



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**PLAN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN
CONFIABILIDAD PARA LA MAQUINARIA DE LA
EMPRESA “CONCRETOS LOS LLANOS, C.A.”**

Autora:
Negrinho D., Paola S.

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**PLAN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD PARA LA
MAQUINARIA DE LA EMPRESA “CONCRETOS LOS LLANOS, C.A.”**

Autora:

Paola Negrinho D.

Tutor:

Ing. Fredy Barragán Suescún

San Diego, noviembre de 2021



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**PLAN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD PARA LA
MAQUINARIA DE LA EMPRESA “CONCRETOS LOS LLANOS, C.A.”**

Proyecto de Trabajo de Grado para optar al título de
INGENIERO INDUSTRIAL

Autora:
Paola Negrinho D.
C.I. 27.658.108

Tutor:
Ing. Fredy Barragán Suescún
C.I. 11.151.678

San Diego, noviembre de 2021



ACTA DE APROBACIÓN

INFORME FINAL DE PASANTÍA

TRABAJO DE GRADO

El jurado designado por la Facultad de INGENIERÍA para la evaluación del Informe Final de Pasantía o Trabajo de Grado titulado:

PLAN DE MANTENIMIENTO CENTRALIZADO EN CONFIABILIDAD PARA LA MAQUINARIA DE LA EMPRESA CONCRETOS LOS HANOS C.A.

Realizado por el (la) Br. PAOLA NEGREHO


C.I. N° 27658108 cursante de la carrera de INGENIERÍA INDUSTRIAL


hace constar después de analizar su contenido y oída la exposición oral, considera que el Informe Final o Trabajo de Grado ha obtenido la calificación de:

APROBADO

NO APROBADO

El Jurado


 Tutor Académico (Coordinador)
 Nombre: FREDDY BARRAGÁN
 C.I.: 11.151.678


 Jurado
 Nombre: Ana Arendain
 C.I.: 7.187.488


 Jurado
 Nombre: Miguel Cuadrado
 C.I.: 7067357

Fecha: 25/01/2022





UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
DECANATO DE INGENIERÍA



FI - I - 003 - 2021 - 2CR - SE

Valencia, 25 de noviembre de 2021

Ciudadano:
Negrinho De la Llama, Paola Susana
C.I. 27.658.108
Presente -

Cumplo con informarle que la comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 7-2021 de fecha 25/11/2021 aprobó el proyecto de grado titulado:

**Plan de mantenimiento centrado en confiabilidad para la maquinaria de la empresa
CONCRETO LOS LLANOS, C.A.**

Presentado por usted como requisito para optar al título de Ingeniero Industrial

Se ratifica la designación del Tutor Académico que lo asesorará en el desarrollo de este proyecto a:
Ing. Fredy Barragán Suescún, titular de la cédula de identidad V-11.151.678



Atentamente

Dr. Francisco Gelanzé Sevilla.
Decano de Ingeniería

J-30400858-9

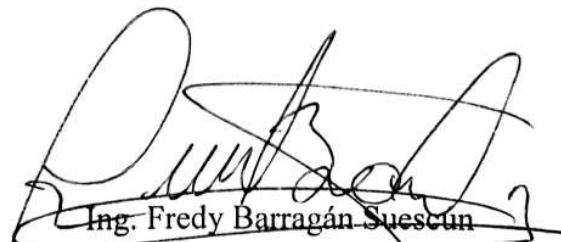


REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**CONSTANCIA DE APROBACIÓN PARA LA PRESENTACIÓN PÚBLICA
DEL TRABAJO DE GRADO**

Quien suscribe, Fredy Barragán Suescún, portador de la cédula de identidad N°11.151.678, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por la ciudadana Paola Negrinho, portadora de la cédula de identidad N° 27.658.108, titulado **“PLAN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD PARA LA MAQUINARIA DE LA EMPRESA “CONCRETOS LOS LLANOS, C.Á.”**. presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Industrial, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego a los 08 días del mes de diciembre del año dos mil veintiuno.


Ing. Fredy Barragán Suescún
C.I.: 11.151.678

Agradecimientos

El siguiente trabajo de grado representa el logro de una de las metas más importantes que me he propuesto para la vida, es por esto que quiero agradecer a todos aquellos que, de una u otra forma, hicieron posible el cumplimiento de esta meta.

Agradezco a Dios por permitirme terminar mi carrera.

A mis padres y mi hermano por apoyarme y hacer todo lo posible para que pudiese cumplir con mis metas planteadas, así como también al resto de mi familia, especialmente a mi prima Isabella.

A mis amigas María Daniela, Rodmary y Lucía, quienes han sido como hermanas para mí, siempre tendiéndome la mano al momento que lo necesitara, sin esperar nada a cambio.

A mis compañeras de estudio Natalia y María Valeria por acompañarme durante toda mi carrera y por el gran apoyo que me han brindado.

A la Universidad José Antonio Páez y sus profesores, por contribuir en mi formación, tanto académica como profesional.

A los profesores Fredy Barragán y Alicia de Pizzela, por su asesoría académica, que hizo posible la realización de este trabajo de grado

A Concretos Los Llanos, C.A., y su personal, por permitir desarrollar este proyecto en sus instalaciones, en especial a Juan Borregales, Yarizza Cañizales y Darwin Morales por facilitar toda la información necesaria para el desarrollo de la investigación.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	pp.
LISTA DE CUADROS.....	x
LISTA DE GRÁFICOS.....	xi
RESUMEN INFORMATIVO.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO	
I EL PROBLEMA	
1.1 Planteamiento del Problema.....	3
1.2 Formulación del Problema.....	6
1.3 Objetivos de la Investigación.....	7
1.3.1 Objetivo General.....	7
1.3.2 Objetivos Específicos.....	7
1.4 Justificación.....	7
1.5 Alcance y Limitaciones.....	9
II MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes.....	10
2.2 Bases Teóricas.....	13
2.2.1. Mantenimiento centrado en la confiabilidad.....	13
2.2.2. Mantenimiento.....	14
2.2.3. Confiabilidad.....	14
2.2.4. Mantenimiento preventivo.....	15
2.2.5. Mantenimiento predictivo.....	15
2.2.6. Mantenimiento correctivo.....	16
2.2.7. Indicadores de mantenimiento.....	16
2.2.8. Planes de mantenimiento.....	17
2.2.9. Planta concretera.....	17
2.2.10. Productividad.....	18
2.3 Bases Legales.....	18
2.3.1. Norma Venezolana COVENIN 2500-93.....	18
2.3.2. Norma Venezolana COVENIN 633-2001.....	19
2.3.3. Norma ISO 14224.....	19
2.4 Definición de Términos.....	19
2.5 Cuadro de Operacionalización de Variables.....	21
III MARCO METODOLÓGICO	
3.1 Tipo de Investigación.....	23
3.2 Diseño de la Investigación.....	23
3.3 Nivel de la investigación.....	24

3.4. Población y muestra.....	24
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	25
3.5.1. Observación directa.....	25
3.5.2. Entrevistas.....	26
3.6. Fases metodológicas.....	28
IV RESULTADOS	
4.1 Diagnosticar la situación actual de la maquinaria y equipos involucrados en el proceso de elaboración de concreto premezclado.....	30
4.2 Elaborar la taxonomía equipos-sistema de premezclado en función a la norma ISO 14224.....	43
4.3 Diseñar un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad a la maquinaria y equipos involucrados en el proceso de elaboración de concreto premezclado.....	48
4.4 Realizar el análisis técnico-operativo, económico y ambiental de la propuesta mediante indicadores de rendimiento.....	72
CONCLUSIONES.....	79
RECOMENDACIONES.....	81
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	82
ANEXOS.....	86

