a técnico 3.....	80

Introducción

La evolución del conocimiento en las ciencias, en los siglos XVII y XVIII son años destacados en el desarrollo del desarrollo tecnológico en la historia universal, con lo cual desarrollan diversas investigaciones capaces de aprovechar la energía para generar bienes o servicios, con el fin de desarrollar máquinas que funcionan con electricidad, vapor o principios mecánicos, dando como resultado que la forma de producción es satisfactoria, se concentraran en instalaciones especiales llamadas fábricas de producción para cumplir sus objetivos. Si hacemos una comparación de la manera de producir productos o servicios de la prehistoria al siglo XVIII se puede decir que existe una gran diferencia, obtendremos un producto en tan poco tiempo, en el sentido de que actualmente se nota una mejor calidad de vida, pero una mayor producción adecuada para cubrir las necesidades actuales. Por lo tanto, enfocándose en las observaciones que el tema de mantenimiento siempre ha existido y es sumamente importante en la transformación; pues se ha utilizado mantenimiento como un mecanismo, luego a la maquinaria y ahora a los equipos industriales, con el fin de preservar el elemento mencionado, o mejor aún prolongar su vida útil.

Con la necesidad de relacionar los conocimientos para mantenimiento en las diversas áreas o disciplinas que está condicionada en el avance de la ciencia y la tecnología con lo cual se transforma en desarrollos tecnológicos que hoy tenemos. A través de estas máquinas, equipos, cumplen con los principios físicos que procura trabajar, siendo el conocimiento base relevante, para proporcionar el mantenimiento. Los grandes cambios de un sistema global de economía han impulsado a un mercado cada vez más competitivo, por lo cual con alta demanda exigen productos cada vez mejores y en mayores cantidades. Usa procedimientos como el mantenimiento industrial, es una oportunidad de incorporar soluciones efectivas que respondan a las demandas actuales y que favorezcan un mejor rendimiento de los sistemas, en empresas, organizaciones e instituciones. Como primer punto, se centraron los objetivos y recursos en la capacidad de producción. Luego, al incrementar la demanda e intentar producir de manera continua, se manifiesta el problema del mantenimiento, que en esas instancias se convierte en una función secundaria los equipos a que busca reparar averías rápidamente y a bajo costo. No obstante, la estrategia perfecta es contar con un sistema de reparación que implique un costo menor con lo cual el costo que se genera por pérdidas de producción. Como efectos del mantenimiento industrial se transforma en una necesidad cuya solución permanente consiste en aplicar continuamente un conjunto de técnicas, a través de las cuales se puede conservar maquinaria o equipos e instalaciones en general de un servicio en estado óptimo para sus funciones. Es decir, generar la posibilidad de disponer de ellos en las mejores condiciones por el mayor tiempo posible, para garantizar el mejor rendimiento y producción.

Para ello, las principales actividades que se derivan del mantenimiento son a considerar los costos, evaluación del estado de instalaciones, la seguridad de los recursos humanos y materiales, la prevención y corrección de averías.

Esto involucra disponer de un modelo de referencia del funcionamiento adecuado de cada equipo y maquinaria en un tiempo específico, así también su información técnica y detalles de instalación y funcionamiento, para lo cual se necesita evaluar su rendimiento y funcionalidades.

En esta línea, es indispensable responsabilizarse de acciones tanto preventivas como correctivas y de mantener un sistema de vigilancia periódica, con el objetivo de reducir costos al mínimo posible mientras se incrementa su disponibilidad en niveles excelentes, dando como resultado, una mejora también la fiabilidad de las máquinas e instalaciones requeridas por la institución.

Actualmente, se ha comprobado el papel del mantenimiento en una base a una organización destacando un gran aporte a la productividad, por medio de la confiabilidad y disponibilidad de los equipos, maquinaria e instalaciones, impactando también en la calidad, medio ambiente, seguridad industrial y salud ocupacional en todos sus aspectos. Sin embargo, surgen problemas que generan el incremento de sus costos. Por consiguiente, es fundamental que se conserve el control de sus operaciones y la efectiva capacidad de abastecimiento para lograr una mayor rentabilidad.

Ecuador es una nación que recurre a una amplia expedición de sus productos químicos alimenticios. En los años anteriores, el sector químico alimenticio, abarca un gran porcentaje a las industrias del país.

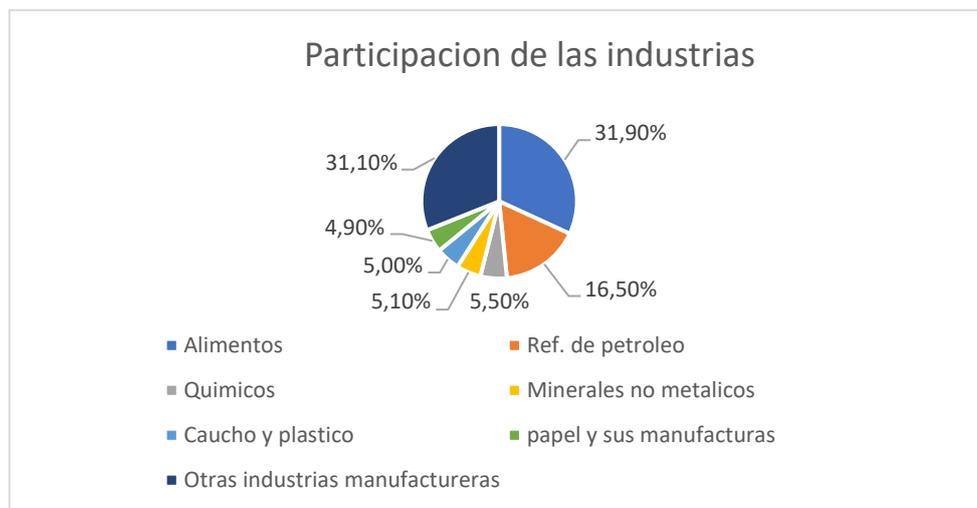


Tabla 1 Producción de las industrias: % por mercado(2016-enero)

Fuente: LDLE-INEC a partir de los datos del Directorio de Empresas DICE

El crecimiento de la industria química alimenticia dando como resultado impulsos al patrimonio del país, incorporando novedosos procesos y produciendo trabajo. Las amenazas de esta empresa es proveer al cliente local, de igual manera enviar a distintos países de todo el mundo.

En la actualidad, se ha presenciado crecimientos de la industria ecuatoriana con el fin de hacer una estructuración a sus instalaciones que son las siguientes: máquinas, equipos, entre otros. Mediante a un rendimiento constante y es muy valioso un mantenimiento apropiado para la industria química alimenticia.

Dé tal modo que el mantenimiento debería realizar mejoras continuas para amplificar el ciclo de vida de sus equipos y prevenir deficiencias que causen retrasos no proyectados con lo cual originan una disminución de su rendimiento y financiera a las empresas. Con lo cual el mantenimiento desarrollado por las industrias es por lo general el preventivo, basado en los manuales del fabricante.

En una empresa química alimenticia se detecta que el proceso de mantenimiento no está cumpliendo asertivamente con el plan de mantenimiento anual. El personal técnico realizó inspecciones diarias de manera visual y auditiva de los equipos para determinar posibles fallas de estos. Al determinar que un equipo tiene que ser intervenido informa al jefe inmediato el cual al comparar con su plan de mantenimiento identifica que no está dentro de la frecuencia establecida en su cronograma. La principal limitante de la empresa es su jornada de trabajo debido a que solo tienen uno o dos días máximo para intervenir los equipos con un tiempo de ocho horas por día.

Para eliminar esta condición, surge el mantenimiento predictivo con lo cual tiene técnicas innovadoras, que se basa su actividad sobre el estado de utilidad del equipo. Se encuentran ventajas en este mantenimiento con el fin de reducir el número de intervenciones al equipo, por lo tanto, disminuye las paradas imprevistas y así usar esos datos para realizar un mantenimiento preventivo.

El documento que se caracteriza tuvo tal propósito de diseñar un plan de mantenimiento preventivo en una industria química alimenticia localizada en la ciudad de Guayaquil en el km 12.5 de la vía Daule, con el fin de aumentar su rendimiento en los equipos presentes.

El proyecto técnico inicia en el capítulo 1, exponiendo la dificultad basada en información en la industria química alimenticia, además se coloca su importancia de un diseño de un plan de mantenimiento preventivo para una industria con el fin de determinar su alcance en el área de lavado de sal, por lo tanto, se realiza una delimita geográfica, temporal se hace la incógnita a solucionar y por último muestran los objetivos principales y específicos del proyecto.

Después en el capítulo 2, se llevó a cabo tal estudio el marco teórico brindando una breve explicación de algunos mantenimientos como lo son correctivo, predictivo, pero en el preventivo se hace énfasis en las estrategias, ventajas, desventajas y métodos. En este capítulo se determina el diseño de una metodología con lo cual en el siguiente capítulo se utilizará.

Posteriormente el capítulo 3, se muestra la representación de los equipos mecánicos de la planta, y se realizó un análisis de criticidad (Alta, Media, Baja) de los equipos y maquinarias en el proceso de lavado de sal basados en la metodología de fuentes bibliográficas del diseño de un plan de mantenimiento preventivo en una industria química alimenticia de la elección de los equipos para medir su criticidad.

Por lo tanto, capítulo 4, se reflejan los efectos del diseño de un plan de mantenimiento preventivo en una industria química alimenticia: la mejora de los indicadores de mantenimiento con respecto al proceso de lavado. Finalmente, se presentan las conclusiones efectuadas a consecuencia del proyecto técnico. Consecutivamente de esto, las recomendaciones para las subsiguientes investigaciones enfocadas al mantenimiento.

CAPÍTULO 1. EL PROBLEMA

1.1 Antecedentes

En la industria química alimenticia, especificando el área de mantenimiento escucha los inconvenientes de sus clientes internos, no obstante estos procesos requieren actividades con el fin de preservar un buen estado los equipos, por lo tanto, el cliente principal es el área de producción en el proceso de lavado sal, que son dirigidos al área de mantenimiento, en consecuencia se comunica al personal técnico a fin de realizar inspecciones diarias de manera visual, auditiva de los equipos para determinar posibles fallas. Se diagnostica que un equipo tiene que ser intervenido se hace el respectivo informe, de esta manera se revisa el plan de mantenimiento preventivo identificando que no está dentro del tiempo establecido de su cronograma. A pesar de la principal limitante de la empresa en su jornada de trabajo debido a que solo tiene uno o dos días máximos, para inspeccionar con una mayor profundidad en las ocho horas.

El procesamiento de producción de la industria de modo frecuente se efectúa por las siguientes fases: Recepción de sal, lavado de sal, secado de sal, molienda, mezclado y adivinación, ensacado Industrial, Salero, Empaquetadora de sal de consumo humano, Almacenaje de producto terminado.

De acuerdo con los registros se puede evidenciar que presenta la mayor cantidad de averías en el proceso de lavado de sal, por este motivo los registros indican que no cumple un cronograma y en consecuencia se dificulta aún más el problema.

La industria química alimenticia representa la indagación continua de ocupaciones que acceden a minimizar los defectos inesperados, a través del mantenimiento de prevención en la industria mencionada que se localiza en una fase inicial y en buena parte aplica, pero hay situaciones que se demoran mucho tiempo para realizar la transformación de materia prima al producto terminado.

Es fundamental conservar el buen estado de sus equipos, debido a que desperfectos imprevistos en sus dichos equipos y maquinarias presentes en el área de lavado de sal, pueden afectar la producción y el rendimiento del área en mención.

El sistema de mantenimiento en aquel tiempo fue establecido de manera superficial, basándose más en la experiencia que la teoría de mantenimiento. No se tomaba importancia a las guías de operación de equipos y maquinarias.

Debido a lo sucedido, se procedió a hacer un diseño de un plan de mantenimiento preventivo en la industria química alimenticia en la ciudad de Guayaquil en el área de lavado de sal, que permita minimizar las fallas de las maquinarias, por ende, aumentar su producción.

1.2 Importancia y alcance

En la actualidad, en una sociedad enormemente competitiva, la productividad es un elemento esencial en los círculos empresariales, por lo cual el proceso de producción que es un punto de la eficacia práctica en la industria requiere una constancia efectiva, para ejecutar a su debido

tiempo con los despachos de los consumidores y obtener las ganancias previstas. Se ha considerado útil el mantenimiento preventivo conservando en buen estado los equipos y maquinarias, con el fin de no alcanzar el mantenimiento correctivo, que implica la paralización de los procesos y afectaría a la productividad, dando como resultado los retrasos y el incumplimiento con la producción planificada.

En una industria química alimenticia presenta una ausencia de un plan de mantenimiento eficiente, genera impactos negativos en los procesos de producción como son las paradas en los procesos de los costos por mantenimiento correctivos, accidentes laborales, quejas de clientes y no se ha entrega a tiempo el producto terminado, reducción de productividad. Debido a que carece de un plan de mantenimiento preventivo organizado y estructurado que le ayude a prolongar la vida útil de los equipos con el fin de evitar paradas en el proceso, porque puede entregar a tiempo los pedidos a los clientes.

A continuación, detalla la baja confiabilidad de los equipos y maquinarias en la siguiente imagen:

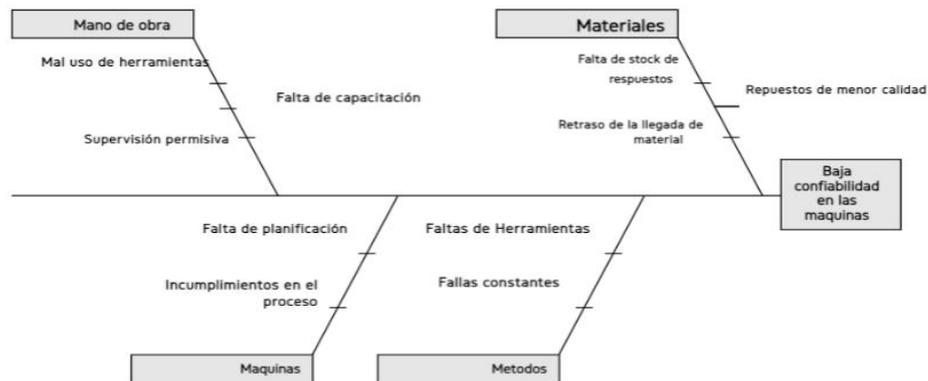


Figura 1. Diagrama de causa y efecto de la baja confiabilidad de las máquinas y equipos.

Se utiliza el mantenimiento preventivo, permitiendo disminuir las participaciones correctivas a través de usar un plan donde se ejecute rutinas de inspección y reparación de elementos en mal estado, por lo tanto, no afectara a la productividad y calidad del producto. El tiempo de inspección es fundamental debido a que identifica las fallas de manera prolongada, en el siguiente cuadro se determina que equipos se averían por cada mes.

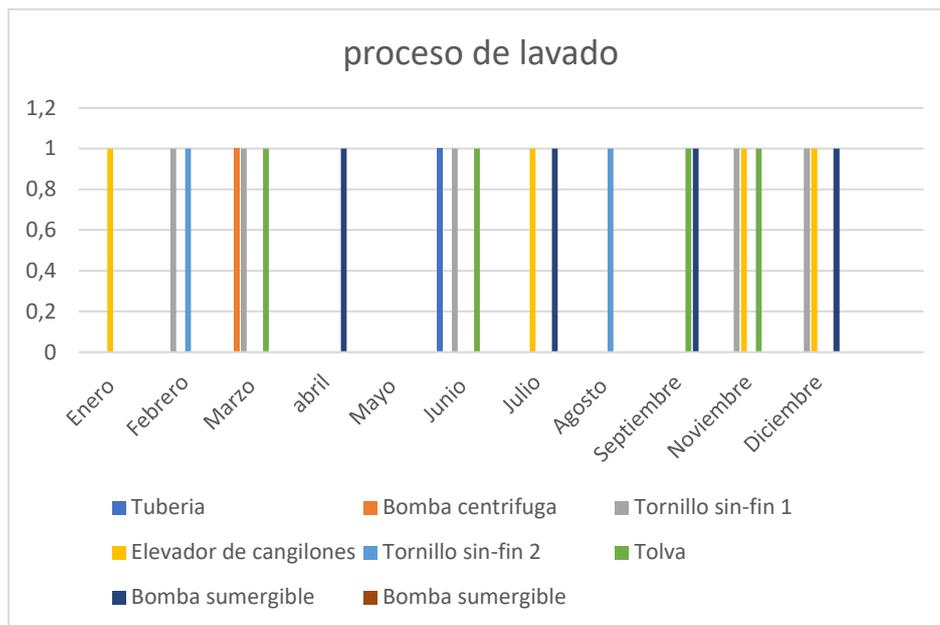


Tabla 2. Datos es el número de veces de cuantas fue intervenida las maquinarias y equipos.

Esta indagación es fundamental y se documenta mediante al diseño de un plan de mantenimiento preventivo en una industria química alimenticia en el proceso de lavado que ha presentado mayor cantidad de averías, se lograra dar una guía para la mencionada industria, con el fin de mitigar los valores monetarios del mantenimientos asumidos por un inoportuno pronostico en la conservación de los equipo y maquinaria, por lo tanto provoca dificultad e inconvenientes en la producción que está en desarrollo, y de forma en conjunta acelere el desgaste de los equipos, que los trabajadores de producción malgastan uno de los medios más preciados como lo es el tiempo, tratando de colocar reemplazos en el menor periodo posible.

El enfoque que se da al mantenimiento preventivo es obtener optimización de la funcionalidad en la fábrica, sus equipos y maquinarias de la industria química alimenticia que pretende hacer mejoramiento continuo en su desempeño mediante a la operatividad apropiada de sus recursos, por lo tanto, conduce a una reducción de imprevistos, lesión de trabajo, incremente la calidad, incremente la producción y como resultado siendo más competitivos en el mercado.

El proyecto se lo realiza a una empresa química alimenticia y está ubicada en la ciudad de Guayaquil de la vía Daule en el 12.5 km, se detecta que el proceso de mantenimiento no está cumpliendo asertivamente con el plan de mantenimiento anual en el proceso de lavado de sal, con respecto a sus equipos y maquinarias existentes y el estado de criticidad de estos, alcanza la racionalización de tiempo y medios del sistema de mantenimiento preventivo para los equipos y maquinarias.

Se ha obtenido toda la información, la entidad deberá seguir con sus actividades programadas en la central de datos alcanzados en la evolución del proyecto, obteniendo a la conservación de los equipos y maquinarias, dando como resultado un funcionamiento adecuado.