LISTA DE CUADROS

CUADRO	DESCRIPCIÓN	pp.
1	Operacionalización de variables.....	21
2	Guion de entrevista semiestructurada.....	27
3	Criterios de observación.....	32
4	Expertos a entrevistar.....	33
5	Entrevista estructurada N°1.....	34
6	Entrevista estructurada N°2.....	35
7	Entrevista estructurada N°3.....	36
8	Distribución de los equipos y zonas de la planta.....	39
9	Indicadores de mantenimiento en los equipos involucrados en la elaboración de concreto premezclado.....	41
10	AMEF.....	50
11	Protocolo de mantenimiento.....	62
12	Plan de mantenimiento centrado en confiabilidad recomendado para los equipos involucrados en el proceso de elaboración de concreto premezclado.....	66
13	Formato de chequeo diario.....	69
14	Formato de chequeo semanal.....	70
15	Formato de chequeo mensual.....	71
16	Información del turno.....	73
17	Cálculos para la ETE propuesta.....	73
18	Resultados de la ETE propuesta.....	73
19	Costos de implementación.....	76
20	Ahorros en mantenimiento.....	76

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO	DESCRIPCIÓN	pp.
1	Producción de concreto premezclado de enero a diciembre de 2020 en la empresa Concretos los Llanos C.A.....	5
2	Diagrama del proceso productivo.....	31
3	Disponibilidad ejecutada vs. Disponibilidad meta.....	42
4	TPPF ejecutado vs. TPPF meta.....	42
5	Plano de la planta.....	44
6	Clasificación Taxonómica y Niveles Taxonómicos.....	44
7	Clasificación Taxonómica de la propuesta.....	47
8	Tolva de recepción.....	49
9	Transportador de alimentación.....	50
10	Compresor-Soplador para descarga de cemento.....	51
11	Tolva distribuidora.....	52
12	Zona de pesaje.....	53
13	Camiones Mack mezcladores de hormigón.....	54
14	Compresor general de la planta.....	55
15	Diagrama lógico de decisión RCM.....	58
16	Calidad, eficiencia y disponibilidad.....	74
17	Efectividad total de los equipos.....	74



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

PLAN DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD PARA LA MAQUINARIA DE LA EMPRESA “CONCRETOS LOS LLANOS, C.A.”

Autora: Paola Negrinho D.

Tutor: Prof. Fredy Barragán Suescún

Fecha: Diciembre de 2021

RESUMEN INFORMATIVO

El presente trabajo especial de grado se desarrolló en las instalaciones de Concretos los Llanos C.A., empresa cuyo principal objetivo es producir y distribuir concreto premezclado. En la actualidad, la planta presenta problemas con los tópicos relacionados al mantenimiento de los equipos, dificultando así la adecuada disponibilidad del producto. Por tal motivo, se desarrolló una investigación cuyo objetivo principal fue proponer un plan de mantenimiento centrado en confiabilidad que facilite el funcionamiento y la disponibilidad del producto, optimizando así los recursos. El trabajo de investigación está enmarcado en la línea de investigación ciencias cognitivas y aplicadas, siguiendo la línea de trabajo de mantenimiento industrial. El plan antes mencionado está basado en la comprensión de la situación actual de los procesos internos y las condiciones de la maquinaria en cuanto a sus fallas y repuestos solicitados. En términos generales, en la investigación buscó la elaboración de rutinas de mantenimiento, alcanzando cada uno de los objetivos planteados, lo que permitió la formulación completa de la propuesta, la cual cubre la mayor cantidad de información detallada, útil y necesaria en el proceso de mantenimiento, convirtiéndose en una herramienta para implementar un plan preventivo. Además se elaboraron los indicadores de gestión para que la empresa tenga control sobre sus procesos, de esta manera se disminuyeron los tiempos de parada por falla y se aumentó la productividad.

Descriptor: Mantenimiento, confiabilidad, planificación, preventivo.

INTRODUCCIÓN

El papel fundamental del mantenimiento es aumentar la confiabilidad de los sistemas de producción, mediante actividades tales como planeación, organización, control y ejecución de métodos, buscando la conservación de los equipos. Sus funciones van más allá de las reparaciones que se presentan; su importancia radica en la forma en que las fallas se disminuyen como resultado de una buena gestión que involucre todo el departamento de mantenimiento, el apoyo de la gerencia y en general de toda la empresa (Mora, 1990). El objetivo principal de una gestión de mantenimiento centrado en confiabilidad es incrementar la disponibilidad de los activos, a bajos costos, permitiendo que los equipos funcionen de forma eficiente y confiable dentro del contexto operacional, asegurando que cumplan con todas sus funciones para las cuales fueron diseñadas, para esto se debe de tomar en cuenta las consecuencias de las fallas, la seguridad, el ambiente y operaciones.

Regularmente, los equipos de una industria manufacturera están sometidos a cargas de trabajo continuo, por lo que es indispensable implementar un plan de mantenimiento, basado en un conjunto de tareas de mantenimiento programado, siguiendo algún tipo de criterio, que permita extender la vida útil de los mismos; extender la vida útil de la maquinaria empresarial influye significativamente en la competitividad de toda organización, debido a que gran parte de su operatividad se encuentra en sus activos. Es por ello que el desarrollo de la presente investigación está enmarcado en el departamento de mantenimiento, puesto que existe deficiencia; cada día las paradas no programadas ocurren con mayor frecuencia, aumentando con esto los costos operativos. Esto originado por la ausencia de rutas de mantenimiento preventivo, sin un programa formal específico y sin llevar control de los resultados obtenidos.

La gerencia de planificación de la planta Concretos los Llanos C.A., se propuso elaborar un programa de mantenimiento basado en confiabilidad, en sus equipos críticos, con el propósito de lograr una disminución en los costos de mantenimiento, reducción de fallas inesperadas, disminuir el inventario de repuestos así como las actividades de mantenimiento preventivo rutinario, incrementar el tiempo entre falla, y por ende la efectividad de los activos.

El siguiente trabajo de grado, consta de cuatro capítulos, los cuales se refieren a continuación: En el capítulo I, se mencionan algunos aspectos generales de la situación actual empresa, permitiendo describir el problema por el cual atraviesa y en función a este, se establece la formulación del problema, permitiendo generar el objetivo general que se persigue, junto a los objetivos específicos. Adicionalmente, se encuentra descrito la justificación y el alcance de la investigación. En el capítulo II se exponen los antecedentes de esta investigación así como conceptos y principios básicos que permiten una mejor comprensión del tema. El capítulo III constituye la metodología a seguir para alcanzar los objetivos propuestos. En el capítulo IV se muestran los resultados de la propuesta.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema

La planta concretera o de hormigón es la instalación para la fabricación del concreto utilizando las materias primas que lo componen: arenas y gravillas, cemento, agua y aditivos. Los componentes son dosificados en las proporciones adecuadas, y son mezclados en el caso de centrales amasadoras, o directamente descargados a un camión en el caso de las centrales dosificadoras. Las empresas que realizan prefabricados de concreto han ganado terreno en todo el mundo, la evolución de los procesos de producción de elementos prefabricados de hormigón se ha realizado principalmente desde dos aspectos clave: mejora de los medios de producción y optimización la organización de la misma y ya no solo este sistema de producción se hace en Europa o Norteamérica, también se hace en Suramérica, Centroamérica, Asia y avanzando a nivel mundial.

Se estima que en el mundo se produjeron en 2015 cerca de 2.400 millones de metros cúbicos de hormigón premezclado, siendo China responsable por un poco más de la mitad del volumen, seguido de lejos por EE.UU. y la Unión Europea, que representan cerca del 11% y el 9% respectivamente. El peso de Latinoamérica en 2016 fue de 104 millones de metros cúbicos, inferior al récord histórico estimado de 130 millones de metros cúbicos en 2014, pero en todo caso, casi un 60% más de volumen que el anotado en 2004, cuando se empezaron a hacer las estimaciones (Federación Iberoamericana de Hormigón Premezclado, 2017). La industria del concreto premezclado en la región ha venido avanzando y su desarrollo debe seguir creciendo de la mano de la industrialización, la competitividad y la sostenibilidad de los países del área, con varias oportunidades de mejora a nivel interno en muchas empresas pero también con experiencias que son dignas de reconocimiento en cualquier parte del mundo.

Para lograr esos niveles de producción, las empresas deben asegurar la confiabilidad de sus equipos, por tal motivo las empresas de hoy día, especialmente en Venezuela, han optado por invertir en una política de mantenimiento preventivo e incluso predictivo que les garantice un menor costo de mantenimiento y aumente la productividad de la empresa. Concretos los Llanos C.A., no es la excepción, ya que ha estado invirtiendo en la actualización de los equipos y mejoras de la planta para lograr aumentar la producción, e incluso ha abierto nuevos horizontes con la pronta incursión en el mercado de nuevos productos.

Concretos Los Llanos es una empresa ubicada en San Carlos, Cojedes. Sobre la información técnica y general, se trata de una empresa que tiene como producto elaborado el concreto premezclado, agregados y productos derivados para la industria de la construcción, enfocan su gestión de negocio en estándares de calidad y servicio, que busca siempre la satisfacción del cliente. Fue fundada en el año 2009, con aniversario específico el 21 de diciembre en San Carlos, Cojedes. Nace tras la unión de dos compañías: la Primera Planta de Concreto de la región y la principal empresa constructora del Estado, juntas, suman 60 años de experiencia en el sector de la construcción, incorporados en la creación de Concretos los Llanos, con el objetivo de fortalecer la calidad de sus productos y servicios.

Cuenta con una planta ubicada en la Zona Industrial de San Carlos Municipio Ezequiel Zamora, Estado Cojedes. Dispone de una capacidad de almacenamiento de 150 TM y cubre la demanda de municipios aledaños como Rómulo Gallegos, Lima Blanco, José Laurencio Silva, Ricaurte y Girardot. Da trabajo a veintitrés (23) trabajadores y la planta se encuentra en funcionamiento al 100% actualmente.

Los procesos industriales cada día están demandando la utilización de nuevas metodologías de gestión que brinden mayores ventajas tanto económicas como de prestación de servicio y que garanticen una alta disponibilidad de los equipos con una optimización de los costos de mantenimiento. Este es el caso de las industrias de construcción, petroleras, automotrices, navales, metalúrgicas, entre otras, las cuales

junto con el avance tecnológico requieren cada día del conocimiento y manejo de éstas metodologías de trabajo, que van a permitir satisfacer de una manera altamente efectiva, las exigencias de desempeño y de rendimiento que se plantean en el mundo actual. Concretos los Llanos C.A. no escapa de esta realidad y es por ello que necesita hacer grandes esfuerzos en la preparación de su recurso humano con la finalidad de facilitar el manejo y aplicación de metodologías de trabajo, que permitan mejorar la gestión de mantenimiento y de esta manera lograr contar con sistemas productivos más confiables, que garanticen la continuidad operacional y la producción con menos costo, más calidad y mayor seguridad a manera de lograr cumplir con los exigentes requerimientos de orden técnicos, económicos y legales.

Para un mejor entendimiento de la problemática preocupante la empresa, se puede iniciar ejemplificando con base en datos reales: en el año anterior, la meta mensual estuvo trazada en la producción de 1000 m³ de concreto premezclado, no obstante, esta meta no fue cumplida en ninguna ocasión (ver gráfico 1)

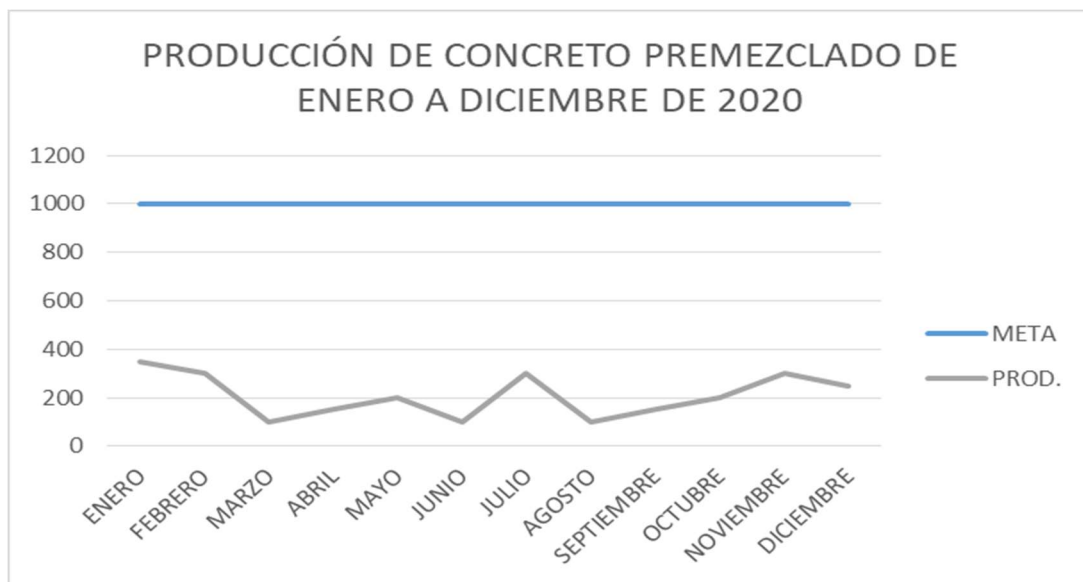


Gráfico 1: Producción de concreto premezclado de enero a diciembre de 2020 en la empresa Concretos Los Llanos C.A.

Fuente: Departamento de Administración de Concretos los Llanos C.A.

En consecuencia de estos resultados, el Departamento de Gerencia de la empresa realizó un análisis para averiguar cuáles fueron las causas de tan baja producción a través de herramientas cualitativas y de esta manera se llegó a la conclusión de que además de los agentes externos como lo fue la pandemia, existe otro factor de vital importancia como lo es la baja disponibilidad de los equipos al momento de ejecutar la producción a causa de la ausencia del mantenimiento preventivo.

Se puede entonces interpretar al mantenimiento preventivo como un procedimiento que logra disminuir las fallas y las consecuencias de estas ya que el problema es detectado en la mayoría de los casos en su fase inicial y no se espera a que el equipo se detenga o falle, con esta forma de trabajo se disminuyen las horas de parada ya que se planifica una estrategia para atacar la falla.

La base para desarrollar el proyecto fue la moderna ideología del mantenimiento industrial, que no solo previene los paros improductivos, sino que constituye el principal aportante al incremento de las utilidades, mediante programas de eliminación de paradas no programadas, reducción del consumo de energéticos, aumento de la calidad de los productos, y en general mejoramiento de la productividad de la planta. Para lograr una mayor efectividad, se requiere además de los recursos y técnicas adecuadas, del apoyo de producción para que el Departamento de Mantenimiento sea dirigido con sentido gerencial amplio, es decir, hacer un cambio de visión centralizada por una integral, y lograr la conformación de equipos interdisciplinarios que trabajen con el enfoque sistémico global.