El levantamiento de datos tiene el siguiente alcance:

- Preparar la optimización de recursos y elevar el nivel de confiabilidad del equipo.
- Diseñar su plan de mantenimiento preventivo que se complemente para la creación de un mantenimiento efectivo.

El proyecto se ha planteado diseñar un plan de mantenimiento preventivo en una industria química alimenticia, permitiendo lograr un mantenimiento preventivo a los equipos y maquinarias para la industria garantizando que se encuentren operativas. Por lo cual, el alcance del proyecto llevara:

- Fundamentación.
- Objetivos.
- Procedimientos.
- Equipos y Maquinarias.
- Principio de mantenimiento preventivo.
- Cronograma de mantenimiento.

1.3 Delimitación

1.3.1 Delimitación Temporal

El proyecto comenzó el 31 de mayo y entre las principales etapas son las siguientes:

- Dos meses se iniciaron las entrevistas a los técnicos operadores que están involucrados directamente con los equipos y determinaron los tipos de equipos y maquinarias con respecto a su complejidad en una industria química alimenticia.
- Un mes se realizó sus intervalos de tiempo de cuanto duraron las maquinarias o equipos en presentar una avería.
- Tres meses se reunió toda la información adecuada para ejecutar el diseño de un plan de mantenimiento en una industria química alimenticia.

1.3.2 Delimitación geográfica

El reciente proyecto técnico se efectuó en una industria productora de alimentos y químicos situada en la ciudad de Guayaquil, Vía Daule km 12,5, en el cual se realiza un diseño de un plan de mantenimiento preventivo en la ciudad de Guayaquil.

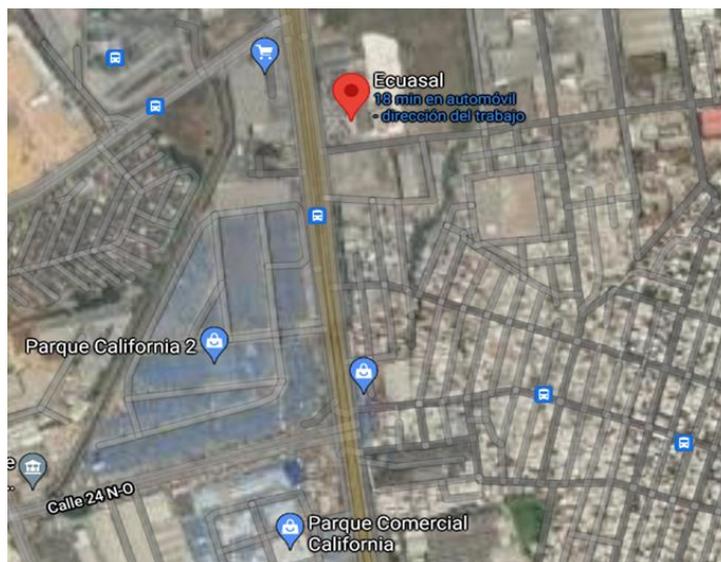


Figura 2. Ubicación geográfica de manera espacial.

Tema: Diseño de un plan de mantenimiento preventivo en una industria química alimenticia.

1.3.3 Delimita Institucionalmente

- Mantenimiento
- Gestión de proyectos

1.4 Formulación del problema

¿La industria química alimenticia plantea diseñar un plan de mantenimiento preventivo en el proceso de lavado de sal que se complemente dando como resultados diagnósticos de un mantenimiento efectivo?

1.5 Objetivo General

- Diseñar un plan de mantenimiento preventivo en los equipos y maquinarias en el área de lavado de sal para mejorar el desempeño operacional en una industria química alimenticia en la ciudad de Guayaquil.

1.6. Objetivos específicos

- Entrevistar a los técnicos operadores que están involucrados directamente con los equipos y maquinarias en una industria química alimenticia para determinar a las diferentes maquinas a evaluar.
- Analizar las pruebas de cámara termográfica en las maquinarias o equipos presentes en el área de lavado de sal.
- Diagnosticar las maquinarias y equipos para el proceso del lavado de sal presentes en una industria química alimenticia.
- Investigar los mantenimientos realizados en las maquinarias o equipos en la central de datos en una industria química alimenticia.
- Evaluar el tiempo de operación de cada maquinarias y equipos para determinar su periodicidad con respecto a las averías.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1 Estado del arte

Como consecuencias de proponer el diseño de un plan de mantenimiento preventivo en una industria química alimenticia ubicada en la ciudad de Guayaquil de la vía Daule en el km 12,5, se encontró información sobre el mayor número de incidencias sucede en el área de lavado de sal del mantenimiento industrial en el sector manufacturero a través de la utilidad de planes y estrategia de mantenimiento adecuadas.

Mediante un proyecto técnico a efectuar en las industrias químicas alimenticias realizando un Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la eficiencia de las maquinarias y equipos de una industria química alimenticia, tiene como idea principal de hacer una apropiada identificación de los problemas ocurridos encontrando el mayor número de fallas, paradas imprevistas y esto genera un alto costo en mantenimiento empleando herramientas para conservar operativa y eficiente dichos objetos, a través del diagrama de Pareto, análisis de criticidad ,Amef, con el fin de alcanzar la optimización de la gestión del mantenimiento, para así obtener una mayor disponibilidad y confiabilidad, dando como resultado el cumplimiento de las labores adecuadas de su función.

Estas técnicas utilizadas permitieron conocer que el documento de paralizaciones por averías y restauraciones se enfocó en los sucesivos equipos y maquinarias: este mostró más tiempo de retrasos por averías fue la bomba centrífuga esta contabilizado 15,5 horas, le sigue el elevador de cangilones está contabilizado 10 horas, luego es el tornillo sin- fin este contabilizado 7 horas, Bomba de pozo profundo este contabilizo 5 horas, y por último fue la tubería está contabilizada 3 horas.

La indagación finaliza con una propuesta de diseñar un plan de mantenimiento preventivo, enfocada en las siguientes tareas como son:

- Primera tarea, es realizar un mapa del proceso del área que es expuesto por las autoridades de la industria química alimenticia y es aprobado.
- Segunda Tarea, formar un equipo de trabajo y documentar el proceso de una industria química alimenticia.
- Tercera tarea, es decidir los pasos críticos del desarrollo y las averías potenciales de cada paso del desarrollo, con lo cual determina sus consecuencias y valorar su nivel de gravedad de los equipos y maquinaria de una industria química alimenticia.
- Cuarta Tarea, indicar las causas de cada falla y evaluar la ocurrencia de las fallas de una industria química alimenticia.
- Quinta Tarea, mostrar las inspecciones que se tienen para detectar fallas y evaluarlas con el fin de obtener el número de prioridad del riesgo para cada falla y tomar decisiones adecuadas.
- Sexta tarea ejecutar acciones preventivas, con el fin de minimizar las paradas en la industria química alimenticia.

2.2 El Mantenimiento Industrial

El mantenimiento industrial está enfocado en las ocupaciones dirigidas a asegurar el correcto funcionamiento de los equipos y maquinarias que desempeñan un medio de fabricación accediendo que este seguimiento sea a plena capacidad. Con lo cual las primeras empresas que iniciaron estaban conformadas por equipos de individuos que trabajaban en cada uno de los pasos del proceso de producción y a su vez reparar los equipos y maquinarias cuando se evidenciaban alguna avería. Debido a que los trabajadores desarrollaban numerosos trabajos, por lo tanto, el preparar un producto terminado para ofrecerlo a los clientes involucra un alto costo en tiempo y dinero. Con la meta de ganar más, e invirtiendo menos, las empresas reconocieron que necesitaban distribuir a sus trabajadores para que se dedicaran a tareas específicas, ya que las dichas tareas fueron de dos tipos: tareas de manipulación en las maquinarias y equipos, mientras otro grupo de trabajadores se les designó las tareas de reparación de los equipos y maquinarias. (Sierra, 2019)

El mantenimiento industrial es identificado como una unidad de servicio que atiende las necesidades de la empresa. Al trabajo de mantenimiento debe ser controlado en su origen, supervisando las actividades que realizan los trabajadores y en forma ordenada. La ejecución de manera ordenada con los trabajos, se logran normalmente a través de un sistema de órdenes escritas que contiene varios a pasos a seguir: solicitud, planificación estimada, autorización, programación, ejecución y revisión. (Abambari-Vera, 2020)

El mantenimiento industrial forma parte esencial en los procesos productivos, con lo cual en vista de que tiende a minimizar el desarrollo. Uniendo a ello se deben reducir las fallas y desperfectos en los procesos involucrados con el mantenimiento y a propiamente en la producción, que se refleja en costos e ingresos para la industria, por lo cual es imprescindible la administración de mantenimiento a partir de los procesos industriales. (Sosa, 2018)

A continuación, se mencionan los tipos de mantenimientos utilizados mayormente en las industrias química alimenticia, serán los siguientes:

2.3 Mantenimiento Correctivo

El mantenimiento correctivo se le llama como mantenimiento reactivo, con lo cual, a nivel industrial, se aplica cuando la máquina deja de operar, porque se presentan averías y su finalidad es poner en marcha su funcionamiento, debido a que está afectando la productividad, se efectúa la reparación en las maquinarias, haciéndolo en el menor periodo posible. Existen industrias donde sus estrategias de mantenimiento son enfocadas al correctivo, a causa de que no tienen los conocimientos, instrumentos, personal eficaz, presupuestos realizados, y tecnologías más avanzadas para aplicar otros tipos de mantenimiento. (Rondón, 2021)

Este conjunto de actividades es destinado a corregir los defectos o averías que se van presentando en los distintos equipos y maquinarias, por lo tanto, son redirigidos al departamento de mantenimiento de la dicha industria.

El desafío del mantenimiento correctivo llevado a cabo en la industria es el tiempo de entrega. Este proceso depende de los repuestos que se necesiten, y de cuanta está deteriorada el equipo o la maquinaria en la cual se va a trabajar, debido a que estos repuestos no se encuentran a nivel local, sino que es necesario traerlos de otras provincias o inclusive traerlos de otro país. Sin embargo, este tiempo avanza, sin embargo, se pone a disposición un personal especializado en la orden de ejecución, disponible a la hora de la intervención. Para disminuir los tiempos de entrega del equipo y maquinaria, conlleva a optimizar recursos, por lo tanto, se hace una gestión de los repuestos con alta demanda y se mantienen en stock. (Estevez, 2019)



Figura 3. Ejecución de un mantenimiento correctivo

2.4 Mantenimiento Predictivo

Este tipo de mantenimiento es interpretar, donde se asocia la relación de parámetros físicos con el desgaste o estado de una maquinaria o equipo. Se tiene en cuenta varios aspectos a seguir que son: la medición, el seguimiento y el monitoreo que conlleva a las circunstancias de operación de un equipo o maquinaria. Es necesario y se coordinan los valores generando un aviso de una posible avería, con el fin de actuación de todas las variables que son relevantes de medir. Por otro lado, se considera como una técnica para predecir el futuro de una falla posible o anomalía, del equipo, de tal forma que dicho componente pueda ser cambiando, con un estudio, justo antes de que ocurra el desperfecto. Así, el tiempo muerto del equipo se disminuye y el tiempo de vida útil del componente se extiende. Consiste en unas secuencias de evidencias de carácter no dañino, dirigidas a realizar un monitoreo de operación de los equipos para captar signos de advertencia que indiquen de alguna de sus componentes no están trabajando de manera apropiada. Los datos más importantes que entrega este tipo de seguimiento de los equipos es la tendencia de los valores, ya que se puede acceder a los cálculos necesarios de esta manera predecir con cierta incertidumbre cuándo un equipo fallará, se les nombra técnicas predictivas.

El objetivo es prevenir la avería de un componente, pieza, máquina o equipo, por lo tanto, dan una ventaja adicional, debido a que se puede coordinar con la compra de repuestos cuando se necesite, y quitar stock.



Figura 4. Cámara Termográfica

2.5 Mantenimiento Preventivo

Se conoce como mantenimiento preventivo a la planificación de inspecciones, tanto de funcionamiento como de ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, entre otros, por lo tanto, deben llevarse cada cierto tiempo con base en un plan fijado y no a una petición del trabajador. Consiste en predecir las fallas manteniendo los sistemas de equipos y maquinarias productivas en completa operación a los niveles y efectivos óptimos. Con un apropiado plan de mantenimiento preventivo, a medida que avancen en realizar más intervenciones y la periodicidad en las tareas, se logran reconocer la causa raíz del problema. (Vargas, 2016)

El mantenimiento preventivo evita las fallas, con lo cual es el más usado y su base de funcionamiento es la estadística, la observación, las recomendaciones del fabricante y el conocimiento del equipo. Con el fin tiene por función preservar un nivel de calidad decisivo en sus componentes, planificando las intervenciones de las ejecuciones en un instante muy oportuno. Suele tener aspecto coherente, es decir, participa, aunque el equipo no proporcione ningún síntoma. (Grau, 2017)

Con un buen mantenimiento preventivo, se obtienen conocimientos para la identificación de las posibles fallas repetitivas o del tiempo de operación de los equipos y maquinarias, así como definir puntos débiles de instalaciones, máquinas. Con él transcurso del tiempo, se le permite trabajar a equipos y maquinarias dependiendo de los criterios tales como la sugerencia del fabricante, el buen enfoque del técnico y sobre todo el tiempo de duración de piezas similares.

Se realizan actividades mediante a una proyección previa de inspecciones, con el fin de evitar en lo posible la mayor cantidad de desperfectos imprevistos, por lo tanto, disminuye los tiempos muertos de producción por fallas y por consiguiente minimizar los costos.

El mantenimiento planificado tiene como alcance minimizar los inconvenientes presentados en los equipos y maquinarias mediante actividades preventivas. Para la oportuna gestión de las tareas de mantenimiento se requieren información, noción de los datos, competencia para plantear recursos, motivación y organización del grupo de trabajo asignado para ejecutar las actividades. (Quezada, 2021)

La falta de mantenimiento preventivo en los equipos y maquinarias en las industrias, provocan muchos de los sucesos que en ella ocurren o puede poner en riesgo la vida de las personas que allí trabajan.

2.6 Estrategias de mantenimiento Preventivo

Existen diferentes formas de aplicar puntos de vista de mantenimiento a un elemento, lo cual varios investigan como prevenir la avería realizando intervenciones con parada que permiten extender el tiempo de buen funcionamiento, en cambio, buscan supervisar condiciones que permitan pronosticar una falla y otras buscan minimizar los tiempos de reparación. A estas distintas maneras de reducir los efectos de una falla se les llama estrategias de mantenimiento. La evolución de estas estrategias ha sido progresiva a través de los años, sin embargo, dependiendo de las condiciones de la instalación, costos por pérdida de producción, costos de mantenimiento, grado de tecnología de los elementos, entre otros. (Morales, 2017)

Posteriormente, se describen las principales estrategias de mantenimiento preventivo utilizadas en la actualidad, como son sus principales características, ventajas y desventajas son las siguientes:

2.6.1 Ventajas del Mantenimiento preventivo

Se dan detalles de las ventajas del mantenimiento preventivo, que son las siguientes:

- Se disminuyen proporcionalmente los riesgos de fracasos y deterioros, que son mucho menos probables.
- En comparación a otro tipo de mantenimiento, el costo es menos elevado, especialmente frente a los desperfectos no planificados, que se decrecería considerablemente con esta técnica.

2.6.2 Desventajas del Mantenimiento preventivo

Se dan detalles de las desventajas del mantenimiento preventivo, que son las siguientes:

- Es más complejo determinar el nivel de deterioro que sufren los componentes dentro de los equipos y maquinarias.
- Se encuentra un personal mucho más experimentado en las tareas y las recomendaciones del fabricante cobran especial valor.

2.6.3 Mantenimiento preventivo basado en el tiempo fijo.

Este mantenimiento preventivo se distingue por una frecuencia específica de tiempo, por lo tanto, en estos equipos y maquinarias son determinadas por varias frecuencias constantes que radican desde los quince días, treinta días, sesenta días, en adelante y

esto va a depender de la operación y actividades que se realizan. Estas actividades son verificadas de todas las maquinarias y equipos por lo general son lubricación y calibración. (Suarez, 2018)

2.6.4 Mantenimiento preventivo a fecha constante.

Esté mantenimiento preventivo está enfocado en la frecuencia de conteo, por lo tanto, determina el conteo con el horómetro los trabajos realizados con lo cual se reconoce el tiempo de trabajo de cada maquinaria y equipo, basados a una fecha constante por lo general se utilizan los datos recibidos por el fabricante. (Suarez, 2018)

2.6.5 Mantenimiento preventivo basado en la condición.

Esté Mantenimiento preventivo, que se efectúa durante la manipulación de los equipos y maquinarias, en el cual consiste en distinguir de los equipos puntos de medición como son los siguientes: Voltaje, temperatura, etc. Se utilizan generalmente en compresores. Por lo tanto, las maquinarias y equipos son agrupados aun cronograma que permiten efectuar las actividades propuestas sin interrumpir la manipulación. Las mismas han sido repartidas durante las semanas de trabajo, para no saturar las actividades en un periodo específico. (Suarez, 2018)

2.7 Mantenimiento de actualización:

Esté mantenimiento está enfocado en remediar la obsolescencia tecnológica, debido a que en el momento de construcción no existían, pero ahora en la actualidad se deberían actualizar las maquinarias ya que a esta actividad reduciría la degradación en los equipos y maquinarias con el tiempo. (Álvarez, 2018)

Con lo cual se han utilizado objetivos que son la siguiente imagen:

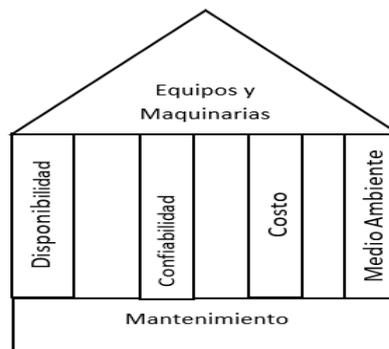


Figura 5 .Objetivos de mantenimiento

2.7.1 Disponibilidad

Este es uno de los objetivos elementales para el mantenimiento que esté funcionando de esta manera satisfactoria por un periodo de tiempo, con autonomía disponga de un fin con lo cual haya hecho o no por razones externas a su estado técnico. Por lo tanto, debe asegurar que la instalación estará en disponible cuando se la necesite a producir un mínimo de horas determinadas al año, con lo cual la disponibilidad tendrá un papel vital para decidir si el área de mantenimiento de cualquier maquinaria o equipo está realizando su trabajo adecuado correctamente. (Álvarez, 2018)

2.7.2 Confiabilidad

Esté objetivo es primordial, lo cual consiste en la confianza que se tiene en un equipo o maquinaria en los cuales cuantifican la capacidad de una planta para cumplir su plan de producción previsto. En los equipos y maquinarias se refiere habitualmente al cumplimiento de la producción planificada. Sin embargo, el incumplimiento de este programa de carga puede tener pérdidas económicas, de ahí la importancia de medir este valor y tenerlo en cuenta a la hora de diseñar la gestión del mantenimiento. (Mendoza Alvarez, 2020)

2.7.3 Costo

Los objetivos de disponibilidad y confiabilidad no podrían cumplirse a cualquier valor, por lo cual descubren como adaptar sus costes a lo establecido en el presupuesto anual. Para ser calculado se debe tener mucha precaución, debido a que un presupuesto inferior a las maquinarias y equipos deteriora irremediablemente los resultados de producción y hacen disminuir la vida útil de los mismos, en cambio, un presupuesto superior a lo que la maquinaria o equipo requiere empeoran los resultados en el estado de cuenta con respecto al área de mantenimiento. (Álvarez, 2018)

2.7.4 Medio ambiente

El último objetivo del mantenimiento es el medio ambiente, en la actualidad deberíamos tener en cuenta la seguridad y el cuidado del medio ambiente a nuestro entorno, debido a que nos aseguran reducir los riesgos de impacto ambiental de los equipos y maquinarias de las acciones de mantenimiento. Las características fundamentales más importantes reconocidos podrían proporcionar la ocurrencia del impacto al medio ambiente desde el mantenimiento son: los errores humanos, la ausencia de mantenimiento, la mala manipulación de mantenimiento. (Álvarez, 2018)

2.8 Métodos de Mantenimiento

2.8.1 Método de TPM

En las industrias de la manufactura y ensamblaje existen nuevas adquisiciones de equipos y maquinarias intentando requerir menos mano obra. Con lo cual ahorra mucho tiempo, ya que se utilizan los equipos y maquinarias para estas industrias se han ido progresivamente sofisticando con la automatización industrial cada vez más intensa. Esta tendencia actual, hacia la automatización en la industria, lo cual se estimula el interés en mejorar la gestión del mantenimiento en las industrias manufacturera. Este nuevo paradigma dio origen en un enfoque exclusivamente japonés denominado mantenimiento productivo total (TPM), hace énfasis en un mantenimiento productivo total en la que participan todos los trabajadores. Se puede indicar como el marco de referencia es el equipo de producción puede proporcionar su mayor rendimiento en función de la situación actual y dirigiéndose a la evolución del producto a elaborar o transformar. El TPM se constituye como método desarrollado por el Instituto Japonés de Mantenimiento de Planta en el año de 1970. Por lo tanto, busca lograr cero averías, cero defectos, cero accidentes e implica al personal a la eliminación de desperdicios. (Espinoza, 2018)



Figura 6. Ejemplo del Método de TPM.