Mantener alta la productividad requiere que el tipo de mantenimiento de activos se elija y aplique cuidadosamente. Por ello, es fundamental para cualquier empresa que quiera conseguir buenos resultados y mantener su potencial competitivo.

1.2. Formulación del Problema

Con base en lo planteado anteriormente, surge la siguiente incógnita ¿Cómo se puede aumentar la disponibilidad de los equipos involucrados en la fabricación de concreto premezclado de la empresa Concretos los Llanos, C.A. de tal manera que permita cumplir con las metas de producción establecidas?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Proponer un plan de mantenimiento centrado en confiabilidad para los equipos involucrados en el proceso de elaboración de concreto premezclado de la empresa Concretos Los Llanos, C.A.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual de la maquinaria y equipos involucrados en el proceso de elaboración de concreto premezclado de la empresa Concretos Los Llanos, C.A.
- Elaborar la taxonomía de equipos-sistema de premezclado en función a la norma ISO 14224.
- Diseñar un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad a la maquinaria y equipos involucrados en el proceso de elaboración de concreto premezclado de la empresa Concretos Los Llanos, C.A.
- Realizar el análisis técnico-operativo, económico y ambiental de la propuesta mediante indicadores de rendimiento.

1.4. Justificación de la investigación

La metodología del mantenimiento basado en la confiabilidad fue desarrollada por los ingenieros Nowlan y Heap en 1978, ambos ingenieros, trabajaban como empleados de la empresa United Arilnes y la definieron de la siguiente manera: “Un programa de mantenimiento estructurado diseñado para alcanzar el nivel inherente de confiabilidad del activo” (Stanley Nowlan, & Heap, 1978, p.2). Según la norma SAE JA1011 (1999), “se trata de un proceso específico utilizado para identificar las políticas que deben ser implementadas para el manejo de los modos de falla que pueden causar una falla funcional de cualquier activo físico en un contexto operacional dado” (p. 8).

La finalidad principal de la implantación de un Mantenimiento Centrado en Fiabilidad en una planta industrial es aumentar la fiabilidad de la instalación, es decir, disminuir el tiempo de parada de planta por averías imprevistas que impidan cumplir con los planes de producción. De la misma manera, busca aumentar la disponibilidad,

es decir, la proporción del tiempo que la planta está en disposición de producir, y disminuir al mismo tiempo los costes de mantenimiento. El análisis de los fallos potenciales de una instalación industrial según esta metodología aporta una serie de resultados:

- Mejora la comprensión del funcionamiento de los equipos.
- Analiza todas las posibilidades de fallo de un sistema y desarrolla mecanismos que tratan de evitarlos, ya sean producidos por causas intrínsecas al propio equipo o por actos personales.
- Determina una serie de acciones que permiten garantizar una alta disponibilidad de la planta.

De esta manera la creación de un plan de mantenimiento ofrece una solución a la problemática que presenta la empresa Concretos los Llanos, C.A. Estableciendo la capacidad de prevenir fallos gracias a la toma de decisiones más informadas y facilitando una mayor visibilidad del mantenimiento, a la vez que se ahorran costes, se protegen los activos y se aumenta la sostenibilidad económica. La metodología mencionada anteriormente le permitirá a la empresa aumentar la disponibilidad de los equipos y, en consecuencia, optimizar la productividad.

La implementación de metodologías de gestión como ésta, permite generar las habilidades y destrezas, es decir, la mejora de la confiabilidad humana, que luego serán aplicadas en otros equipos de la planta, lo que traerá la extensión del mejoramiento continuo de la gestión de mantenimiento, la cual es de vital importancia, puesto que si se logra enfocar de manera eficiente, aportaría una gran cantidad de estrategias y recursos que beneficiarían a la empresa en los diferentes aspectos y niveles tanto financieros como productivos.

El plan de mantenimiento que se diseñará en este trabajo de grado puede servir como una herramienta de trabajo para los empleados de la empresa, facilitándole las labores de mantenimiento a los mismos y evitando así posibles accidentes en el ambiente de trabajo. Pudiendo además servir como instrumento para futuras consultas sobre el tema del mantenimiento centrado en confiabilidad, lograr mayor

disponibilidad de equipos, reducción de costos en mantenimiento, mayor efectividad y eficiencia en producción, disminución de las fallas y evitar mantenimiento correctivo dado en paradas inesperadas.

De la misma manera, el mantenimiento como acción, desde el punto de vista ambiental, constituye un medio para prevenir impactos negativos, dado que asegura la fiabilidad de los equipos, lo que reduce el riesgo de ocurrencia de accidentes catastróficos, como incendios, explosiones, emisiones de sustancias tóxicas, derrames, etc. y a su vez, una fuente de contaminación, porque en su ejecución se producen desechos peligrosos (sólidos, líquidos y gaseosos), en especial residuos de aparatos eléctricos y electrónicos; un equipo con su debido mantenimiento correctivo y preventivo, es capaz de operar más eficiente de acuerdo a su consumo de agua, energía y materias primas.

1.5. Alcance y limitaciones

El trabajo de investigación fue dirigido hacia el área de producción de concreto premezclado en la empresa Concretos Los Llanos, C.A. ubicada en San Carlos, Estado Cojedes, con el objetivo de proponer un plan de mantenimiento centrado en confiabilidad. Quedando en manos de los representantes de la empresa Concretos los Llanos, C.A. la decisión de poner en marcha esta propuesta.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

En el siguiente capítulo se presentan los antecedentes y los aspectos teóricos que sirvieron de base para el desarrollo de este trabajo de investigación, y hacer más fácil el logro de las tareas que permitieron alcanzar los objetivos específicos planteados.

2.1. Antecedentes

Para el desarrollo de este trabajo de grado, fue necesaria la revisión y estudios de tesis y trabajos de aplicación de las metodologías de gestión de mantenimiento, desarrollados previamente, con la finalidad de adquirir información y orientación para lograr alcanzar de una manera más efectiva, los objetivos planteados

Gutiérrez C., (2019) realizó una tesis titulada: **“Plan de gestión de mantenimiento basado en la metodología RCM para mejorar la disponibilidad de bombas concreteras putzmeister. Caso: Concretos Supermix S.A.”** para optar al Grado Académico de Maestro en Ciencias: Ingeniería de Mantenimiento con mención en Gerencia de Mantenimiento en la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa ubicada en Arequipa– Perú; en la cual se propuso dicho plan enmarcado en una investigación exploratoria, tomando como población la flota de bombas concreteras Putzmeister de la empresa Concretos Supermix S.A y pudo determinar mediante entrevistas y observación de campo que un equipo confiable y con buen mantenimiento proporciona un alto grado de disponibilidad y mejora la calidad y el cumplimiento de los horarios de servicio planificados.

Esta investigación aporta información sobre cómo realizar un plan de mantenimiento que permite la reducción de la tasa de fallos, basado en el análisis de los equipos usando la metodología basada en confiabilidad, lo cual es un gran sustento en la reducción de tiempo de paradas y tasa de fallas.