2.8.2 Método del Mantenimiento centrado a la confiabilidad (RCM)

Este tipo de mantenimiento fue desarrollado en los Estados Unidos de América por las diferentes industrias del dicho país, por lo tanto, los buenos resultados del rcm en la industria aérea han hecho que nuevos sectores se vean interesados en la implementación de este sistema, como ejemplo son las siguientes: centrales nucleares, termoeléctricas. Sin embargo, tomando un aspecto importante del mantenimiento centrado en la confiabilidad es que impulsa a usar esta aplicación de tecnologías modernas de mantenimiento, el uso de mencionadas tecnologías de mantenimiento involucra un enfoque del rcm hacen que el proceso sea más eficiente, optimiza el proceso de producción, disminuye los posibles riesgos de seguridad industrial y medio ambiente que pueden presentarse junto con los fallos, se lo llama como gestión del mantenimiento, en el cual un equipo o maquinaria de trabajo, se encarga de optimizar la confiabilidad operacional de un plan que funciona bajo condiciones de trabajos especializados, desempeñando las acciones más efectivas del mantenimiento en función a la criticidad de los equipos. (Martínez, 2020)

El mantenimiento centrado en la confiabilidad es importante utilizarlo porque:

- Permite asociar las fallas con los riesgos en las industrias.
- Mejora la seguridad de los trabajadores.
- Considera la confiabilidad del equipo o maquinaria.
- Minimiza los costos de los inventarios de repuestos.

2.8.3 AMEF

Este análisis modal de fallos y efectos es un método dirigido a lograr el aseguramiento de la calidad, a través de estudios que contribuyen a observar y prevenir los modos de fallos, tanto de un producto como de un proceso, con lo cual debe valorar la de su gravedad, ocurrencia y detección. De esta forma se logran distribuir las fallas para una mayor prioridad, con el fin de especificar las tareas de mantenimiento para las áreas que están generando un mayor impacto económico, con el fin de mitigarlas. (Larissa, 2018)

Se han establecido varias etapas que son las siguientes:

- Definir los equipos a evaluar.
- Identificar las funciones de cada equipo

- Determinar las fallas funcionales.
- Determinar los modos de fallas.
- Determinar los efectos de falla.

Además, el AMEF es considerado los desperfectos que podrían generarse en los componentes de un determinado sistema o proceso, aunque hay excepciones que dan soporte al estudio ejecutado, debido a que no tienen en cuenta la combinación de fallas cuya aparición accidentalmente puede pasar de ser una avería leve a un fallo catastrófico que impidiera al sistema dejar de cumplir su objetivo.

2.8.4 Análisis de criticidad.

Es un análisis de criticidad, es constituir un procedimiento que permita la identificación de la jerarquía de procesos, equipos y maquinarias de una planta, con lo cual debe clasificar por áreas debido a que puedan ser manipuladas de forma controlada o supervisada. (Mauricio, 2020)

El análisis de criticidad es una metodología que permite ordenar prioridades de procesos, en los equipos y maquinarias, creando una estructura que facilita la toma de decisiones asertivas, direccionando el esfuerzo y los recursos en áreas donde son las más importantes que predispone de mejorar la confiabilidad operacional, basado en la situación de las industrias. Donde la frecuencia está enfocada al número de fallas que presenta el proceso a valorar los efectos que se están dirigiendo: el impacto y flexibilidad operacional, los costos de reparación y los impactos en seguridad y ambiente. (Rojas, 2020)

En función de lo antes explicado se asignan como criterios principales para realizar un análisis de criticidad son los siguientes:

- Seguridad
- Ambiente
- Producción
- Costos operacionales
- Costos de mantenimiento

2.9 Maquinarias y equipos en el proceso de lavado de sal.

2.9.1 Bomba centrífuga

Una bomba centrífuga es un turbo máquina que modifica la energía eléctrica procedente del motor en energía mecánica a través del eje y transmitida hacia el impulsador el que se encuentra dentro de una voluta, donde esta última energía es evolucionada con el fin en energía hidráulica provocando el desplazamiento del líquido por medio de tuberías. El caudal entra regularmente de forma central al eje, el que llega al núcleo, pasa por los álabes los que le entregan energía cinética para posteriormente proceder con la liberación de este hacia la voluta quien direcciona la materia prima a la zona de descarga del equipo de bombeo. (Retamal, 2018)



Figura 7. Bomba Centrífuga.

2.9.2 Elevador de cangilones

El uso del elevador de cangilones es para el ascenso y distribución de materias primas, dicho ascenso es creado para levantar y distribuir de forma constante, el recorrido de distribución se lo realiza de forma vertical, por lo tanto, se construyen los elevadores estacionarios, se realiza la distribución desde la parte inferior es decir de otro proceso, hasta el final del elevador sin pausas. Su movimiento es producto de un sistema de propulsión formado por una polea motriz de una rueda catalina, permitiendo el movimiento aun sistema de correas, cadenas, en vista que en la parte inferior de los cangilones proporciona cargar los materiales y la parte superior realiza la descarga del material. (Alarcón & Quel, 2020)



Figura 8. Elevador de cangilones.

2.9.3 Tornillo sin- fin

Este equipo es un distribuidor de materiales granulados que está constituido por una espiral montada sobre un eje que se encuentra suspendido en un depósito a través en forma de canal, generalmente con una silueta de "U". Este sistema de manipular y trasladar material cumple muchas funciones, de esta manera es utilizado como equipo de traslado de material, que realiza la función de dosificador.



Figura 9. Tornillo sin- fin

2.9.4 Bomba de pozo profundo o Bomba sumergible

Esta bomba recibe el nombre de bomba sumergible tipo lápiz y permite extraer líquidos provenientes de pozos profundos, por lo tanto, este equipo está basado en etapas múltiples, ofrece una gran variedad en la selección de la bomba y permite modificar la capacidad de la bomba para adaptarla a las obligaciones. Esta bomba no necesita llenar de líquido antes de su arranque, porque al ser sumergida también lo harán los impulsores. La bomba debe funcionar de forma sumergida dentro del pozo en todo momento y la tubería de descarga debe soportar el peso de la bomba y del motor. (Holguin, 2016)



Figura 10. Bomba sumergible.

2.9.5 Tolva

Se cuenta con capacidad de almacenamiento que varían mucho de acuerdo con la necesidad del cliente, con lo cual va instalado un alimentador de banda con velocidad variable, que en este caso procesa la materia prima. Estos productos se llevan a la banda recolectora para ser pesados dinámicamente con el fin de calcular la tonelada por hora. (Rodriguez, 2019)



Figura 11. Tolva

2.9.6 Tubería

La materia prima conduce diferentes componentes en los procesos, debido a que es una industria química alimenticia existen otras tuberías para tales como agua entre otros fluidos. Estos dichos componentes se encuentran en contacto con la materia prima que puede ser abrasiva, a pesar están construidas en acero inoxidable, por ser muy resistentes al deterioro, en tanto las demás tuberías son de otros materiales. (Oñate Valenzuela, 2019)



Figura 12. Tubería

CAPÍTULO 3. MARCO METODOLÓGICO

En la presente, se muestran las técnicas y metodologías, que se ha determinado en el presente proyecto técnico y planteada, de esta manera lo defendemos, considerando el mismo como base fundamental. La metodología permite la aplicación del proceso de lavado de sal en el cual se definen los equipos críticos que se usan en el estudio de un determinado problema, pues son una oportunidad para solucionar.

3.1 Enfoque de la investigación

Lo que se investiga por medio del proyecto técnico es determinar los datos suficientes que accedan a lo requerido y exigencias sobre llevar a cabo el diseño de un plan de mantenimiento de prevención en una industria química alimenticia en la ciudad de Guayaquil. El punto de vista es prevenir, puesto que pretende y determinar gracias a un análisis técnico y bibliográfico, con la cuales la situación actual del rendimiento de los equipos y maquinarias con el fin de diseñar un plan de mantenimiento preventivo con intención de mejorar el desempeño de los equipos y maquinarias en la industria química alimenticia y el desempeño ideal de los entornos del ciclo de vida de los recursos funcionando.

El trabajo de campo realizado para el diseño de un plan de mantenimiento actual consiste en revisar los registros de mantenimiento realizado, con estos registros se pudo determinar que la industria no disponía de medidas preventivas eficientes para el cuidado de sus equipos, las pocas medidas de prevención solo consisten en labores de engrasado y lubricación lo que impide extender el ciclo de vida en los equipos presentes en el área de lavado de sal.

3.2 Tipos de investigación

El modelo de indagación avanzado es fundamentalmente característico, experimental, en el marco de un propósito viable respaldado en una indagación de campo, puesto que, sosteniendo las fuentes bibliográficas hasta el punto de los principios del mantenimiento de prevención, son sus estrategias, representativas, ventajas y desventajas, de esta manera los datos sobre los equipos y maquinarias.

Se realiza por su nivel descriptivo, supuesto que debería indicar características e información relevante de nuestra investigación. Se ha descrito la parte de la actualidad, pero no se han examinado detenidamente las causas de la situación interna que la condicionan. Asimismo, es propositiva porque se efectúa una propuesta de mejora y, por el carácter temporal, fue un estudio transversal, ya que examinó la situación en el año 2021.

Se efectúa por su nivel experimental, se manejarían intencionalmente una o más variables independientes, para analizar los efectos de la operación, debido a que se tiene en cuenta la colaboración por parte de los creadores de la investigación teniendo el mayor control posible respecto a la variable independiente, relacionándolo con la variable dependiente.

La propuesta se considera como información secundaria debido a que la industria química alimenticia, dentro de la mencionada industria se encuentran datos del proceso de lavado, de esta manera surge el levantamiento de información de los equipos y maquinarias, donde incluyen factores de los mencionados.

3.3 Metodología de investigación

A consecuencia del diseño un plan de mantenimiento preventivo en una industria química alimenticia en la ciudad de Guayaquil, se plantean la siguiente secuencia de aspectos metodológicos:

- Ejecutar un diagnóstico actual al área de lavado de sal de los estados de calidad en los equipos y maquinarias en una industria química alimenticia.
- Determinar las insuficiencias y circunstancias del mantenimiento preventivo que más se asemejen a los equipo y maquinaria de la mencionada industria.
- Adaptarse a los horarios establecidos por la industria, que nos ayuden a la planificación del mantenimiento preventivo de cada equipo y maquinaria.
- Realizar un análisis con criterio de los diferentes equipos con sus componente y maquinarias para poder como prioridad al área de lavado de sal con sus respectivos procedimientos en lo que concierne a mantenimiento preventivo.
- Desarrollar y diseñar el proceso para recopilar la información que beneficie el cálculo de los valores que servirán de indicadores de la confiabilidad y de la disponibilidad.

Con esta finalidad será primordial la ejecución del inventario técnico de los equipos y de las maquinarias que abarca los subsiguientes datos con el propósito de organizar el documento respectivo:

- Área de localización.
- Identificar los equipos y maquinarias a utilizar.
- Detalles técnicos de los equipos y maquinarias.
- Fecha de la llegada del equipo o maquinaria.
- Costo de los equipos y maquinarias.
- Ciclo de vida útil de los activos de operación.
- Periodo de manipulación.
- Devaluación de los equipos y maquinarias.
- Mantenimiento ejecutado a las máquinas y equipos.

Además, la compilación de datos de superficiales y la base teórica con relación de los equipos y maquinarias, sea válido como fundamento para algunas etapas de la propuesta o solución, dando como soporte al pmbok. (Institute, 2017)

La figura tal indica el flujograma representando como se va a llevar a cabo el presente trabajo.

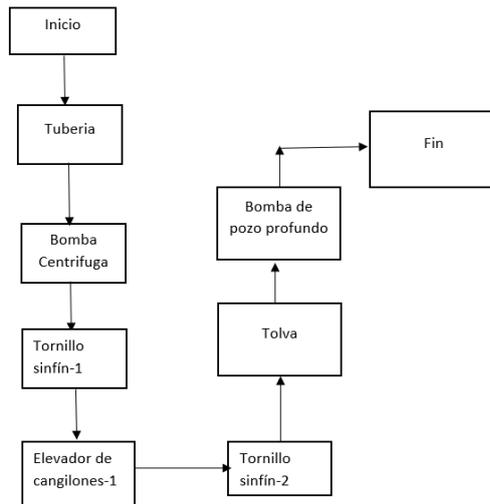


Figura 13. Flujograma del área de lavado de sal en una industria química alimenticia.

3.4 Instrumentos de investigación

A consecuencia se recopilará la información en la subsiguiente tabla:

bitácora del departamento de mantenimiento					
Fecha:			No. de reporte:		
Nombre:					
Datos del técnico del equipo o maquinaria					
Equipo o Maquinaria	Marca / Modelo		Descripción detallada		
Mantenimiento preventivo					
Revisión 1	Revisión 2	Revisión 3	Revisión 4	Revisión 5	Revisión 6

Figura 14. Bitácora del departamento de mantenimiento para los equipos del área lavado de sal.

3.4.1 Revisión Documental

El software sistemas, aplicaciones, productos en procesamiento de dato es más conocidos por sus siglas SAP es utilizado en muchas industrias, pero en este caso se utiliza en el área de mantenimiento de la industria química alimenticia con lo cual realizan las siguientes actividades: Se planifica y gestiona los procedimientos del mantenimiento preventivo, destinadas a prevenir las posibles averías de los sistemas críticos. Esto alcanza costos altos en reparación, sino también en términos de producción perdida. En las industrias más exigentes, el módulo de SAP PM puede aumentar la disponibilidad de la multitud de equipos y maquinarias respectivas: bombas, válvulas, entre otro equipo.



Figura 15 . Logotipo de SAP.

3.4.2 Diseño de investigación

Se realiza esta investigación con el fin de asegurar una perspectiva rápida sobre los efectos de falla que han sido identificados por el AMEF:

Con el fin de asegurar un camino eficiente sobre cada uno de los efectos con fallas evidenciadas a través análisis de modo y fallas, la clasificación de los efectos está basado en el Número de Prioridad de Riesgo (NPR) determinado, dichos parámetros están de acuerdo a los 3 principios cualitativos:

- Severidad
- Detectabilidad
- Ocurrencia

El criterio de severidad es utilizado para identificar en el impacto en seguridad y medio ambiente según el fallo ocurrido, como se observa en la siguiente tabla 3. (Campos-López, 2019)

Nivel	Criterio
4	Efectos determinados como críticos en la seguridad o en el medio ambiente, como consecuencias pueden existir lesiones, muertes o efectos graves irreversibles en el medio ambiente.
3	Efectos considerados importantes en los medios de producción, hay pérdidas en el ámbito económico, que son importantes por tiempo, ya sea por reparación o paro.
2	Efectos leves en los medios de producción, pocas pérdidas económicas por tiempo de paralización o reparación
1	No existen impactos operativos ni desperdicios significativos.

Tabla 3. El criterio de severidad se definió para evaluar la severidad de una falla.

El criterio de detectabilidad es utilizado para identificar mayor o menor dificultad de asociar un suceso ocurrido, a una causa o modo de fallo, como se observa en la siguiente tabla 4.

Nivel	Criterio
4	No existe la posibilidad de detección de causas de averías potenciales a tiempo, como consecuencia se puede llegar a falla funcional.
3	Disminución de posibilidad de determinar causas de averías potenciales y solucionarlas a tiempo.
2	Mediana posibilidad de manifestar causas de averías potenciales y solucionarlas a tiempo.
1	Causas de abertura potencial cómodamente detectable y solucionarla durante la manipulación.

Tabla 4 . Criterio de detectabilidad para la evaluación de efectos de falla.

El criterio de ocurrencia es utilizado para identificar el tiempo transcurrido entre fallos ocurridos en un equipo o maquinaria.

Nivel	Criterio
4	Pueden acontecer diversas fallas al año (tasa de fallas ≥ 1 fallas/año)
3	$0.3 < \text{Tasa de fallas} < 1$ (fallas/año)
2	$0.1 < \text{Tasa de fallas} \leq 0.3$ (fallas/año)
1	Tasa de fallas ≤ 0.1 (fallas/año)

Tabla 5 . Criterio de ocurrencia para la evaluación de efectos de falla.

Por último, el valor del NPR del efecto de falla será el producto de los niveles asignados para cada razonamiento.

$$\text{NPR} = \text{Severidad (S)} \times \text{Detectabilidad (D)} \times \text{Ocurrencia (O)}$$

Ecuación 1. Fórmula de efecto de falla de las maquinarias o equipos.

3.4.3 Observación directa

Este esquema, es un análisis de criticidad a los equipos y maquinarias a una industria química alimenticia para el área de lavado.

Maquinarias o Equipos	Equipos o Maquinarias	Descripciones de avería

Tabla 6 . Formato de las observaciones de los equipos y maquinarias de una industria química alimenticia.

Luego de definir cuáles son las causas fundamentales de paralizaciones en cada equipo o maquinaria del área de lavado de sal, sea por fallas en la siguiente tabla presenta un modelo del total de paradas no programados durante el mes de marzo.

Paradas no programados (Horas) en el mes de marzo del 2021						%
Principales fallos en la línea	Semana N°.1	Semana N°.2	Semana N°.3	Semana N°.4	Total, Horas	%

Tabla 7 . Formato de las paradas no programadas de una industria química alimenticia.

3.5 Análisis de modo y fallas.

Para diseñar un plan de mantenimiento preventivo en una industria química alimenticia es necesario determinar los modos y efectos de las fallas, categorizando esta última mediante a los de números de prioridad de riesgos (NPR).

El AMEF hace énfasis en el carácter de falla como una consecuencia de manera que una falla es desarrollada, con lo cual, es un acontecimiento que muestra la ocurrencia de un defecto en los equipos.

A fin el presente proyecto se efectuó un registro AMEF el mismo comprende diversos escenarios de evaluación de modos y efectos de fallas, escenarios que se adapten al tema general en donde intervengan los equipos y maquinarias de una industria química alimenticia con los respectivos campos definidos para realizar el AMEF son los siguientes:

- Modo(s) de falla nivel 1, nivel 2, nivel 3.
- Efecto(s) potencial(es) de los modos de fallas.
- Severidad
- Detectabilidad
- Ocurrencia
- NPR
- Tarea
- Acción tomada
- No conformidades
- SC/C/NC: Semi crítico/Crítico / No crítico

Muestra la plantilla para realizar el AMEF a todos los equipos presentes en el área de lavado de sal, dicha plantilla servirá posteriormente y bajo la supervisión de los expertos del área de mantenimiento para la categorización de efectos de falla.

Luego se van para realizar análisis de diagrama de Pareto que se muestra la siguiente y a través del mencionado análisis se realiza una gráfica que va a ir en el siguiente capítulo:

Tipo de AMEF	o Concepto	o Diseño	o Procesos
Proyecto / Cliente			
Fecha de inicio / Última actualización	1/3/2021	31/3/2021	

#	Modo de falla nivel 1	Modo de falla nivel 2	Modo de falla nivel 3	Efecto potencial de la gravedad del modo de falla	Severidad	Detectabilidad	Ocurrencia	SC/CC/NC	NPR	Tarea	Acción tomada	Severidad	Detectabilidad	Ocurrencia	NPR
1															
2															

Tabla 8 . Ficha para realizar análisis de modo y fallas para una industria química alimenticia.

Fallos	NPR	Frecuencia	%	% Acumulado	80-20

Tabla 9 . Ficha para realizar análisis de Pareto para una industria química alimenticia.

3.6 Análisis de criticidad en las maquinarias y equipos en una industria química alimenticia.

Mide el grado de la criticidad en las maquinarias de una industria química alimenticia, estos costos se expresan en dólares.

Tipo de maquinaria equipo	Costo por hora (US\$)	Horas promedio de trabajo diario	Criticidad del equipo en operación

Tabla 10 . Formato para medir el grado de crítico acorde con las mermas por retrasos de una industria química alimenticia.

3.7 Análisis de la cámara termográfica en los equipos y maquinarias en una industria química alimenticia.

Registro de termografía en equipos y maquinarias			
Industria:		Modelo de cámara:	Operador:
Severidad	Diferencia de Temperatura	Acción Recomendada	
	45°C - 48 °C	Mantener monitoreo	
	49°C - 60 °C	Ejecutar medidas preventivas	
	Mayor 60 °C	Reparar inmediatamente	
Proceso	Máquina - Equipo	IMAGEN ORIGINAL	Fecha:
Observaciones:			
Acciones preventivas:			

Tabla 11. Formato del registro de cámara termográfica en los equipos y maquinarias de una industria química alimenticia

3.8 Indicadores de mantenimiento

3.8.1 Tiempo medio de reparación

Este indicador mide el tiempo medio de una intervención requerida para corregir inconvenientes y componer equipos o maquinarias con desperfectos. Con lo cual refleja en función al tipo de falla, la capacidad del personal y la rapidez con que puede actuar contra las averías no planificadas y repararlas. (Espinoza Tejada, 2018)

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo total de reparaciones}}{\text{Numero de repaciones}}$$

Ecuación 2. Fórmula de tiempo medio de reparación.

3.8.2 Tiempo medio de falla

Este indicador mide el tiempo medio que puede mantenerse operativa la maquinaria o equipo sin presentar averías en un lapso tiempo. Es decir, el tiempo medio demorara entre una primera avería y la siguiente avería. Mientras valor sea mayor, la confiabilidad de la maquinaria o equipo será mayor. (Espinoza Tejada, 2018)

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo total disponible} - \text{tiempo de inactividad}}{\text{total de paradas}}$$

Ecuación 3. Fórmula de tiempo medio de falla.

3.8.3 Disponibilidad del equipo.

La disponibilidad de un sistema es un método que se manipula para calcular la fracción del tiempo que un recurso obtiene para alcanzar en la producción. Calcula la posibilidad en que un equipo no esté dañado para de esta manera realizar el mantenimiento preventivo cuando sea necesario. La disponibilidad del sistema permite a los equipos de mantenimiento determinar cuánto impacto tienen en el tiempo de actividad y la producción.

Hay dos componentes en la fórmula de disponibilidad del sistema. El primero es el tiempo total disponible y el segundo es el tiempo de reparación o inactividad. El tiempo de actividad es cualquier momento en que el activo se está desempeñando con una salida normal. El tiempo de inactividad es cualquier momento en que el equipo no está disponible para la producción, incluido el tiempo de inactividad planificado y no planificado.

Para calcular la disponibilidad del sistema durante un cierto período de tiempo

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{tiempo total} - \text{tiempo por parada de mantenimiento}}{\text{tiempo total}} \times 100$$

Ecuación 4. Fórmula de disponibilidad

3.8.4. Confiabilidad de los equipos y maquinarias.

La confiabilidad del equipo se denomina con la amplitud de manipular durante trayectos muy extensos sin interrumpir por mantenimiento. Expresado matemáticamente, los lapsos de tiempo de una falla a la siguiente se pueden calcular utilizando el total del tiempo operativo dividido por el número de fallas.

$$\text{confiabilidad} = \frac{\text{tiempo total} - \text{tiempo de parada de mantenimiento no planificado}}{\text{tiempo total}} \times 100$$

Ecuación 5. Fórmula de confiabilidad.

3.9 Cronograma de un plan de Mantenimiento preventivo en una industria química alimenticia.

El cronograma de un plan de mantenimiento preventivo se efectúa a través de los resultados del AMEF, diagrama de Pareto, paralización de horas no programadas y pérdida del dinero perdido por las paralizaciones que, en el siguiente capítulo, se van a evidenciar los siguientes resultados.

Cronograma de un plan de mantenimiento preventivo				
Área:		Trabajo		
Equipos o Máquina	Elementos	Categoría		Frecuencia en horas

Tabla 12. Formato del cronograma de un plan de mantenimiento preventivo de una industria química alimenticia.

CAPÍTULO. 4 RESULTADOS

4.1 Observación directa

Se realizó una observación del área de lavado de sal a los equipos y maquinarias que son considerados más críticos por la ocurrencia que han tenido de averías en la industria química alimenticia, que son los siguientes:

Maquinarias o Equipos	Equipos o componentes	Descripciones de avería
Tubería	Mallas	Falta limpieza de mallas
Bomba centrífuga	Sello	Falta de limpieza del sello
	Presión insuficiente en la bomba	Fuga en la bomba
	Rodamientos	Falta de lubricación de rodamientos
Tornillo Sin- fin1	Banda	Falta de calibrar la banda
	Chumacera	Falta ajustar la chumacera
Elevador de cangilones	Chumacera	Problemas de corrosión
Tornillo Sin- fin 2	Banda	Calibrar la banda
	Chumacera	Ajustar la chumacera
Tolva	Cauchos laterales	Reparación de los cauchos laterales e inspección
Bomba sumergible	Cojinete de soporte	Baja velocidad

Tabla. 13 . Se identifica las siguientes averías.

Se realizó una bitácora de todos los equipos o maquinarias para intervenirlos de un punto de vista de observación directa con el fin de obtener más información y en qué situación están los mencionados:

Bitácora del departamento de mantenimiento					
Nombre:		Fecha:		No. de reporte:	
Datos del técnico del equipo o maquinaria					
Equipo o Maquinaria		Marca / Modelo		Descripción detallada	
Tubería		Acero		Revisión 1	
Bomba centrífuga		Mark Grundfos		Revisión 3	
Tornillo Sin- fin1		JM		Revisión 2	
Elevador de cangilones		AGRICONSLT		Revisión 2	
Tornillo Sin- fin 2		JM		Revisión 3	
Tolva		El Fabricante De Esferas C.B.		Revisión 1	
Bomba sumergible		Hallmark Industries MA0419X-12A		Revisión 1	
Mantenimiento Preventivo					
Revisión 1	Revisión 2	Revisión 3	Revisión 4	Revisión 5	Revisión 6
Limpieza Rutinaria	Limpieza Rutinaria Lubricación	Limpieza Rutinaria Detecciones anormales	Limpieza Rutinaria Ajustes	Limpieza Rutinaria Reparaciones	Limpieza Rutinaria Calibración específica

Tabla. 14 . Bitácora de los equipos o maquinarias de una industria química alimenticia.

Después se determina las causas principales de las paralizaciones en cada maquinaria y equipos en la industria química alimenticia, sea por fallas o averías, la siguiente tabla presenta el total de paradas no programados durante el mes de marzo, esta tabla refleja la cantidad de horas paradas para cada falla presentada en las maquinarias o equipo.

Paradas no programados (horas) en el mes de marzo del 2021						%
Principales fallos en el área de lavado de sal	Semana N°.1	Semana N°.2	Semana N°.3	Semana N°.4	Total, horas	%
Daño por fugas en los equipos.	2 horas	1 hora	2 horas	2 horas	7 horas	12,16%
Presión de los equipos son insuficientes	2 horas	1 hora	2 horas	2 horas	7 horas	12,16%
Problemas con la corrosión en los equipos	2 horas	2 horas	2 horas	1 hora	8 horas	10,81%
Baja velocidad en los equipos	3 horas	2 horas	2 horas	3 horas	10 horas	13,51%
Bajo rendimiento en la estructura.	2 horas	3 horas	2 horas	2 horas	9 horas	12,16%
La bomba no enciende	2horas	2 horas	1hora	2 horas	7 horas	8,11%
Total					48 horas	100%

Tabla 15 . Resultados de las paradas no programadas en horas del mes de marzo del 2021.

4.2 Análisis de crítico en las maquinarias y equipos en una industria química alimenticia.

Se visualiza la siguiente tabla, los datos relevantes al coste por hora de una industria química alimenticia. Se puede observar que todos los equipos y maquinarias en el área lavado en una jornada, con lo cual comenzaría con la tubería del área de lavado de sal trabaja en un promedio de 8 horas.

Luego el siguiente equipo es la bomba centrífuga significa que la industria química alimenticia no cumpla con su capacidad de producción, de este modo se pone en riesgo la producción, debido a que la bomba centrífuga es considerada como un equipo de un nivel de criticidad medio durante toda el área de lavado de sal, es denominado crítico. Es preciso que este estudio emplee a los equipos y maquinarias mencionados, además, la labor desempeñada por estas maquinarias y equipos es uno de los más esenciales junto con el Tornillo Sinfin-1 ya que se ha evidenciado corrosión, de esta manera previene interrumpidas venideras por deterioro en este equipo, en vista que se la pueda determinar como un equipo semi crítico.

El elevador de cangilones como los siguientes componentes son: cabeza, motor, cangilón, órgano de tractor, caja, tambor accionador, entre otros. Por lo tanto, es determinado equipo semi crítico puesto que las acciones preventivas se las tiene que efectuar cada cierto tiempo mediante a inspecciones, chequeo.

El tornillo sinfín 2, contiene componentes que son los siguientes han presentado más fallas como son los tornillos transportadores, elementos de acoplamiento, soporte intermedio y cojinete, soporte extremo, zona de carga, zona de descarga con lo cual requieren de constantes tareas de inspección, tanto como el tornillo sin fin 1 y en el tornillo sin fin 2 es considerado semi crítico es decir todas las semanas se hacen revisiones ambos equipos.

En cuanto a la tolva es denominado un dispositivo parecido a un embudo de gran tamaño dirigido al depósito y canalizado de una materia prima para ser pulverizada, presentan problemas de deterioro, como las fallas en la parte externa e interna debido a que la presencia de esta materia prima es abrasiva que se reúnen a través de la estructura formando deterioro y consecutivamente averías al equipo. Bajo esto expuesto es identificado equipo semi crítico.

En cuanto a la bomba sumergible, incluye varios componentes evidenciadas fallas frecuentes en la cubierta, cojinete del soporte, carcasa de la bomba entre otros elementos o componentes por lo cual requieren cada cierto tiempo se realiza inspecciones, chequeos minuciosos ya que es considerado semi crítico.

El grado de criticidad de los equipos o maquinarias de una industria química alimenticia, como afectan los costos que se expresan en valores monetarios, que son los siguientes:

Tipo de maquinaria equipo	Costo por hora (US\$)	Horas promedio de trabajo diario	Criticidad del equipo en operación
Tubería	\$ 10,00	8	No Crítico
Bomba centrífuga	\$ 12,00	8	Crítico
Tornillo sin fin 1	\$ 10,00	8	Semi Crítico
Elevador de cangilones	\$ 11,00	8	Semi Crítico
Tornillo sin fin 2	\$ 10,00	8	Semi Crítico
Tolva	\$ 13,00	8	Semi Crítico
Bomba de pozo profundo	\$ 12,00	8	Semi Crítico

Tabla 16 . Análisis crítico acorde con las mermas por retrasos económicos.

Para sustentar este análisis se procede a realizar un análisis de modal de efectos y fallos (AMEF), con la finalidad de decidir un conjunto de actividades, para distinguir los problemas potenciales y sus posibles efectos en el área de lavado de sal, priorizando los recursos de un plan de prevención, supervisión y respuesta.

Luego de establecer los parámetros para el análisis de criticidad por medio del NPR en la figura 18 y su criticidad en términos económicos de acuerdo con el costo de cada máquina cuanto equivale sus valores monetarios por hora, se procede a realizar el análisis AMEF en cada uno de los equipos que conforma el área de lavado de sal.

Dentro de la plantilla AMEF diseñada se incorporará el valor NPR, para que pueda verificar el tipo de riesgo y determinar si es no crítico, semi crítico o crítico.

Cabe recalcar que el presente trabajo a realizar es un diseño de un plan de mantenimiento preventivo en una industria química alimenticia en la ciudad de Guayaquil solo a los equipos no críticos, semi críticos y críticos, esta última clasificación se tomó en consideración dado que estos equipos, para darle un mayor sustento.

4.2.1. AMEF en el equipo de la Tubería.

La tubería en el área de lavado de sal se considera un equipo no crítico, debido a que las fallas se hallan por un ataque químico que está expuesta a la materia prima por esto mencionado se evidenciaron grietas donde fluye el líquido, al presentar a penas dos componentes a considerar para el diseño del plan de mantenimiento preventivo, las operaciones para equilibrar la verdad de las dificultades mostradas son ocupaciones de reparación y la limpieza, por motivo es baja la severidad, detectabilidad, ocurrencia.

A pesar de que son maneras de defectos de simple revisión, los resultados que provocaron en el área de lavado de sal causan pérdidas económicas significativas, averías reparables en el sistema del equipo, al que aporta como resultado horas perdidas por la inmovilización del equipo.



Figura 16 .Tubería

Tipo de AMEF	<input type="checkbox"/> Concepto <input type="checkbox"/> Diseño <input type="checkbox"/> Procesos		Equipo AMEF
Proyecto / Cliente			
Fecha de inicio / Última actualización	01/03/2021	31/03/2021	

#	Modo de falla nivel 1	Modo de falla nivel 2	Modo de falla nivel 3	Efecto potencial de la gravedad del modo de falla	Severidad	Detectabilidad	Ocurrencia	SC/CC/NC	NPR	Tarea	Acción tomada	Severidad	Detectabilidad	Ocurrencia	NPR
1	Falla en la tubería	Bajo rendimiento en la tubería	Ataque químico a la exposición de la materia prima	Tiene el desgaste de un sólido por medio de abrasión.	2	3	1	NC	6	Mantenimiento mecánico y realizar inspecciones	N/A	2	3	1	6
			Grieta en la tubería	Parada de la máquina, por poco tiempo	2	1	2	NC	4	Cubrir esas grietas y realizar inspección	N/A	2	1	2	4
		Se han detectado fugas	Desgaste en la parte externa	No funciona con normalidad	2	1	1	NC	2	Repara las fugas a su debido tiempo.	N/A	2	1	1	2

Tabla 17. AMEF de la tubería.

En función a la media acorde según el NPR de la forma de falla del nivel 1, se realizó el estudio mediante al diagrama de Pareto de la tubería en el área de lavado, con la siguiente:

Fallos	NPR	Frecuencia Acumulada	Frecuencia porcentual %	Frecuencia porcentual % Acumulada	80-20
Ataque químico	6	6	50,00%	50,00%	80%
Grieta en la Tubería	4	10	33,33%	83,33%	80%
Desgaste en la parte externa	2	12	16,67%	100,00%	80%
Total	12		100%		

Tabla 18 . Análisis del diagrama de Pareto de la tubería.

Después del análisis de Pareto se observó el 83,33% que incurren más en el ataque químico y en la grieta en la Tubería, con lo cual deberían cubrir las de inmediato.