Otro antecedente de gran relevancia es el proyecto de trabajo especial de grado de Peña, Francy (2018), titulado **“Plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad de los equipos del proceso productivo en una empresa de manufactura de papel”** presentado ante la Universidad Católica Andrés Bello para optar al título de Especialista en Ingeniería Industrial y Productividad. Su objetivo general, al igual que en el presente trabajo fue proponer un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad, sin embargo, en este caso se enmarcó en una investigación aplicada de tipo descriptiva y a su vez documental según el diseño, con una muestra conformada por los equipos bajo los criterios de evaluación-análisis de mayor criticidad, que mediante entrevistas, juicio de expertos y revisión documental llegó a la conclusión de que los análisis de modos de fallas de RCM permiten obtener información completa de las causas de las fallas, y analizando cuales son las consecuencias de estas fallas mediante el diagrama lógico de decisiones permite definir las tareas de mantenimiento específicas para poder eliminarlas; bajo esta metodología se definió una estrategia de mantenimiento conformada por tareas a condición, de reacondicionamiento cíclico, predictivas y correctivas.

Esta investigación aporta una visión integral de procesos en el área de manufactura, aportando conceptos e ideas administrativas útiles para optimizar el resultado de un proceso productivo, en el que la confiabilidad va directamente relacionada al mantenimiento, de tal manera que mediante buena planificación, control de calidad, inventarios y stock de repuestos, se pueda garantizar una mayor vida útil en los equipos.

Por su parte, Sánchez A., (2017) en su trabajo especial de grado titulado: **“Propuesta de un plan de mantenimiento centrado en confiabilidad, en las bombas G-4204 A/B de la unidad de THDA”** desarrollado en la Universidad de Carabobo para optar al título de Magíster en Ingeniería Mecánica; logró proponer un plan de mantenimiento centrado en confiabilidad, en las bombas G-4204 A/B de la Unidad de THDA de la Planta de BTX, de la Refinería El Palito mediante una investigación de campo. La unidad de análisis donde este trabajo de investigación se

desarrolló es la Planta de BTX (Benceno, tolueno y xileno), en la Unidad de THDA (Hidrodeshalquilación Térmica), específicamente en las bombas de carga G-4204 A/B. El análisis del modo y efecto de falla (AMEF), permitió determinar de una manera ordenada y eficiente, cuales son las probables fallas que puede presentar el equipo y cual actividad de mantenimiento preventivo se puede desarrollar con la finalidad de evitar paradas no programadas, y en consecuencia evitar las pérdidas de producción.

De esta investigación se consideró como aporte la metodología basada en confiabilidad y el análisis de modo y efecto de falla para establecer una mejora en la estrategia de mantenimiento que se realizará en este proyecto.

También, Peña I., (2016) desarrolló un trabajo especial de grado presentado ante la Universidad Católica Andrés Bello para optar al título de Ingeniero Industrial titulado **“Diseño de un plan de mantenimiento de la flota de vehículos asignados a los vendedores que cubren el sector oeste de la zona metropolitana de Caracas, pertenecientes a una empresa de alimentos de consumo masivo”** cuyo objetivo fundamental fue diseñar el mencionado plan de mantenimiento. Se considera como una investigación de tipo descriptiva, orientada analizar el comportamiento de la variable en contexto de estudio; se seleccionaron como unidades de estudio a todos los vehículos de marca Hyundai modelo HD65 y los vehículos marca Chevrolet modelo NPR, pertenecientes a la flota de Pepsico Alimentos S.C.A. Una de las conclusiones más pertinentes a esta investigación fue que entre los principales problemas que afectan al proceso de mantenimiento preventivo y hacen que este sea deficiente dentro del departamento, está la falta de control, ausencias de rutinas de mantenimiento y la comunicación oportuna con el proveedor del servicio.

Este antecedente contribuyó directamente en las bases de la investigación al hacer referencia de forma directa a los principios básicos para aumentar la productividad de una empresa bajo el concepto de priorizar los planes de mantenimiento.

Por último, Valera V. (2016) presentó ante la Universidad de Carabobo un trabajo especial de grado para optar al título de Ingeniero mecánico, titulado **“Gestión**

de mantenimiento centrado en confiabilidad para una maquina papelera” cuyo objetivo general fue diseñar un plan de mantenimiento centrado en confiabilidad para una maquina papelera en la Papeles Venezolanos, CA., con la finalidad de garantizar que la misma cumpla con su función dentro del contexto operacional definido a través de una investigación de tipo documental y observó que al aplicar el plan de mantenimiento significó la reducción de material en tránsito, luego de su desincorporación en las labores de mantenimiento y se evidenciaron notables mejoras en relación con el aspecto ambiental.

Este trabajo se relaciona con la investigación planteada ya que muestra cómo debe estructurarse un plan de mantenimiento, desde la perspectiva del procesamiento de la información a través de enunciados claros, así como una descripción detallada de las acciones a ejecutar.

2.2. Bases Teóricas

En la actualidad, se han experimentado cambios intensos en cuanto a la gestión de mantenimiento, forzando a las mismas a ajustarse cada vez más a nuevas y complejas realidades. En vista de esta necesidad de adaptación, las metodologías de gestión de mantenimiento han tomado un lugar importante entre las prioridades de los diferentes complejos industriales, buscando nuevos conceptos que eviten las paradas no planeadas, logrando así respuestas satisfactorias, seguras y eficientes.

2.2.1. Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM)

El Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (MCC) o RCM (Reliability Centred Maintenance), fue creado inicialmente con el objetivo de mejorar la seguridad y la confiabilidad de los equipos de la industria de la aviación. A través de los años, ha sido empleado en diferentes áreas de trabajo con el propósito de formular estrategias de mantenimiento de activos físicos, en casi todos los países industrializados. (SAE, 2002)

El RCM se define como el proceso utilizado para determinar los requerimientos de mantenimiento de cualquier sistema dentro de su contexto de operación. Es un método paso a paso, que facilita determinar lo que se debe hacer para asegurar que un

activo físico continúe haciendo lo que los usuarios quieren que haga en su contexto operativo. (Macian, 1999)

2.2.2. Mantenimiento

El mantenimiento es descrito según Jiménez y Sánchez (2007) como: “todas aquellas labores que realiza el usuario durante la vida durante operativa de los equipos o sistemas para lograr que estén en estado de funcionamiento o para volverlos a ese estado”

Los principales objetivos del mantenimiento son asegurar la competitividad de la empresa por medio de:

- Optimización de la disponibilidad del equipo productivo.
- Disminución de los costos de mantenimiento.
- Optimización de los recursos humanos.
- Maximización de la vida de la máquina. (Molina, 2008)

2.2.3. Confiabilidad

La confiabilidad puede ser definida como la “confianza” que se tiene de que un componente, equipo o sistema desempeñe su función básica, durante un período de tiempo preestablecido, bajo condiciones estándares de operación.

La confiabilidad operacional, algunos autores la definen como la capacidad de una organización para cumplir sus funciones de manera óptima, durante un período de tiempo, bajo un contexto operacional específico (Mora, 2009). La confiabilidad operacional está determinada por la confiabilidad del equipo, la confiabilidad humana, la confiabilidad del proceso y la mantenibilidad (Altmann, 2009). La medida de la confiabilidad de un equipo es la frecuencia con la cual ocurren las fallas en el tiempo; si no hay fallas, el equipo es totalmente confiable; si la frecuencia de fallas es muy baja, la confiabilidad del equipo es aun aceptable; pero si la frecuencia de fallas es muy alta, el equipo es poco confiable (Bazovsky, 2004).

2.2.4. Mantenimiento Preventivo

Es un conjunto de actividades predeterminadas, planificadas y programadas, cuyo fin es evitar la ocurrencia de una falla en un activo tangible o intangible. (PDVSA, 2013). Es necesario resaltar que, según Nava (2006), el mantenimiento preventivo es definido como una técnica fundamental para las empresas en lo que se planea y programa, teniendo como objetivo aplicar el mantenimiento antes de que se presenten las fallas, bien sea cambiando partes o reparándolas y de esta forma reducir los gastos de mantenimiento.

Las inspecciones periódicas son de suma importancia para descubrir las condiciones que conducen a paros imprevistos y conservar la planta para anular los efectos anteriormente mencionados, detectar las fallas en su fase inicial y corregirlas en el momento oportuno. En el mantenimiento preventivo el equipo es intervenido, aun cuando no haya fallado.

2.2.5. Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo recurre al seguimiento del funcionamiento de las máquinas para determinar cuando y donde se puede producir el fallo y de este modo anticiparse y evitar su aparición (Rodríguez, 2008). Este tipo de mantenimiento se basa fundamentalmente en detectar una falla antes de que suceda, para dar tiempo a corregirla sin perjuicios al servicio, ni detención de la producción u operación, etc.

Estos controles pueden llevarse a cabo de forma periódica o continua, en función del tipo de equipos, sistema productivo, etc. Para ello se usan instrumentos de diagnóstico, aparatos y pruebas no destructivas, como por ejemplo:

- Análisis Vibracional.
- Análisis Ferrográfico.
- Termografía.
- Ensayo de Ultrasonido.
- Análisis Acústico.
- Pruebas Radiográficas.

- Análisis Espectrográfico de Aceite.
- Ensayos No Destructivos.

2.2.6. Mantenimiento Correctivo

Se llama mantenimiento correctivo a toda actividad que se realiza para restablecer un equipo o instalación cuando ha entrado en estado de fallo (Rodríguez, 2008). El objetivo de este tipo de mantenimiento consiste en llevar los equipos después de una falla a sus condiciones operativas, por medio de restauración, reemplazo de componentes o partes de equipos, debido a desgaste, daños o roturas. Según Prando (1996) el mantenimiento correctivo se clasifica en:

- No planificado: Es el mantenimiento de emergencia reparación de roturas. Debe efectuarse con urgencia ya sea por una avería imprevista a reparar lo más pronto posible o por una condición imperativa que hay que satisfacer (problemas de seguridad, de comunicación, de aplicación de normas legales, etc.).
- Planificado: Se sabe con antelación que es lo que debe hacerse, de modo que cuando se pare el equipo para efectuar la reparación, se disponga del personal, repuestos y documentos técnicos necesarios para realizarla correctamente.

2.2.7. Indicadores de Mantenimiento

Permiten valorar de una manera cuantitativa y objetiva la gestión que realiza el mantenimiento desde diferentes aspectos que son:

- Disponibilidad
- Fiabilidad
- Vida útil de la instalación
- Costo

Es indispensable calcular para poder evaluar si la gestión de mantenimiento funciona correctamente o si puede ser mejorada, la norma UNE-EN 15341 define tres categorías de indicadores que son:

- Indicadores económicos
- Indicadores técnicos
- Indicadores organizacionales

2.2.8. Planes de mantenimiento

Los planes de mantenimiento son un conjunto de operaciones tales como: inspecciones, reparaciones y mediciones específicas de los equipos y/o sistemas dirigidas a mantener en operación los sistemas en estudio. Estos planes además, también establecen la frecuencia con la que se llevan a cabo estas operaciones, los materiales a utilizar en las mismas y permiten la planificación y organización de dichas tareas (Duffuaa et al. 2007)

2.2.9. Planta concretera

Es una instalación utilizada para producir lotes de concreto, un lote es la suma de los componentes: agregados, cemento y agua (adicional se puede incluir aditivos o fibras de refuerzos), los componentes son dosificados en las proporciones adecuadas según el pedido requerido. Básicamente existen dos tipos de plantas de dosificación según el tipo de concreto que produce; el concreto seco y el concreto húmedo. Un concreto seco se refiere a que la planta donde se dosifica carece de un mezclador, la mezcla y la homogenización de los componentes se realiza en un camión revolvedor o mixer (IMCYC, 1991, p.19).

A diferencia de la planta de concreto seco la planta de producción de concreto húmedo incluye una mezcladora que es la encargada de homogenizar la mezcla de concreto. Según la movilidad de la planta se clasifican en plantas fijas y móviles. Las plantas fijas son instalaciones que tiene una localización fija, el diseño de la planta se diseña e instala con la idea de no ser trasladada a lo largo de su vida útil. Las plantas móviles son destinadas a trabajar en una obra o proyecto, después de la finalización del proyecto, la planta es desmontada, trasladada y ensamblada en otro lugar de trabajo. Además, la capacidad productiva de una planta se determina por la combinación de

detalles como: sistema de manejo de materiales, tamaño de los silos, tamaño de la mezcladora y la dosificación de los materiales.

2.2.10. Productividad

Carro y Gonzales (2012) especifican que la productividad implica la mejora del proceso productivo. La mejora significa una comparación entre la cantidad de recursos utilizados y la cantidad de bienes producidos. Por ende, la productividad es un índice que relaciona lo producido por un sistema (salidas o producto) y los recursos utilizados para generarlo (entradas o insumos). La productividad, en términos simples, es la relación entre los recursos utilizados y el trabajo producido en la obra. La productividad es un parámetro que se debe procurar mantener de manera continua y minuciosa, para el correcto manejo de los recursos y obtener el producto final en el tiempo correcto.

2.3. Bases legales

La siguiente es la principal norma que guarda relación con el desarrollo de la presente investigación:

2.3.1. Norma Venezolana COVENIN 2500-93. Manual para evaluar los sistemas de mantenimiento en la industria

Contempla un método cuantitativo para la evaluación de sistemas de mantenimiento en empresas manufactureras, para determinar la capacidad de gestión de la empresa en lo que respecta al mantenimiento industrial mediante el análisis y la calificación de los siguientes factores: organización de la empresa, organización de la función de mantenimiento; planificación, programación y control de las actividades de mantenimiento y por último la competencia del personal.

Las leyes y reglamentos que forman parte del contexto bajo el cual opera la empresa, también forman parte de estas bases puesto que son estas las guías a tomar en cuenta (en materia legal) al momento de planificar la ejecución de actividades de mantenimiento. De esta manera, este trabajo también está regulado por:

2.3.2. Norma Venezolana COVENIN 633:2001. Concreto premezclado y sus requisitos.

Esta norma establece las especificaciones y métodos de prueba que se deben cumplir en el concreto premezclado y en su elaboración, dosificado en masa, utilizado como material de construcción, entregado en estado fresco y sin endurecer a pie de obra. Los requerimientos de calidad del concreto deben ser los allí especificados o como los especifique el comprador. Esta norma no cubre la colocación, compactación, curado o protección del concreto después de su entrega al comprador.

2.3.3. Norma ISO 14224. Industrias del petróleo, petroquímica y gas natural – Recolección e intercambio de data de confiabilidad y mantenimiento para equipos.

Esta norma internacional brinda una base para la recolección de datos de Confiabilidad y Mantenimiento en un formato estándar para las áreas de perforación, producción, refinación transporte de petróleo y gas natural, con criterios que pueden extenderse a otras actividades e industrias. Sus definiciones son tomadas del RCM.

Presenta los lineamientos para la especificación, recolección y aseguramiento de la calidad de los datos que permitan Cuantificar la Confiabilidad de los Equipos y compararla con la de otros de características similares.

Si bien la norma está orientada al registro de fallas, son de gran importancia las posibilidades de aplicación que presenta para definir los límites y jerarquía de los equipos de operación, como también la calificación de la jerarquía de las Fallas. Parte desde el Modo de Falla, (perdida de la función) hasta el detalle de la Causa de Falla y el componente que provoca el evento.