Se muestra la tabla 18 los datos correspondientes a las consecuencias expuestas en la tabla 19 para mostrar que los siguientes: se puede representar el ataque químico es del 50,00%, grieta en la tubería con el 33,33%, sumando un 83,33% con lo cual estas observaciones deben realizarse en un tiempo determinado al término de llegar al nivel esperado que es 80% se hace énfasis en tomar medidas a las fallas más relevantes y por último el desgaste de la parte externa es de 16,67%, con un total del 100% debido a lo cual son parámetros que determinan el análisis crítico por NPR que son elementos mencionados que perjudican a la confianza y la disponibilidad de la tubería, mediante a una de gráfica del análisis de Pareto:

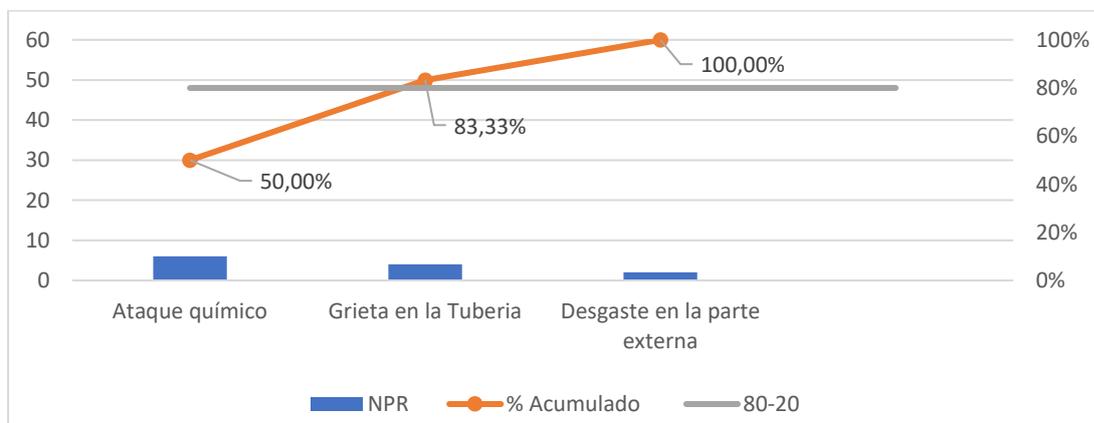


Tabla 19 . Gráfica del análisis de Pareto de la tubería.

4.2.2 AMEF en la máquina bomba centrífuga.

El principal fallo se evidencia en la bomba centrífuga, puesto que sucede una sobrecarga por lo cual evita realizar el papel primordial de este equipo, la previsión de este mismo es significativo aunque las acciones a efectuar es de carácter constante, un mantenimiento de previsión por reconocimiento en un periodo determinado, con lo cual consintió la detección e impide averías en un futuro, según el deterioro presentado como presión de la bomba centrífuga insuficiente y problemas en el sello, con alto grado de severidad detectabilidad, ocurrencia como deducción, de manera que se manifiesta en períodos de producción a pérdidas en vista de solicitar horas laborales para colocar reiteradamente en celeridad a este equipo.

Se mostró la falla de la presión en la bomba centrífuga insuficiente, con lo cual la bomba centrífuga está mal confeccionada y tiene fugas por lo tanto existe la probabilidad de que el equipo sea rechazado y ocurra pérdidas económicas.

Por otro lado, se identificó que existen problemas en el sello mecánico, corta vida útil y falta de lubricación, por lo cual está afectando el estado de la bomba centrífuga.



Figura 17 .Bomba Centrífuga

Tipo de AMEF	o Concepto	o Diseño	o Procesos	Equipo AMEF
Proyecto / Cliente				
Fecha de inicio / Última actualización	1/3/2021	31/03/2021		

#	Modo de falla nivel 1	Modo de falla nivel 2	Modo de falla nivel 3	Efecto potencial de la gravedad del modo de falla	Severidad	Detectabilidad	Ocurrencia	SC/CC/NC	NPR	Tarea	Acción tomada	Severidad	Detectabilidad	Ocurrencia	NPR
1		Sobre carga en la bomba	Desgaste en los rodamientos	Es necesario hacer una revisión de los rodamientos del motor	3	2	1	NC	6	reparación de los rodamientos	N/A	3	2	1	6
			Falla en el impulsor	Ocasionar desbalanceo que afectan el normal funcionamiento del motor.	2	1	2	NC	4	reparación del impulsor	N/A	2	1	2	4
2		presión de la bomba insuficiente	fuga excesiva en el área de impulsión.	Parada de la máquina	2	2	2	SC	8	Detección y reparación de fugas con el fin de realizar inspección.	N/A	2	2	2	8
			Bomba mal confeccionada	Máquina no cumple con su función esencial	2	2	2	SC	8	Se lo arma para que pueda funcionar y realiza inspección semanal.	N/A	2	2	2	8
3	Bomba centrífuga	Problemas en el sello	Sello mecánico demasiado comprimido	Provocando fuga en los fluidos	2	3	2	SC	12	Se realizará reparación al sello e inspeccionar semanalmente.	N/A	2	3	2	12
			Corta vida útil del sello mecánico	Selección inadecuada de los materiales del sello	3	4	3	CC	36	Se le da prioridad de inmediato por que la vida útil, con lo cual debe realizar una buena selección de materiales de buena calidad.	N/A	3	4	3	36
			Falta de lubricación	No cumple con su función de agilidad	2	3	2	SC	12	Inspección, lubricación de la bomba y realizar inspección semanalmente.	N/A	2	3	2	12

Tabla 20 .AMEF de la bomba centrífuga.

En función a la media acorde con el NPR de la forma de falla del nivel 3, dado que el equipo es crítico se realizó el análisis de Pareto en la bomba centrífuga, con la siguiente tabla:

Fallas	NPR	Frecuencia Acumulada	Frecuencia porcentual %	Frecuencia porcentual % Acumulada	80-20
Sello mecánico	36	36	46,15%	46,15%	80%
Corta vida útil el sello mecánico	12	48	15,38%	61,54%	80%
Falta de Lubricación	8	56	10,26%	71,79%	80%
Fuga excesiva en el área de impulsión.	8	62	7,69%	79,49%	80%
Bomba mal confeccionada	6	68	7,69%	87,18%	80%
Desgaste en los rodamientos	6	74	7,69%	94,87%	80%
Falla en el impulsor	4	78	5,13%	100,00%	80%
Total	80		100%		

Tabla 21 . Análisis del diagrama de Pareto de la bomba centrífuga.

Después del análisis de Pareto se visualizó que el 79,49 % son las unidades de la bomba centrífuga a dañarse y eso se corresponderían cubrir lo más rápido posible que son los siguientes: Sello mecánico demasiado comprimido, corta vida útil del sello mecánico, falta de lubricación, fuga excesiva en el área de impulsión.

Se presenta la tabla 21 donde pertenece al rendimiento expuestos en la tabla 22 y para mostrar los parámetros más relevantes que son las subsiguientes: es el sello mecánico llegando a un 46,15% representando el mayor daño, luego continúa con la corta vida útil que tiene el sello mecánico con 15,38% llegando a un 61,54% ,como tercero va la falta de lubricación con un10,26% llegando a un 71,79%, como cuarto es una fuga excesiva en el área de impulsión 7,69% llegando a un 79,49%, con lo cual estas observaciones deben realizarse en un tiempo determinado al termino de llegar al nivel esperado que es 80 % hasta ahí cumplió con las averías en el equipo y por otro lado hay datos que son el bomba mal confeccionada con 7,69%, desgaste en los rodamientos 7,69% y en la falla del impulsor 5,13% y estas fallas serán revisadas ocasionalmente determinan el análisis crítico por NPR son piezas mencionadas que perjudican la confiabilidad de la bomba

centrífuga, mediante a una de gráfica del análisis de Pareto:

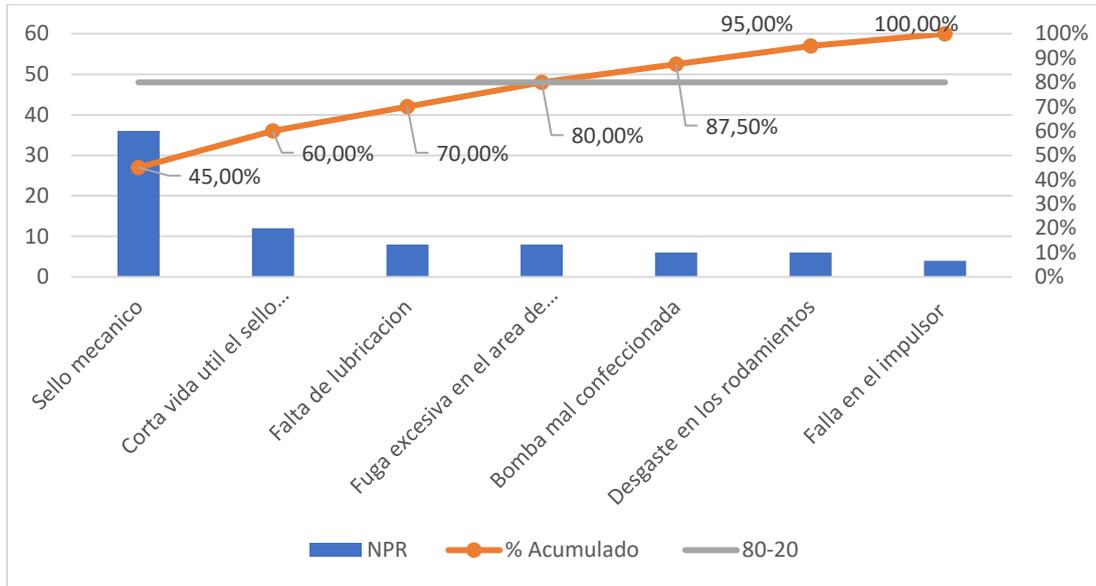


Tabla 22 . Gráfica del diagrama de Pareto de la bomba centrífuga.

4.2.3 AMEF en el equipo del tornillo sin- fin1

El principal fallo evidenciado sobre el tornillo sin- fin 1, en vista que permite visualizar un bajo rendimiento del tornillo, con lo cual se verificó un desgaste en el eje y deterioradas las hélices es importante realizar de acuerdo a la inspección un mantenimiento preventivo esto nos va a determinar e impedir futuras averías.

Al presentar problemas en el canalón por la corrosión, con lo cual ha sido expuesta por la materia prima y esto ha ocasionado este deterioro en este elemento mencionado, por lo tanto, son bajo a media severidad, detectabilidad, ocurrencia.



Figura 18 . Tornillo sin fin 1 parte externa.



Figura 19 . Tornillo sin fin1.

Tipo de AMEF	o Concepto	o Diseño	o Procesos	Equipo AMEF
Proyecto / Cliente				
Fecha de inicio / Última actualización	1/3/2021	31/3/2021		

#	Modo de falla nivel 1	Modo de falla nivel 2	Modo de falla nivel 3	Efecto potencial de la gravedad del modo de falla	Severidad	Detectabilidad	Ocurrencia	SC/CC/NC	NPR	Tarea	Acción tomada	Severidad	Detectabilidad	Ocurrencia	NPR
1	Falla en el tornillo sin fin 1	Bajo rendimiento del tornillo transportador.	Desgaste en el eje	No se genera la suficiente aceleración	2	2	3	SC	12	Reparación del desgaste del eje y realizar inspecciones semanales.	N/A	2	2	3	12
			hélices dañadas.	Se considera vibraciones no adecuadas y podría afectar a su entorno	2	2	1	SC	4	Reparación en las hélices y realizar inspecciones ocasionales.	N/A	2	2	1	4
2		Problemas con la corrosión en el canalón	Se ha deteriorado por la materia prima que ha sido expuesta.	No cumple con su función de un canalón en un buen estado	2	1	4	SC	8	Restaurar en la corrosión en el canalón y realizar inspecciones semanales.	N/A	2	1	4	8

Tabla 23. AMEF del tornillo sin fin 1.

En función a la media acorde con el NPR de la forma de falla del nivel 2, se realizó el análisis de Pareto de un tornillo sin fin.

Fallas	NPR	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa Acumulado	80-20
Desgaste en el eje	12	12	50%	50%	80%
Desgaste en el canalón	8	20	33,33%	83,33%	80%
Hélices dañadas	4	24	17,67%	100%	80%
Total	24		100%		

Tabla 24 . Análisis del diagrama de Pareto del tornillo sin fin1.

Después de la perspectiva de Pareto se visualizó el 83,33% son elementos del tornillo sin-fin1 a dañarse y eso se corresponderían cubrir lo más rápido posible, que son las siguientes: desgaste en el eje, desgaste en el canalón.

Se demuestra en la tabla 24 conveniente a los resultados expuestos en la tabla 25 y para mostrar los parámetros más afectadas que son las siguientes: se evidencio el desgaste en el eje de un 50%, luego se presentó desgaste en el canalón con un 33, 33%, al término de llegar al nivel esperado que es 80% se hace énfasis en tomar medidas a las fallas más relevantes y como ultima avería son las hélices dañadas con un 17,67%, da un total del 100% con lo cual determinan el análisis de criticidad por NPR son de las partes mencionada con lo cual perjudican a la confiabilidad y disponibilidad del tornillo sin fin 1, se refleja en la siguiente gráfica del análisis de Pareto:

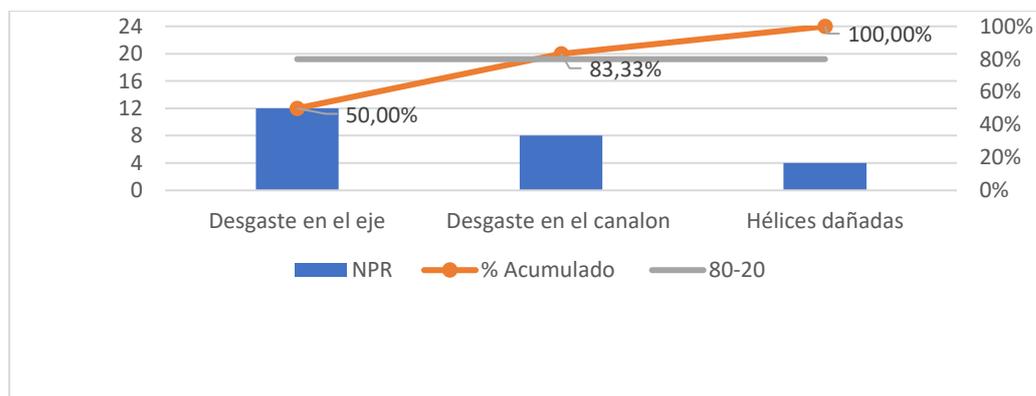


Tabla 25 . Gráfica del diagrama de Pareto del tornillo sin fin1

4.2.4 AMEF en el equipo del elevador de cangilones.

El principal fallo radica sobre el bajo rendimiento del elevador de cangilones haciendo énfasis en la corrosión de la parte externa, la predisposición de este equipo es significativo aunque las decisiones a efectuar es de carácter constante, de acuerdo al reconocimiento en un mantenimiento preventivo esto nos va a determinar e impedir futuras averías, como el desgaste de la banda desgastada como consecuencias de un nivel de severidad, detectabilidad, ocurrencia considerable, con lo cual se manifiesta en períodos de producción perdidos.

Al presentar fallas los elementos del elevador de cangilones, preexiste la posibilidad que el producto terminado esté defectuoso y reiteradamente se muestren pérdidas económicas.

Se evidencio que hay falta de lubricación en los elementos, el cual permite parada no programa porque no se le ha dado la lubricación necesaria, bajo este argumento se aplican las acciones preventivas que se especifican en el AMEF referente al equipo.



Figura 20 .Elevador de cangilones.

Tipo de AMEF	<input type="checkbox"/> Concepto	<input type="checkbox"/> Diseño	<input type="checkbox"/> Procesos	Equipo AMEF	
Proyecto / Cliente					
Fecha de inicio / Última actualización	1/3/2021	31/3/2021			

#	Modo de falla nivel 1	Modo de falla nivel 2	Modo de falla nivel 3	Efecto potencial de la gravedad del modo de falla	Severidad	Detectabilidad	Ocurrencia	SC/CC/NC	NPR	Tarea	Acción tomada	Severidad	Detectabilidad	Ocurrencia	NPR
1	Falla en el elevador de cangilones	Bajo rendimiento en el elevador de cangilones	corrosión en la parte externa	Parada de la maquina	3	2	1	NC	6	Reparación de la envoltura e inspecciones ocasionales.	N/A	3	2	1	6
			Baja velocidad en el equipo por la parte externa	Parada de forma parcial	3	2	2	CC	12	Reparación de la banda y realizar inspecciones semanales.	N/A	3	2	2	12
2	Falla en el elevador de cangilones	Baja productividad del elevador de cangilones	Falta de lubricación	Parada de la máquina	2	2	2	SC	8	Se engrasa el elevador de cangilones y realizar inspecciones semanales.	N/A	2	2	2	8

Tabla 26 .AMEF del elevador de cangilones.

En función a la media acorde con el NPR de la forma de falla del nivel 2, se realizó el análisis de Pareto del elevador de cangilones.

Fallos	NPR	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa%	Frecuencia relativa % Acumulada	80-20
Baja velocidad	12	12	46,15%	46,15%	0,8
Falta de lubricación	8	20	30,77%	76,92%	0,8
corrosión en la parte externa	6	26	23,08%	100%	0,8
Total	26		100%		

Tabla 27. Análisis del diagrama de Pareto del elevador de cangilones

Después del análisis de Pareto visualizó el 76,92% son elementos del elevador de cangilones a dañarse y los que se deberían cubrir lo más rápido posible que son las siguientes: baja velocidad en el equipo de la parte externa, falta de lubricación.