2.4. Definición de términos

- **Análisis de fallas**

Según Mc Kenna (1997:45) citado por Villarroel (2014) el análisis de falla se define como “la recopilación, análisis, revisión y clasificación de las fallas para

determinar tendencias e identificar su bajo rendimiento de partes y componentes de un sistema”.

- **Detección de fallas en el mantenimiento**

Según Duffua et al. (2004) la detección de fallas en el mantenimiento es una evaluación que se lleva a cabo para conocer las eventuales fallas que se pueden presentar dentro del proceso de mantenimiento.

- **Equipo o sistema**

Es un objeto compuesto cuyos componentes se relacionan con al menos algún otro componente; puede ser material o conceptual. (Larousse, 1996)

- **Falla**

Según la norma COVENIN 3049 (1993:4) define la falla “como un evento no previsible, inherente a los sistemas productivos que impide que estos cumplan función bajo condiciones establecidas o que no la cumplan”.

- **Periodo de vida de un equipo**

Se divide en tres etapas, que representan su comportamiento en cuanto a la rata de fallas de estos:

- Periodo de arranque (Vida Infantil):
- Periodo de operación normal (Vida Útil):
- Periodo de desgaste (obsolescencia)

- **Gestión de mantenimiento**

Bupe (2015) señala a la Gestión de Mantenimiento como el conjunto y combinación de todas las actividades administrativas y técnicas requeridas para mantener equipos, las instalaciones y otros activos físicos en condición de funcionamiento deseado o restaurarlos a su condición original.

Cuadro 1: Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Sub Dimensiones	Operacionalización	
				Indicadores	Tipo de variable
Mantenimiento centrado en confiabilidad	Es un concepto de mantenimiento basado en la confiabilidad de sistemas que pretende garantizar que los sistemas continúen haciendo lo que el usuario requiere.	Confiabilidad	Tiempo de paradas	TPPF	Numérica razón
			Fallas	Frecuencia de las fallas	
		Mantenibilidad	Mano de Obra	Tiempo medio de reparación	
		Disponibilidad	Tiempo de servicio	Productividad	Numérica razón
Estado actual de maquinarias	Análisis realizado a la maquinaria para determinar situaciones y tendencias	Datos técnicos de equipos	Características del equipo	Fichas técnicas	Categórica ordinal
		Diagnóstico	Condiciones de los equipos	Eficiencia	Numérica razón
Taxonomía de equipos	Clasificación sistemática de equipos o sistemas en grupos genéricos basada en sus características comunes	Normas ISO 14224	Recolección de datos	Taxonomía equipos-sistema	Categórica ordinal
		Sistemas de información	Jerarquía de equipos		
			Codificación de fallas de equipos		
			Codificación de tipo de mantenimiento		
Plan de mantenimiento	Conjunto de intervenciones u operaciones preventivas que se deben realizar en los equipos	Sistema	Condición del sistema	Eficiencia	Numérica razón
		Funcionamiento	Fiabilidad	Tasa de fallos	
		Optimización de los equipos	Mantenimiento Preventivo	Tasa de realización de actividades	
			Mantenimiento Predictivo		
			Mantenimiento Correctivo		

Cont. de Cuadro 1: Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Sub Dimensiones	Operacionalización	
				Indicadores	Tipo de variable
Análisis de la propuesta	Búsqueda de significado al resultado de la investigación, dándole significado sociológico y así realizar algún aporte sobre el problema planteado	Técnico	Condiciones de los equipos	Eficiencia	Numérica razón
		Operativo	Tiempo de operación	Productividad	
		Económico	Costos	Rentabilidad	
		Ambiental	Impacto ambiental	Sostenibilidad	Categorica ordinal

Fuente: Negrinho, P. (2021).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo de Investigación

Según Balestrini (2002), los proyectos factibles son aquellos proyectos o investigaciones que proponen la formulación de modelos, sistemas u otros, que dan soluciones a una realidad o problemática real planteada, la cual fue sometida con anterioridad o estudios de las necesidades a satisfacer.

Un proyecto factible, de acuerdo con Hurtado (2007), consiste en la elaboración de una propuesta, un plan, un programa o un modelo, como solución a un problema o necesidad de tipo práctico, ya sea de un grupo social, institución o región geográfica, en un área particular del conocimiento, a partir de un diagnóstico preciso de las necesidades del momento, los procesos explicativos o generadores involucrados y de las tendencias futuras, es decir, con base en los resultados de un proceso investigativo.

De lo mencionado anteriormente, se puede distinguir que la presente investigación es un proyecto factible, por cuanto consiste en elaborar una propuesta de un plan de mantenimiento basado en confiabilidad para los equipos de la empresa Concretos los Llanos C.A., de acuerdo al diagnóstico preciso de las necesidades del momento.

3.2. Diseño de la investigación

De acuerdo a Arias (2006), “La investigación de campo es aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variables algunas”, de acuerdo a este concepto, esta es una investigación de campo, debido a que se hizo la recolección de información directamente en la planta concretera, es decir, datos reales en campo e historial de fallas, sin la manipulación de las variables. Además, según Hurtado (2007) afirma que una revisión documental es una técnica en donde se recolecta información escrita sobre un determinado tema, teniendo como fin

proporcionar variables que se relacionan indirectamente o directamente con el tema establecido, vinculando esta relaciones, posturas o etapas, en donde se observe el estado actual de conocimiento sobre ese fenómeno o problemática existente; este concepto también aplica a la presente investigación puesto que se hace referencia a información otorgada por la empresa Concretos los Llanos C.A.

Para este Trabajo Especial de Grado la estrategia general para la recolección y desarrollo de la información en función de los objetivos propuestos está dirigida a un diseño de campo no experimental. En el marco de este estudio los datos se tomaran directamente en el sitio de trabajo de los sujetos de estudio. Al respecto Sabino (1992) expresa: “En los diseños de campo, los datos de interés se recogen en forma directa de la realidad, mediante el trabajo concreto del investigador y su equipo. Estos datos, obtenidos directamente de la experiencia empírica, son llamados primarios”

3.3. Nivel de la investigación

Citando de nuevo a Balestrini (2002), los proyectos descriptivos, describen con mayor precisión las singularidades de una realidad estudiada, destacando el contenido de los objetivos y requerimientos de un esquema de investigación con un grado de confiabilidad. De la misma manera, para Arias (2006), la investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo con el fin de establecer su estructura o comportamiento.

En este sentido, el presente trabajo se ubica en la modalidad de proyecto descriptivo, puesto que caracteriza las fallas en los equipos y los efectos que estas fallas pueden generar, en los operarios y en el sistema productivo para así determinar las acciones de mantenimiento que se deben ejecutar para eliminar estos efectos y determinar también las frecuencias más óptimas en la aplicación de las tareas de mantenimiento.

3.4. Población y muestra

Tamayo y Tamayo (2003), destaca el siguiente concepto de población: “Representa la totalidad de un fenómeno de estudio; incluye la totalidad de unidades de análisis o entidades de población que integran dicho fenómeno y que debe

cuantificarse para un determinado estudio integrando conjunto N de entidades que participan de una determinada característica, y se le denomina población por constituir la totalidad del fenómeno adscrito a un estudio o investigación”. Partiendo del concepto antes citado, la población relacionada con la presente investigación estará conformada por todos los equipos que conforman la planta concretera en Concretos los Llanos C.A.