Se expone en la tabla 27 correspondiente a los resultados mostrados en la tabla 28 y para mostrar los aspectos más relevantes son las siguientes: se presentó baja velocidad con un 46,15%, luego se evidenció falta de lubricación al equipo con un 30,77% dando una suma de 76,92% al término de llegar al nivel esperado que es 80% se hace énfasis en tomar medidas a las fallas más relevantes y por último se verificó una corrosión en la parte externa 23,08% con un total del 100%, debido a lo cual será que determinan el análisis de criticidad por NPR son de las partes mencionadas que perjudican la confiabilidad y disponibilidad del elevador de cangilones, se refleja una de gráfica del análisis de Pareto:

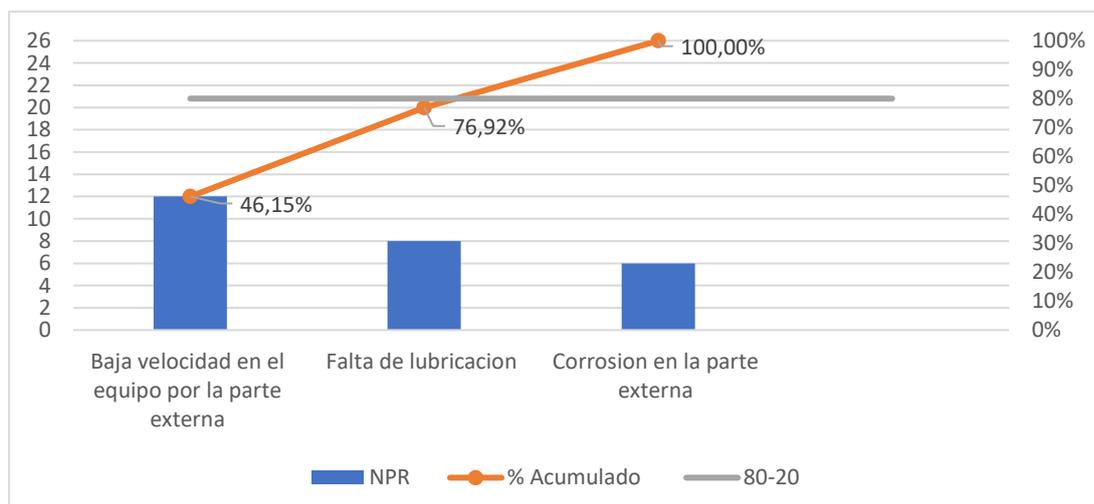


Tabla 28 . Análisis del diagrama de Pareto del elevador de cangilones

4.2.5 AMEF en el equipo del tornillo sin fin 2.

El AMEF, realizado en el tornillo sin fin 2 tiene como principal fallo evidenciado sobre el equipo, en vista que permite visualizar un bajo rendimiento del tornillo sin fin 2, con lo cual se verifica un desgaste en el eje y deterioradas las hélices es importante destacar que dar un aviso a tiempo, con lo cual efectuar un mantenimiento preventivo por inspección cada cierto tiempo permitiendo detectar e impedir futuras averías en el tornillo sin fin 2.

Al presentar problemas en la zona de carga que se ha evidenciado corrosión, lo cual ha sido expuesta por la materia prima y este deteriorado en este elemento mencionado, se procede a realizar mantenimiento por inspección, de esta manera se procederá cada cierto tiempo, por lo tanto, severidad, detectabilidad, ocurrencia.

Por otro lado, se identificó que existen problemas en la limpieza del equipo y es necesario que se lo limpie frecuentemente, para un mejor funcionamiento.



Figura 21. Tornillo sinfin-2

Tipo de AMEF	<input type="checkbox"/> Concepto <input type="checkbox"/> Diseño <input type="checkbox"/> Procesos	Equipo AMEF
Proyecto / Cliente		
Fecha de inicio / Última actualización	12/7/2020 12/7/2021	

#	Modo de falla nivel 1	Modo de falla nivel 2	Modo de falla nivel 3	Efecto potencial de la gravedad del modo de falla	Severidad	Detectabilidad	Ocurrencia	SC/CC	NPR	Tarea	Acción tomada	Severidad	Detectabilidad	Ocurrencia	NPR
1	Falla en el tornillo sin fin 2	Bajo rendimiento del tornillo transportador.	Desgaste en el eje	No genera su función principal	3	2	3	CC	18	Reparación del desgaste del eje y realizar inspecciones semanales.	N/A	3	2	3	18
			hélices descalibradas	Maquina no cumple con su función principal	3	2	2	CC	12	Reparación en las hélices, y realizar inspecciones Semanalmente.	N/A	3	2	2	12
2	Falla en el tornillo sin fin 2	Bajo rendimiento en la zona de carga	Grietas en la zona de carga	Parada de la máquina	3	2	1	CC	6	Detección, reparación de las grietas y debe realizar una inspección semanalmente	N/A	3	2	1	6
3		Limpieza en todo el tornillo sin fin	Limpieza en todos los elementos	Parada de maquina	2	2	1	SC	4	Detección y limpieza	N/A	2	2	1	4

Tabla 29. AMEF del tornillo sin fin 2.

En función a la media acorde con el NPR de cada modo de falla del nivel 2, se realizó el análisis de Pareto del tornillo sinfin2, mediante a los resultados obtenidos por el AMEF y sus frecuencias respectivas:

Fallos	NPR	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa porcentual%	80-20
Desgaste en el eje	18	18	45%	45%	0,8
Hélices descalibradas	12	30	30%	75%	0,8
Grietas en la zona de carga	6	36	15%	90%	0,8
Limpieza en todo el tornillo sinfín	4	40	10%	100%	0,8
Total	40		100%		

Tabla 30 .Análisis del diagrama de Pareto del tornillo sin fin 2.

Después del análisis de Pareto se visualizó el 75% son los elementos del tornillo sin fin 2 a dañarse y que se corresponderían cubrir lo más rápido posible, que son las siguientes: Desgaste en el eje, hélices descalibradas.

Se demuestra la tabla 30 proporcionada a los resultados expuestos en la tabla 31 y muestra los parámetros más relevantes que son las siguientes: se visualizó desgaste en el eje con un 45%, luego se evidencio las hélices descalibradas con un 30% , dando una suma de 75%, de esta manera llega al nivel esperado que es 80 % se hace énfasis en tomar medidas a las fallas más relevantes después se visualizó grietas en la zona de carga con un 15%, dando una suma del 90% ,posteriormente se verifica un falta de limpieza en todo el tornillo sinfín 2 con un 10% dando como resultado 100%, debido a lo cual determinan el análisis crítico por NPR son los elementos mencionados que perjudican la confiabilidad y disponibilidad del tornillo sin fin 2, se refleja una de gráfica del análisis de Pareto:

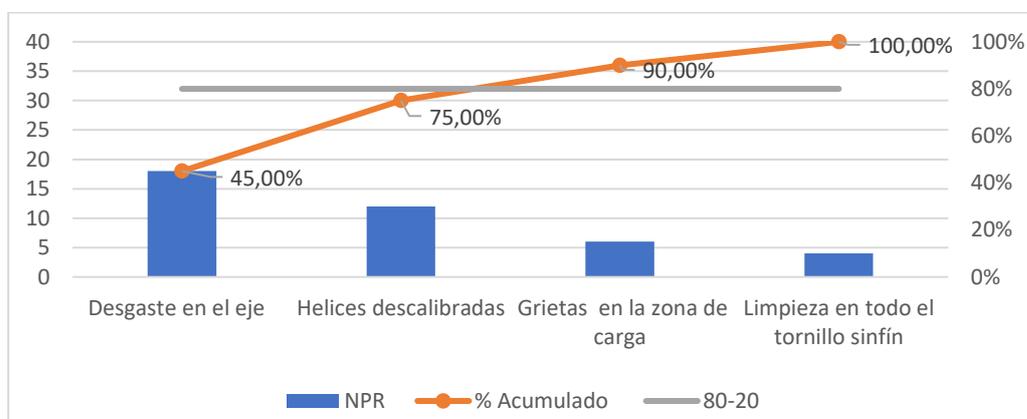


Tabla 31 . Análisis del diagrama de Pareto del tornillo sin fin 2

4.2.6 AMEF en el equipo de la tolva

El principal fallo radica sobre el bajo rendimiento de la tolva haciendo énfasis en la estructura, con lo cual es evidenciado un desgaste en la estructura es importante hacer mantenimiento por inspección con lo cual se toma medidas preventivas cada cierto tiempo permitiendo detectar y evitar futuras averías, mientras en donde van ubicado los cauchos laterales se ha verificado otro inconveniente de la reparación de los cauchos laterales como consecuencias de un grado de severidad, detectabilidad, ocurrencia considerable con lo cual se procedió a realizar una parada no programada.

Al presentarse una baja limpieza en el mencionado equipo, hay la posibilidad de que el producto terminado sea separado y reiteradamente se expongan pérdidas económicas por el mencionado equipo, por tal motivo se la procede a limpiar se define una fecha específica que sería como medida preventiva realizar una limpieza ocasionalmente.



Figura 22 .Tolva

Tipo de AMEF	<input type="checkbox"/> Concepto	<input type="checkbox"/> Diseño	<input type="checkbox"/> Procesos	Equipo AMEF
Proyecto / Cliente				
Fecha de inicio / Última actualización	1/03/2021	31/3/2021		

#	Modo de falla nivel 1	Modo de falla nivel 2	Modo de falla nivel 3	Efecto potencial de la gravedad del modo de falla	Severidad	Detectabilidad	Ocurrencia	SC/CC	NPR	Tarea	Acción tomada	Severidad	Detectabilidad	Ocurrencia	NPR
1	Falla en la tolva	Bajo rendimiento en la estructura	Desgaste de la estructura	Parada de la maquina	3	2	3	CC	18	Reparación del desgaste de la estructura y realizar inspecciones semanales.	N/A	3	2	3	18
2		Deterioro en los cauchos laterales	Desgaste de los cauchos laterales	Parada de la máquina	3	2	1	CC	6	Detección, reparación de los cauchos laterales y debe realizar una inspección ocasionalmente	N/A	3	2	1	6
3		Limpieza de la tolva	Limpieza en todos los elementos	Parada de maquina	2	2	1	SC	4	Detección y limpieza e inspeccionar ocasionalmente	N/A	2	2	1	4

Tabla 32. AMEF de la Tolva.

En función a la media acorde con el NPR de cada modo de falla del nivel 2, se realizó el análisis de Pareto de la tolva.

Fallos	NPR	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa porcentual %	80-20
Bajo rendimiento en la estructura	18	18	69,23%	69,23%	0,8
Deterioro en los cauchos laterales	4	22	15,38%	78,57%	0,8
Limpieza de la tolva	4	26	15,38%	100,0%	0,8
Total	26		100%		

Tabla 33. Análisis del diagrama de Pareto de la tolva.

Después del análisis de Pareto se visualizó el 78,57% son elementos de la tolva a dañarse y que se corresponderían a cubrir lo más rápido posible, que son las siguientes: Bajo rendimiento en la estructura, Deterioro en los cauchos laterales.

Se presenta la tabla 33 proporcionada a los resultados expuestos en la tabla 34 y para mostrar los parámetros más relevantes que son las siguientes: se visualizó el bajo rendimiento en la estructura con un 69,23% , luego se evidencio el deterioro en los cauchos laterales con un 15,38% con un total de 78,57% al termino de llegar al nivel esperado que es 80 % se hace énfasis en tomar medidas a las fallas más relevantes , posteriormente se verifico la falta de limpieza en la tolva con un 15,38% , llegando al 100% a causa se determina del estado crítico por NPR son de las piezas que perjudican la confiabilidad y disponibilidad de la tolva, se refleja una de gráfica del análisis de Pareto:

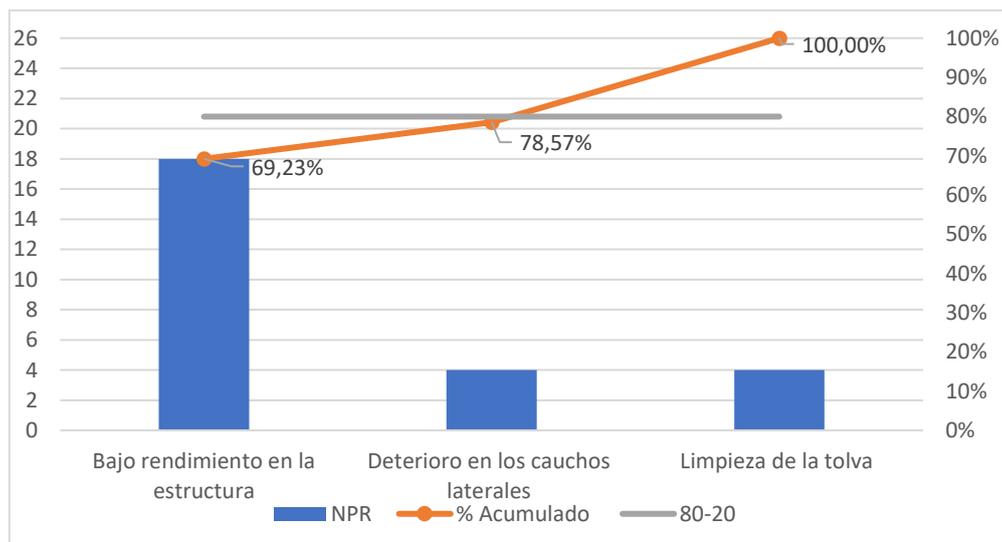


Tabla. 34 Gráfica del diagrama de Pareto de la tolva.

4.2.7 AMEF en el equipo de la bomba sumergible.

El principal fallo radica sobre el bajo rendimiento de presión de parte de la bomba sumergible de la bomba sumergible haciendo énfasis en los rodamientos por lo cual no transfiere el movimiento adecuado, consiste en la previsión de este equipo es significativo aunque las acciones a efectuar son de carácter constante, un mantenimiento por inspección en un periodo específico detecta e impide averías a futuro, como el deterioro que se evidencia con poca fuerza desgastada como consecuencias es insuficiente de detectabilidad, ocurrencia. severidad significativa, por lo tanto, se manifiesta en momentos de producción perdidos.

Al encender la bomba sumergible se verifico no encendía de manera adecuada por lo cual se revisaron los elementos de la bomba sumergible, por lo tanto, se encontró una fuga y se la procedido a paralizar el mencionado equipo repararla y realizar inspecciones semanalmente.

Se evidencio que hay falta de limpieza en la bomba sumergible, el cual permite parada no programa porque no se le ha dado un buen aseo, bajo el argumento se adaptan las acciones preventivas que se especifican en el AMEF referente de cada equipo.



Figura 23 .Bomba sumergible

Tipo de AMEF	<input type="checkbox"/> Concepto	<input type="checkbox"/> Diseño	<input type="checkbox"/> Procesos	Equipo AMEF
Proyecto / Cliente				
Fecha de inicio / Última actualización	1/03/2021	31/03/2021		

#	Modo de falla nivel 1	Modo de falla nivel 2	Modo de falla nivel 3	Efecto potencial de la gravedad del modo de falla	Severidad	Detectabilidad	Ocurrencia	SC/CC	NPR	Tarea	Acción tomada	Severidad	Detectabilidad	Ocurrencia	NPR
1	Falla en la bomba sumergible	Bajo rendimiento de la bomba sumergible	Falla en los rodamientos	Parada la maquina	3	3	2	CC	18	Se reparan los rodamientos y se inspecciona semanalmente.	N/A	3	3	2	18
2		La bomba tiene poca fuerza	Insuficiente sumergencia de la perforación	Parada de la máquina	3	2	2	CC	12	Se realizan las adecuaciones necesarias e inspecciones semanalmente.	N/A	3	2	2	12
3		La bomba no enciende	Hay fugas en la bomba	Máquina no cumple con su función esencial	2	2	2	SC	8	Se reparan las fugas y se hacen inspecciones semanalmente	N/A	2	2	2	8
4		Limpieza de la bomba sumergible	Hay suciedad en la entrada de la bomba	Maquina no cumple su función principal	2	2	1	SC	4	Se limpia y se inspecciona ocasionalmente	N/A	2	2	1	4

Tabla 35 .AMEF de la bomba sumergible.

En función a la media acorde con el NPR de la forma de falla del nivel 2, se realiza el análisis de Pareto de la bomba sumergible de las siguientes fallas:

Fallas	NPR	Frecuencia total	Frecuencia relativa	Frecuencia relativa porcentual %	80-20
Falla en los rodamientos	18	18	42,86%	42,86%	0,8
Insuficiente sumergencia de la perforación	12	30	28,58	71,43%	0,8
Hay fugas en la bomba	8	38	19,05%	90,48%	0,8
Hay suciedad en la entrada de la bomba	4	42	9,52%	100%	0,8
	42		100%		

Tabla. 36 Análisis del diagrama de Pareto de la bomba sumergible.

Después del análisis de Pareto se visualizó el 71,43% son los componentes de la bomba sumergible a dañarse, consisten en la falla de rodamientos, insuficiencia sumergencia de la perforación y se corresponden a cubrir lo más rápido posible.

Se presenta la tabla 36 proporcionada a los resultados expuestos en la tabla 37 y para mostrar los aspectos más relevantes que son las siguientes: se evidencio la falla en los rodamientos con un 42,86%, luego se evidencio insuficiente sumergencia de la perforación 28,58%, llegando a un 71,43% al termino de llegar al nivel esperado que es 80 % se enfoca en tomar medidas a las fallas más relevantes, luego se visualizó hay fugas en el equipo alcanzando una falla del 19,05% llegando a un 90,48% y por último se encontró suciedad en la entrada del equipo con un 9,52% a su vez completando el 100%, por lo tanto se enfoca en el análisis crítico por NPR de las zonas que perjudican la confiabilidad y disponibilidad de la bomba sumergible, se refleja a una de gráfica del análisis de Pareto:

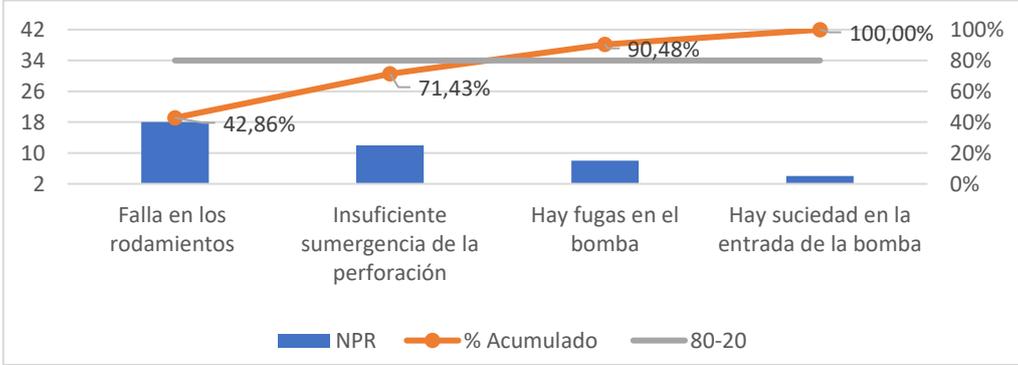


Tabla 37 . Gráfica del diagrama de Pareto de la bomba sumergible.

4.3 Análisis de la cámara termográfica de los equipos del área de lavado.

4.3.1 Análisis de la cámara termográfica de la tubería.

Se realizó un control de temperatura a través de la cámara termográfica con el fin obtener más información y saber qué equipo debe ser intervenido de inmediato, en este caso la tubería, tiene que ser intervenida de inmediato por que presenta una temperatura alta, con lo cual afecta a la productividad mediante al siguiente esquema mostrado:

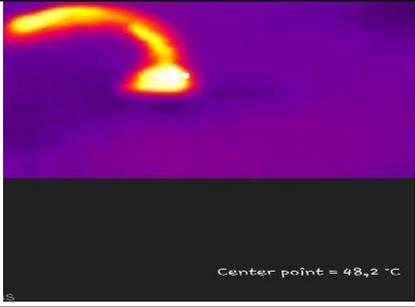
Registro de termografía en equipos y maquinarias			
Industria:	Química-Alimenticia	Modelo de cámara: TIS45 Fluke	Operador:
Severidad	Diferencia de Temperatura	Acción Recomendada	
	45°C - 48 °C	Mantener monitoreo	
	49°C - 60 °C	Ejecutar medidas preventivas	
	Mayor 60 °C	Reparar inmediatamente	
Área	Máquina - Equipo	Imagen Original	Fecha:
Lavado	Tubería		03/03/2021
Observaciones:			
Se ha verificado una temperatura de baja a media dando como objetivo procede a realizar monitoreos, cada cierto tiempo y así aumentar su desempeño operacional.			
Acciones preventivas:			
Se debe realizar inspecciones recurrentes para impedir las paralizaciones no programas.		Se debe programa una limpieza al equipo sea de manera interna y externa es decir a todos los componentes.	

Tabla 38 . Registro de la Temperatura de la tubería.

4.3.2 Análisis de la cámara termográfica de la bomba centrífuga.

Se realizó un control de temperatura, a través de la cámara termográfica con el fin obtener más información y saber qué equipo debe ser intervenido de inmediato, en este caso la bomba centrífuga mostrada, tiene que solo efectuar medidas preventivas por que presenta una temperatura intermedia que es el siguiente esquema:

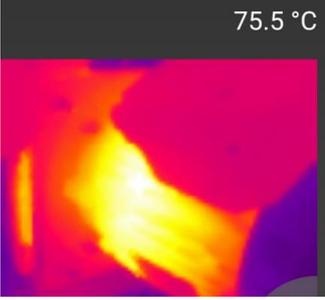
Registro de termografía en equipos y maquinarias			
Industria:	Química-Alimenticia	Modelo de cámara: TIS45 Fluke	Operador:
Severidad	Diferencia de Temperatura	Acción Recomendada	
	45 °C - 48 °C	Mantener monitoreo	
	49°C - 60 °C	Ejecutar medidas preventivas	
	Mayor 60 °C	Reparar inmediatamente	
Área	Máquina - Equipo	Imagen Original	Fecha:
Lavado	Bomba centrífuga		03/03/2021
Observaciones:			
Se ha verificado una temperatura alta dando como meta procede a repararlo de forma inmediata y posteriormente se realizará chequeos preventivos, con lo cual de mejorar su confiabilidad y disponibilidad del equipo.			
Acciones preventivas:			
Se debe realizar inspecciones recurrentes para impedir las paralizaciones no programas.		Se debe programa una limpieza a los equipos sean de manera interna y externa es decir a todos los componentes.	

Tabla 39. Registro de la Temperatura de la bomba centrífuga.

4.3.3 Análisis de la cámara termográfica del tornillo sin-fin1.

Se realizó un control de temperatura, a través de la cámara termográfica con el fin obtener más información y saber qué equipo debe ser intervenido de inmediato, en este caso se lo tiene que el tornillo sin fin-1 mostrado, tiene que ser de inmediato por que presenta una temperatura alta que es el siguiente esquema:

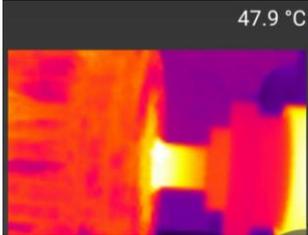
Registro de termografía en equipos y maquinarias			
Industria:	Química- Alimenticia	Modelo de cámara: TIS45 Fluke	Operador:
Severidad	Diferencia de Temperatura	Acción Recomendada	
	45 °C - 48 °C	Mantener monitoreo	
	49°C - 60 °C	Ejecutar medidas preventivas	
	Mayor 60 °C	Reparar inmediatamente	
Área	Máquina - Equipo	Imagen Original	Fecha:
Lavado	Tornillo sin fin- 1		03/03/2021
Observaciones:			
Se ha verificado una temperatura baja dando como objetivo procede a mantener monitoreo debido a que mantiene en el margen permitido, con el fin de preservar el equipo y alargar la vida útil.			
Acciones preventivas:			
Se debe programa una limpieza a los equipos sean de manera interna y externa es decir a todos los componentes.		Se debe realizar inspecciones recurrentes para impedir las paralizaciones no programadas.	

Tabla. 40 Temperatura del tornillo sin fin 1.

4.3.4 Análisis de la cámara termográfica del elevador de cangilones.

Se realizó un control de temperatura, a través de la cámara termográfica con el fin obtener más información y saber qué equipo intervenir de inmediato, en este caso se lo tiene que hacer inspecciones en el elevador de cangilones mostrado:

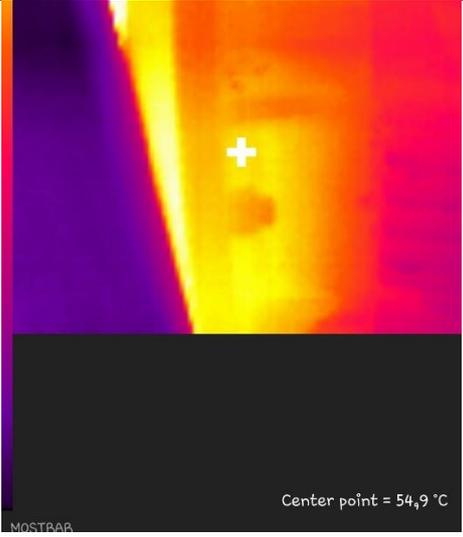
Registro de termografía en equipos y maquinarias			
Industria:	Química-Alimenticia	Modelo de cámara: TIS45 Fluke	Operador:
Severidad	Diferencia de Temperatura	Acción Recomendada	
	45 °C - 48 °C	Mantener monitoreo	
	49°C - 60 °C	Ejecutar medidas preventivas	
	Mayor 60 °C	Reparar inmediatamente	
Área	Máquina - Equipo	Imagen Original	Fecha:
Lavado	Elevador de cangilones		03/03/2021
Observaciones:			
Se ha verificado una temperatura media, dando como objetivo procede a efectuar medidas preventivas, debido a que se pretende preservar la vida útil del equipo con el fin alcanzar una mejor disponibilidad y confiabilidad.			
Acciones preventivas:			
Se debe programar una limpieza a los equipos sean de manera interna y externa es decir a todos los componentes.		Se debe realizar inspecciones recurrentes para impedir las paralizaciones no programadas.	

Tabla 41. Registro de la Temperatura del elevador de cangilones.

4.3.5 Análisis de la cámara termográfica del tornillo sin fin 2.

Se realizó un control de temperatura, a través de la cámara termográfica con el fin obtener más información y saber qué equipo intervenir de inmediato, en este caso se lo tiene que hacer inspecciones en el tornillo sin fin 2 mostrado:

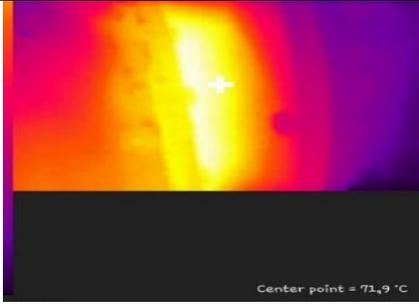
Registro de termografía en equipos y maquinarias			
Industria:	Química-Alimenticia	Modelo de cámara: TIS45 Fluke	Operador:
Severidad	Diferencia de Temperatura	Acción Recomendada	
	45 °C - 48 °C	Mantener monitoreo	
	49°C - 60 °C	Ejecutar medidas preventivas	
	Mayor 60 °C	Reparar inmediatamente	
Área	Máquina - Equipo	Imagen Original	Fecha:
Lavado	Tornillo sin fin- 2		03/03/2021
Observaciones:			
Se ha verificado una temperatura alta dando como objetivo procede a repararlo, de una forma inmediata, de esta manera se evitaría que el estado del equipo empeoraría con el pasar del tiempo, se alcanza una mejor disponibilidad y confiabilidad.			
Acciones preventivas:			
Se debe programar una limpieza a los equipos sean de manera interna y externa es decir a todos los componentes.		Se debe realizar inspecciones recurrentes para impedir las paralizaciones no programas.	

Tabla 42 .Registro Temperatura del tornillo sin fin 2.

4.3.6 Análisis de la cámara termográfica de la tolva.

Se realizó un control de temperatura, a través de la cámara termográfica con el fin obtener más información y saber qué equipo intervenir de inmediato, en este caso se lo tiene que hacer inspecciones en la tolva mostrada:

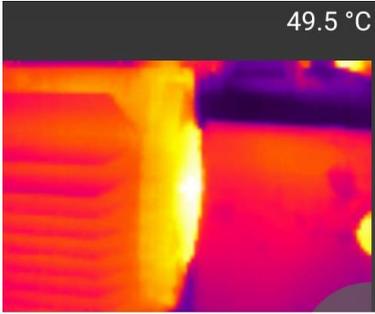
Registro de termografía en equipos y maquinarias			
Industria	Química- Alimenticia	Modelo de cámara: TIS45 Fluke	Operador:
Severidad	Diferencia de Temperatura	Acción Recomendada	
	45 °C - 48 °C	Mantener monitoreo	
	49°C - 60 °C	Ejecutar medidas preventivas	
	Mayor 60 °C	Reparar inmediatamente	
Área	Máquina - Equipo	Imagen Original	Fecha:
Lavado	tolva		03/03/2021
Observaciones:			
Se ha verificado una temperatura media, con lo cual se deben efectuar medidas preventivas, por ende, mejorar su disponibilidad y confiabilidad en el equipo para preservar su vida útil.			
Acciones preventivas:			
Se debe realizar inspecciones recurrentes para impedir las paralizaciones no programadas.		Se deben hacer limpieza al equipo de manera interna y externa.	

Tabla. 43 Registro de la Temperatura de la tolva.

4.3.7 Análisis de la cámara termográfica de la bomba sumergible.

Se realizó un control de temperatura, a través de la cámara termográfica con el fin obtener más información y saber qué equipo intervenir de inmediato, en este caso se lo tiene que hacer inspecciones en la bomba sumergible mostrada:

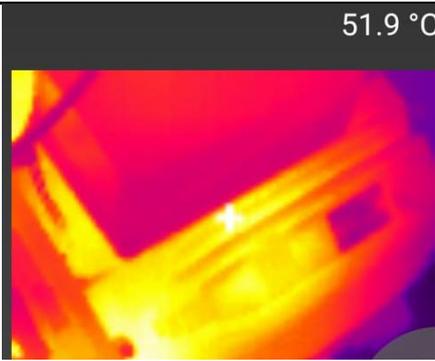
Registro de termografía en equipos y maquinarias			
Industria:	Química-Alimenticia	Modelo de cámara: TIS45 Fluke	Operador:
Severidad	Diferencia de Temperatura	Acción Recomendada	
	45 °C - 48 °C	Mantener monitoreo	
	49°C - 60 °C	Ejecutar medidas preventivas	
	Mayor 60 °C	Reparar inmediatamente	
Área	Máquina - Equipo	Imagen Original	Fecha:
Lavado	Bomba sumergible		03/03/2021
Observaciones:			
Se verificó una temperatura media dando como objetivo a efectuar medidas preventivas, así de esta manera aumentará su confiabilidad y disponibilidad del equipo, por lo tanto, sirve para preservar su vida útil.			
Acciones preventivas:			
Se debe realizar inspecciones recurrentes para impedir las paralizaciones no programadas.		Se deben hacer limpieza al equipo de manera interna y externa.	

Tabla. 44 Registro de la Temperatura de la bomba sumergible.

4.4 Indicadores de mantenimiento en una industria química alimenticia

4.4.1 Tiempo de medio de reparación

Desde el cálculo de MTTR se tomó en cuenta el año 2021 del mes de marzo en que el registró da una suma de 48 horas en reparaciones al área de lavado de sal, registró una suma de 6 reparaciones en los equipos que acceden al área mencionada.

Comenzando con esta información, al adaptarse un evento idóneo para el cálculo del MTTR, se valoró la propuesta de diseño de un plan de mantenimiento preventivo propuesto para una industria química alimenticia, con el paso del tiempo disponible en reparación y la suma de reparaciones de los equipos. Después procedió a efectuar el cálculo del MTTR:

$$\text{MTTR} = \frac{48}{6}$$

$$\text{MTTR} = 8$$

4.4.2 Tiempo medio de falla

Comenzando con esta información, al adaptarse un evento idóneo para el cálculo del MTTR, se valoró la propuesta de diseño de un plan de mantenimiento preventivo propuesto para una industria química alimenticia, con el paso del tiempo disponible reparación y la suma de reparaciones de los equipos. Después se procedió a efectuar el cálculo del MTTR:

$$\text{MTBF} = \frac{160 - 48}{6}$$

$$\text{MTBF} = 18,67$$

4.4.3 Disponibilidad del equipo

Hay dos componentes en la fórmula de disponibilidad del sistema. El primero es el tiempo total disponible y el segundo es el tiempo de reparación o inactividad. El tiempo de actividad es cualquier momento en que el activo se está desempeñando con una salida normal. El tiempo de inactividad es cualquier momento en que el equipo no está disponible para la producción, incluido el tiempo de inactividad planificado y no planificado.

Para calcular la disponibilidad del sistema durante un cierto período de tiempo

$$\text{Disponibilidad} = \frac{160 - \frac{48}{6}}{6} \times 100$$

$$\text{Disponibilidad} = 95\%$$

4.4.4 Confiabilidad del equipo

La confiabilidad del equipo se identifica como la destreza de manipular durante extensos períodos sin parar por mantenimiento. El primero es el tiempo total disponible y el segundo es el tiempo de reparación o inactividad. El tiempo de inactividad es cualquier momento en que el equipo no está disponible para la producción, incluido el tiempo de inactividad planificado y no planificado.

$$\text{Confiabilidad} = \frac{160 - 48}{160} \times 100$$

$$\text{Confiabilidad} = 70,0\%$$

4.5 Cronograma de un plan de mantenimiento preventivo en una industria química alimenticia

Se presenta con base a los resultados del AMEF y del diagrama de Pareto presentados en la sección 4.2 del presente capítulo. Para una mayor comprensión se detalla lo que representa cada revisión y son criterios presentada en la tabla siguiente:

	Nivel de Revisión	Actitud realizada	Actividad realizada	Acción Tomada
Revisión 1	Básico tipo1	No invasivo	Limpieza Rutinaria	Se procedió con las activades a realizar las siguientes inconformidades de la falta de lubricación, inspecciones, entre otros.
			Inspección diaria de máxima de 15 minutos	
			Lubricación de 15 minutos	
Revisión 2	Básico tipo2	No invasivo	Limpieza rutinarios	Se procedió con las activades a realizar las siguientes inconformidades de la falta de calibraciones rutinarias, verificarlos parámetros, entre otros.
			Chequeo y relleno de fugas	
			Detecciones anormales	
Revisión 3	Intermedio	Semi invasivo	Calibraciones rutinarias	Se procedió con las activades a realizar las siguientes inconformidades de la falta de calibraciones rutinarias, verificarlos parámetros, entre otros.
			Limpieza rutinaria	
			Reparaciones de los componentes	
Revisión 4	Intermedio	Invasivo	Limpieza rutinaria	Se procedió con las activades a realizar las siguientes inconformidades de la falta de calibraciones rutinarias, verificarlos parámetros, entre otros.
			Descomponer el equipo de forma parcial	
			Calibración específica	
Revisión 5	Avanzado	Invasivo	Revisión Minuciosas	Se procedió con las activades a realizar las siguientes inconformidades de la falta de calibraciones rutinarias, verificarlos parámetros, entre otros.
			Descomponer el equipo completo	
			Limpieza rutinaria	

Tabla. 45 Criterio de revisiones.

4.5.1 Cronograma de un plan de mantenimiento preventivo en la tubería para una industria química alimenticia.

Se realizó el cronograma de un plan de mantenimiento para cada cierto tiempo, en el cual hace énfasis en la frecuencia de horas, es decir que cada cantidad de horas se revisó el mencionado equipo para verificar su estado, en este caso se debe revisar el equipo de la tubería:

Plan de mantenimiento preventivo				
Área:	Lavado			
		Trabajo		
Equipo o maquinaria	Elemento	Categoría	Condición	Frecuencia en horas
Tubería	Estructura externa	Revisión 1	Mecánico	160
	Sello	Revisión 1	Mecánico	160

Tabla 46 .Cronograma de un plan de mantenimiento de una tubería.

4.5.2 Cronograma de un plan de mantenimiento preventivo en la bomba centrífuga para una industria química alimenticia.

Se realizó el cronograma de un plan de mantenimiento para cada cierto tiempo, en el cual hace énfasis en la frecuencia de horas, es decir que cada cantidad de horas se revisó el mencionado equipo para verificar su estado, en este caso se debe revisar el equipo de la bomba centrífuga:

Plan de mantenimiento preventivo				
Área:	Lavado			
		Trabajo		
Equipo o maquinaria	Elemento	Categoría	Condición	Frecuencia en horas
Bomba centrífuga	Rodamientos	Revisión 2	Mecánico	160
	Retenes	Revisión 2	Mecánico	160
	Filtro	Revisión 1	Mecánico	160
	Sello mecánico	Revisión 1	Mecánico	200
	Visor	Revisión 2	Mecánico	300
	Entrada de agua	Revisión 1	Mecánico	350
	Drenaje	Revisión 1	Mecánico	160
	Salida de agua	Revisión 1	Mecánico	160
	Rodete	Revisión 1	Mecánico	160
	Eje	Revisión 2	Mecánico	160
	Voluta	Revisión 1	Mecánico	160

Tabla 47. Cronograma de un plan de mantenimiento de una bomba centrífuga.

4.5.3 Cronograma de un plan de mantenimiento preventivo en el tornillo sin fin¹ para una industria química alimenticia.

Se realizó el cronograma de un plan de mantenimiento para cada cierto tiempo, en el cual hace énfasis en la frecuencia de horas, es decir que cada cantidad de horas se revisó el mencionado equipo para verificar su estado, en este caso se debe revisar el equipo del tornillo sin fin 1:

Plan de mantenimiento preventivo				
Área:	Lavado			
		Trabajo		
Equipo o maquinaria	Elemento	Categoría	Condición	Frecuencia en horas
Tornillo sin fin 1	Eje	Revisión 2	Mecánico	160
	Hélice	Revisión 2	Mecánico	160
	Tapa	Revisión 1	Mecánico	160
	Soporte extremo	Revisión 1	Mecánico	200
	zona de descarga	Revisión 1	Mecánico	160
	apoyos de base	Revisión 1	Mecánico	160
	Canalón	Revisión 2	Mecánico	160
	Cojinete	Revisión 2	Mecánico	160
	Soporte intermedio	Revisión 2	Mecánico	160
	Zona de carga	Revisión 2	Mecánico	160
	elementos de acoplamiento	Revisión 2	Mecánico	160

Tabla 48. Cronograma de un plan de mantenimiento del tornillo sin fin 1.

4.5.4 Cronograma de un plan de mantenimiento preventivo en el elevador de cangilones para una industria química alimenticia.

Se realizó el cronograma de un plan de mantenimiento para cada cierto tiempo, en el cual hace énfasis en la frecuencia de horas, es decir que cada cantidad de horas se revisó el mencionado equipo para verificar su estado, en este caso se debe revisar el equipo del elevador de cangilones:

Plan de mantenimiento preventivo				
Área:	Lavado			
		Trabajo		
Equipo o maquinaria	Elemento	Categoría	Condición	Frecuencia en horas
Elevador de cangilones	Cabeza	Revisión 2	Mecánico	200
	Motor	Revisión 1	Mecánico	200
	Envoltura	Revisión 1	Mecánico	160
	Cangilón	Revisión 2	Mecánico	200
	Puerta de servicio	Revisión 1	Mecánico	300
	Tolva de carga	Revisión 1	Mecánico	350
	Bota	Revisión 1	Mecánico	160
	Tambor tensor	Revisión 1	Mecánico	160
	Tolva descarga	Revisión 1	Mecánico	160
	Tambor accionador	Revisión 1	Mecánico	160

Tabla 49. Cronograma de un plan de mantenimiento del elevador de cangilones.

4.5.5 Cronograma de un plan de mantenimiento preventivo en el tornillo sin fin² para una industria química alimenticia.

Se realizó el cronograma de un plan de mantenimiento para cada cierto tiempo, en el cual hace énfasis en la frecuencia de horas, es decir que cada cantidad de horas se revisara el mencionado equipo para verificar su estado, en este caso se debe revisar el equipo del tornillo sin fin 2:

Plan de mantenimiento preventivo				
Área:	Lavado			
		Trabajo		
Equipo o maquinaria	Elemento	Categoría	Condición	Frecuencia en horas
Tornillo sin fin 2	Eje	Revisión 1	Mecánico	200
	Hélice	Revisión 2	Mecánico	200
	Tapa	Revisión 2	Mecánico	160
	Soporte extremo	Revisión 2	Mecánico	200
	zona de descarga	Revisión 1	Mecánico	300
	apoyos de base	Revisión 1	Mecánico	350
	Canalón	Revisión 2	Mecánico	160
	Cojinete	Revisión 1	Mecánico	160
	Soporte intermedio	Revisión 1	Mecánico	160
	Zona de carga	Revisión 2	Mecánico	160
	elementos de acoplamiento	Revisión 2	Mecánico	160

Tabla 50. Cronograma de un plan de mantenimiento del tornillo sin fin 2.

4.5.6 Cronograma de un plan de mantenimiento preventivo en la tolva para una industria química alimenticia.

Se realizó el cronograma de un plan de mantenimiento para cada cierto tiempo, en el cual hace énfasis en la frecuencia de horas, es decir que cada cantidad de horas se revisó el mencionado equipo para verificar su estado, en este caso se debe revisar el equipo de la tolva:

Plan de mantenimiento preventivo				
Área:	Lavado			
		Trabajo		
Equipo o maquinaria	Elemento	Categoría	Condición	Frecuencia en horas
Tolva	Estructura externa	Revisión 1	Mecánico	200
	Cauchos laterales	Revisión 1	Mecánico	200

Tabla 51. Cronograma de un plan de mantenimiento de la tolva.

4.5.7 Cronograma de un plan de mantenimiento preventivo en la bomba sumergible para una industria química alimenticia.

Se realizó el cronograma de un plan de mantenimiento para cada cierto tiempo, en el cual hace énfasis en la frecuencia de horas, es decir que cada cantidad de horas se revisó el mencionado equipo para verificar su estado, en este caso se debe revisar el equipo de la bomba sumergible:

Plan de mantenimiento preventivo				
Área:	Lavado			
		Trabajo		
Equipo o maquinaria	Elemento	Categoría	Condición	Frecuencia en horas
Bomba Sumergible	Conexión de descarga	Revisión 1	Mecánico	200
	Entrada del cable	Revisión 1	Mecánico	200
	Cubierta	Revisión 1	Mecánico	160
	Carcasa de la bomba	Revisión 1	Mecánico	200
	Cojinete principal	Revisión 1	Mecánico	300
	Sello mecánico interior	Revisión 1	Mecánico	350
	Sello mecánico exterior	Revisión 1	Mecánico	160
	Impulsor	Revisión 1	Mecánico	160
	Cubierta de succión	Revisión 1	Mecánico	160
	Colador	Revisión 1	Mecánico	160
	Tapón de aceite	Revisión 1	Mecánico	160

Tabla 52. Cronograma de un plan de mantenimiento de la bomba sumergible.

CONCLUSIONES

Se diseñó un plan de mantenimiento preventivo en una industria química alimenticia en la ciudad de Guayaquil, con lo cual en el área de lavado de sal debido a que es considerada como área crítica por la ocurrencia de las fallas de todos los equipos presentes en donde se detallan las ocupaciones anticipadas ni ningún modo se enfocó en gestiones de engrase o limpieza, sin embargo, se realizó inspecciones y revisión a las tareas de mantenimiento preventivo que se ha planteado y a su vez aumentara el desempeño operacional de los mencionados equipos.

Las observaciones de un análisis crítico por NPR expuestos a los equipos más deteriorados son el área de lavado de sal, es considerado un desgaste significativo en los componentes internos y externos que al presentar averías puede generar paralizaciones no programada en el área mencionada. De igual manera los resultados del AMEF o análisis modal de efectos y fallos por NPR destacando sus resultados mediante a la tabla y gráfica de Pareto, con lo cual se identifica cuáles son los componentes de cada equipo presente en el área de lavado de sal que existe posibilidad a ocasionar un desperfecto y necesitan de medidas anticipadas. Entre los principales aspectos se tiene que los equipos evaluados se han considerado como no crítico, semi crítico, crítico de esta manera presentan equipos que reflejan casi un 80% justificando la urgente intervención de labores de mantenimiento preventivo, con la finalidad de aumentar su vida útil, por otro lado, se utilizaron los datos de la cámara termográfica con el fin de obtener otro diagnóstico de cómo se encuentran su comportamiento en los equipos en el área de lavado de sal, en algunos equipos se observó que se le debe hacer un mayor seguimiento y de esta manera aumentaría su desempeño operacional.

Se encontró que en los indicadores de mantenimiento en una industria química alimenticia en los equipos del área de lavado de sal que son los siguientes: tiempo medio de reparación del equipo, tiempo medio de falla del equipo, accesibilidad del equipo, fiabilidad del equipo y presentando un progreso en la eficacia en las ocupaciones de mantenimiento de un 95% correspondiente aun resultado favorable en la disponibilidad de los equipos del área de lavado de sal y su confiabilidad en el área de lavado de sal dado que al diseñar el plan de mantenimiento preventivo en una industria química alimenticia se obtuvo el 70% con lo cual significó un fracción tolerable al escenario de la mencionada industria.

Mediante a los resultados obtenidos estableció el cronograma del plan de mantenimiento preventivo con el fin de medir la periodicidad de cada cierto tiempo debe ser intervenida a través de mantenimiento preventivo con el fin aumentar su confiabilidad y disponibilidad.

Se hizo énfasis en el mantenimiento preventivo debido a que se pretende disminuir las fallas o averías en una industria química alimenticia, no olvidando que se utilizaron los datos de la cámara termográfica se lo emplea en un mantenimiento predictivo de una manera superficial, dando como resultado un mayor sustento, al realizar el cronograma de mantenimiento preventivo.

RECOMENDACIONES

Luego de diseñar un plan de mantenimiento preventivo en una industria química alimenticia no solamente tome como referencia la presente investigación, por tanto, forman los parámetros determinados en el presente plan son incorporados, con el propósito garantizar el rendimiento de un mantenimiento seguro, por lo tanto, obtuvo los objetivos que es aumentar el ciclo vida de los equipos e impedir retrasos no programados.

Se sugiere que se debe colocar un sistema de limpieza y lubricación de manera automática con el fin de conservar la vida útil de los equipos, disminuirá el tiempo de paradas imprevistas en la industria mencionada.

Se podría dar la oportunidad a la presente propuesta a utilizar esta información, cumpliendo el mantenimiento preventivo en el área de lavado de sal y de esta manera usar los instrumentos necesarios.

Por último, es indispensable que la industria química alimenticia utilice este diseño de un plan de mantenimiento preventivo el proceso enunciado y su cronograma, establezca inspecciones semanales donde se examinó el sistema a utilizar y pueda adaptarlo con el fin de aumentar su desempeño operacional.

BIBLIOGRAFÍA

- Abambari-Vera, J. A. (2020). Aproximaciones epistémicas sobre mantenimiento como fundamento para su aplicación en la empacadora de conservas Herfraga, S.A. *Dominio de las ciencias*, 1-21.
- Alarcón, N., & Quel, O. (2020). *Diseño y simulación de un sistema de elevación de cangilón para áridos con capacidad de 0.5 m³, por medio del mecanismo de polipasto, para la empresa Hormibloque Ecuador ubicada en la provincia de Pichincha, cantón Mejía parroquia Aloasí*. Quito : Universidad Politecnica Salesiana .
- Álvarez, E. F. (2018). *Gestión de Mantenimiento: Lean Maintenance y TPM* . Oviedo: UNIVERSIDAD DE OVIEDO.
- Campos-López, O. (2019). *Metodología de mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) considerando taxonomía de equipos, base de datos y criticidad de efectos*. Mexico D.F.: Instituto Politécnico Nacional.
- Espinoza Tejada, M. A. (2018). *Mejora del plan de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de los buses de la empresa de transporte Allin Group Javier Prado SA concesionaria de los corredores complementarios de la Municipalidad de Lima*. Lima: Universidad Tecnológica de Peru .
- Espinoza, M. (2018). *Mejoramiento de la producción de mantenimiento de equipo pesado mediante un modelo de mantenimiento productivo total (tpm), para la empresa hormiconcretos CIA. LTDA* . Quito : Pontificia universidad catolica del Ecuador. .
- Estevez, W. (2019). Mantenimiento en área de soporte técnico para equipos de la industria alimenticia. *Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación CRAI*, 1-5.
- Grau, J. (2017). *Estudio de plan de mantenimiento de industria alimentaria*. Valencia: Universitat Politècnica de València.
- Holguin, J. (2016). *"Diseño de un banco de pruebas para bombas sumergibles de turbina vertical ensambladas localmente*. Guayaquil : Escuela Superior Politecnica del Litoral .
- Institute, P. M. (2017). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos*. Atlanta: National Information Standards Organization.
- Larissa, P. (2018). *Propuesta de implementación de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo basado en rcm para la reducción de fallas de la maquinaria de la empresa hydro patapo s.a.c* . Chiclayo: UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO.
- Martínez, D. (2020). *ANÁLISIS RCM DE LA LÍNEA DE EMPAQUE DE PAPA PARA UNA EMPRESA MULTINACIONAL DE ALIMENTOS EN QUITO*. Quito: Escuela Politecnica Nacional.

Mauricio, R. (2020). *Implementación y documentación HSE y de plan de Mantenimiento para la planta ALIMENTOS Y BEBIDAS S.A.S para desarrollo, producción y comercialización de bebidas carbonatadas, no carbonatadas, alcohólicas y no alcohólicas*. Bogota: Universidad Libre de Colombia.

Mendoza Alvarez, H. A. (2020). *Diseño de un sistema de mantenimiento preventivo basado en la confiabilidad para incrementar la disponibilidad de los equipos en laboratorio químico de minera Coimolache – Hualgayoc 2019*. Chiclayo : Universidad Cesar Vallejo.

Morales, S. (2017). *Generación y desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo en base a criticidad segun criterios de estadísticas de falla en empresas química clariant. .* Valparizo: Universidad Tecnica Federico Santa Maria .

Oñate Valenzuela, D. A. (2019). *Diseño y evaluación de planta modular de dezinización de agua de mar con paneles solares y cultivos hidropónicos*. Santiago de Chile : Univeridad de Chile .

Quezada, J. (2021). *Desarrollo de un plan de mantenimiento para las máquinas de la empresa Planhofa CA mediante el mantenimiento productivo total (TPM)*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato.

Retamal, S. (2018). *RETAMAL ARRIAZA, S. E. (2018). Propuesta de plan de mantenimiento para bombas centrifugas ubicadas en anglo american sur planta las tórtolas estación de rebombeo*. Viña del mar : Universidad Tenico Federico Santa Maria.

Rodriguez, N. S. (2019). *Diseño de un sistema de dosificación de agregados para la Compañia de Ingenieria y Mantenimiento CIM SAS. .* Bogota: Fundación Universidad de América.

Rojas, A. (2020). *Propuesta de implementación de un plan de mantenimiento preventivo para reducir los costos de fabricación de tuberías de PVC en una empresa trujillana*. Trujillo: Universidad Privada del Norte .

Rondón, F. A. (2021). *Conceptos generales en la gestión del mantenimiento industrial .* Bucaramanga: Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación CRAI.

Sierra, J. G. (2019). *IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO, APLICACIÓN A UNA INDUSTRIA TEXTIL Y SU EVOLUCIÓN EN EFICIENCIA*. *3C Tecnología*, 1-17.

Sosa, J. (2018). *Mantenimiento industrial en máquinas herramientas por medio de Amfe*. *Ingeniería Industrial*, 1-18.

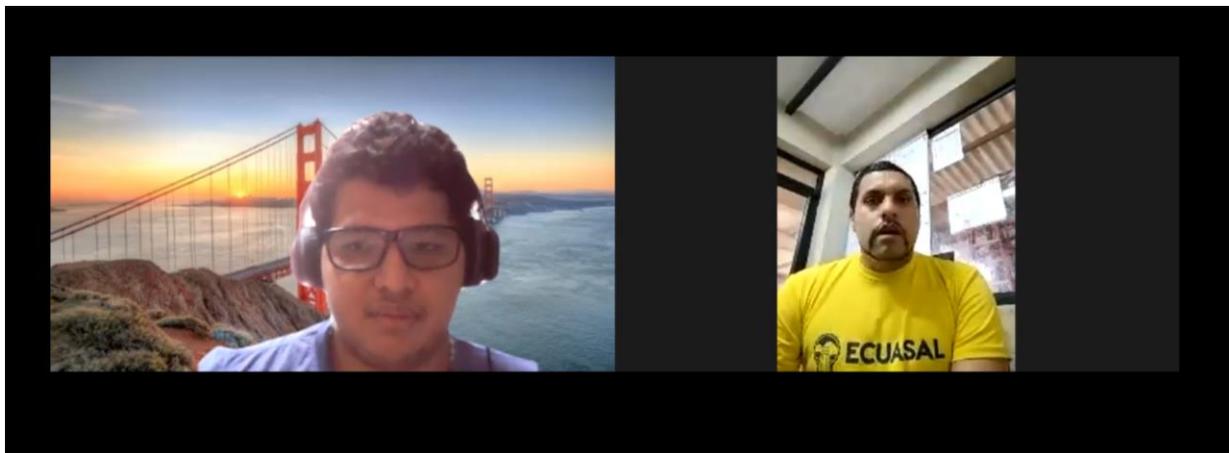
Suarez, J. (2018). *Desarrollo de un sistema de gestion de mantenimiento para reducir la presencia sisteminca de fallas y paras imprevistas en equipos y maquinarias en la empresa productos avon Ecuador* . Quito : Escuela Politecnica Nacional .

Vargas, S. (2016). *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa servicios trh ltda*. Pereira: Universidad tecnologica de pereira.

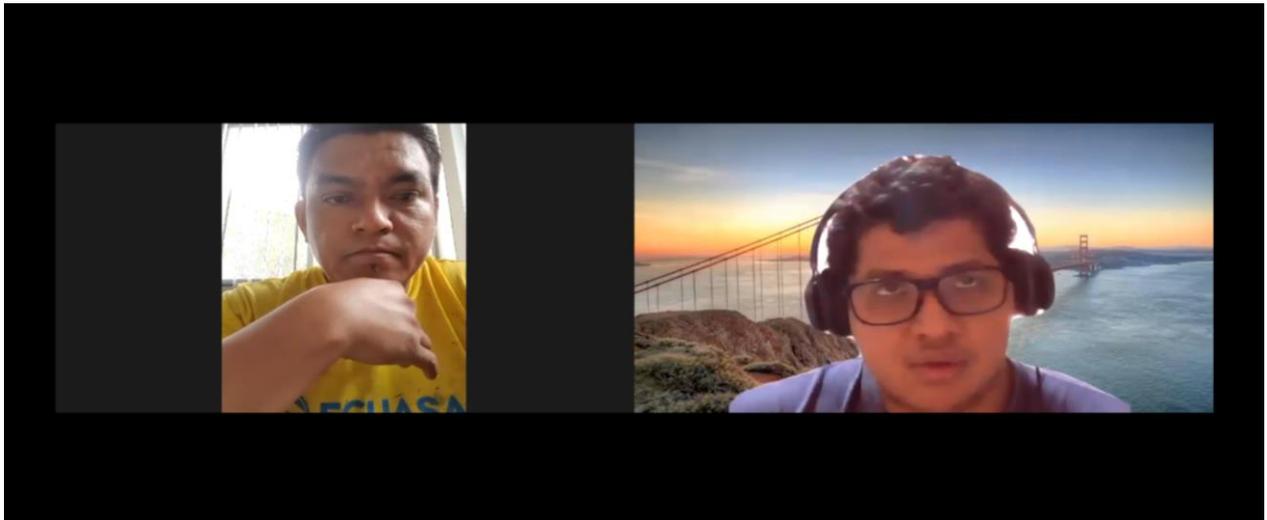
ANEXOS



Anexo 1 Entrevista 1 a técnico1



Anexo 2 Entrevista 2 a técnico 2



Anexo 3 Entrevista 3 a técnico 3