De la misma manera, Tamayo y Tamayo (2003), define la muestra como: "el conjunto de operaciones que se realizan para estudiar la distribución de determinados caracteres en totalidad de una población universo, o colectivo partiendo de la observación de una fracción de la población considerada". En la presente investigación el tipo de muestra será no probabilística intencional; que según el mismo autor se define como una técnica en la que “el investigador selecciona los elementos que a su juicio son representativos, lo cual exige al investigador un conocimiento previo de la población que se investiga para poder determinar cuáles son las categorías o elementos que se pueden considerar como tipo representativo del fenómeno que se estudia”. En el marco de la presente investigación la muestra estará conformada por los equipos bajo los criterios de evaluación y análisis según la norma ISO 14224.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según Arias (2006) “se entenderá por técnica, el procedimiento o forma particular de obtener datos o información”. Igualmente, una técnica conduce a la obtención de información, la cual debe ser guardada y los datos pueden ser recuperados, procesados, analizados e interpretados posteriormente. En el mismo orden de ideas, a través de las técnicas de recolección de datos se obtendrá toda la información necesaria para alcanzar los objetivos de la investigación.

Los instrumentos de recolección de datos son documentos o soportes que admiten reconocer las informaciones recabadas. Según explica Tamayo (2003) estos instrumentos deberán ser estructurados de acuerdo al tipo de investigación adoptado y cumplir con los requisitos fundamentales de validez y confiabilidad.

En tal sentido, la presente investigación utilizó la técnica de observación directa mediante la aplicación de un instrumento de recolección de datos tipo entrevista semi-

estructurada, con el fin de obtener mayor información por parte de los entrevistados. Asimismo, la observación directa estuvo presente, ya que se interactuó con los entrevistados y con su entorno.

3.5.1. Observación directa

Según Tamayo (2003), la observación directa es aquella en la cual el investigador puede observar y recoger datos mediante su propia observación. Por su parte, Méndez (2007) describe la observación directa como el proceso mediante el cual se perciben deliberadamente ciertos rasgos existentes en la realidad. En este caso, para plantear los planes de mantenimiento, se utiliza la observación directa de los procesos de funcionamiento de los equipos que forman parte del sistema productivo para la elaboración de concreto premezclado.

3.5.2. Entrevistas semi-estructuradas

Se trata de una conversación orientada hacia un objetivo definido: recoger, a través de preguntas al informante, datos para la investigación (Cervo, 1989). En el caso concreto de la presente investigación, se optó por un instrumento de entrevista tipo semiestructurada, de la cual señala Arias (2006), se trata del procedimiento o forma particular de obtener datos o información. De esta manera, se emplea como instrumento para registrar la observación participante, entendida como las percepciones de la investigación sobre el grupo de estudio.

Para Tamayo (2003) la entrevista semiestructurada, es considerada como un instrumento compuesto por un guion de preguntas, cuyas interrogantes pueden ser modificadas o adaptadas a situaciones y características particulares de los sujetos informantes, este tipo de instrumento no se cuantifica matemáticamente, sino que toma como valor real los significados otorgados por los entrevistados.

En tal sentido, guión de la entrevista fue estructurado en función a los objetivos específicos y la operacionalización de las variables (ver cuadro 2), de manera tal, que se pudo aprovechar oportunamente los planteamientos de los expertos, aun cuando no se consideran estos previamente en los ítems formulados

Cuadro 2: Guion de entrevista semiestructurada

RESULTADOS DE LA ENTREVISTA		
Objetivos específicos	Experto:	Fecha:
	PREGUNTAS	RESPUESTAS
Diagnosticar la situación actual de la maquinaria y equipos involucrados en el proceso de elaboración de concreto premezclado de la empresa	¿Qué entiende usted por gestión de mantenimiento?	
	¿Cómo describiría usted el estado físico actual de los equipos involucrados en el proceso productivo de concreto premezclado?	
	Cuando un equipo ha fallado, ¿cómo considera usted que ha sido la velocidad de respuesta del departamento de mantenimiento para corregir la falla en el mismo?	
Elaborar la taxonomía equipos-sistema de premezclado en función a la norma ISO 14244	Al presentarse más de una falla en un equipo involucrado en el proceso productivo, ¿Podría usted mencionar cuales son los criterios de priorización que utilizan para realizar el mantenimiento correctivo?	
Diseñar un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad a la maquinaria y equipos involucrados en el proceso de elaboración de concreto premezclado de la empresa	¿Qué comprende usted por mantenimiento centrado en confiabilidad?	
	¿Cuáles son los planes y estrategias actuales utilizados en el mantenimiento de equipos de un proceso productivo?	
	¿Cuáles labores de mantenimiento preventivo practica usted sobre los equipos involucrados en el proceso productivo de concreto premezclado?	

Fuente: Negrinho, P (2021)

3.6. Fases metodológicas

A continuación se describen las fases que serán utilizadas para presentar el plan de mantenimiento centrado en confiabilidad para la maquinaria de la empresa Concretos los Llanos C.A. Este punto comprende los pasos a seguir para obtener la información requerida para la investigación, se presenta la metodología utilizada para el desarrollo de cada fase y por ende para el cumplimiento de cada objetivo.

Fase I: Diagnostico la situación actual de la maquinaria y equipos involucrados en el proceso de elaboración de concreto premezclado de la empresa Concretos Los Llanos, C.A.

Se realizaron entrevistas semiestructuradas al personal (operadores y supervisores) encargados del mantenimiento, que permitan obtener información relativa a la situación del estudio. Mediante la observación directa de los diferentes equipos, se constataron las condiciones en las cuales se operan los equipos asociados.

Fase II: Elaborar la taxonomía de equipos-sistema de premezclado en función a la norma ISO 14224

Se establecieron criterios en base a la norma ISO 14224 visualizando el esquema de recolección de datos, para agrupar a los equipos en niveles taxonómicos relacionándolos con el uso, localización y subdivisión de los mismos. De esta manera, se proporcionó un marco adecuado para que la empresa estructure datos en un sistema de información y facilite la clasificación de sus equipos de producción.

Fase III: Diseño de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad a la maquinaria y equipos involucrados en el proceso de elaboración de concreto premezclado de la empresa Concretos Los Llanos, C.A.

En esta etapa, se definieron de forma detallada aquellos procesos y actividades que conforman el plan de mantenimiento centrado en confiabilidad en el proceso de elaboración de concreto premezclado de la empresa Concretos Los Llanos, C.A.

Fase IV: Realizar el análisis técnico, operativo, económico y ambiental de la propuesta mediante indicadores de rendimiento.

Conocido de forma detallada el problema objeto de estudio y con la información recolectada, debidamente documentada y tabulada en las fases anteriores, se procedió con el análisis de dicha información por medio de indicadores de rendimiento aplicados a las áreas mencionadas.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

En este capítulo se desarrollan los pasos necesarios y descritos en el capítulo 3, y que permiten lograr alcanzar los objetivos específicos que se plantearon en el capítulo 2, y que a su vez conducen a desarrollar el objetivo general, como es, “Proponer un plan de mantenimiento centrado en confiabilidad para los equipos involucrados en el proceso de elaboración de concreto premezclado de la empresa Concretos Los Llanos, C.A.”. Además en este capítulo se presenta el plan de mantenimiento preventivo y se dan las conclusiones y recomendaciones.

4.1. Diagnosticar la situación actual de la maquinaria y equipos involucrados en el proceso de elaboración de concreto premezclado de la empresa Concretos Los Llanos, C.A.

Concretos Los Llanos es una empresa ubicada en San Carlos, Cojedes. Sobre la información técnica y general, se trata de una empresa que tiene como producto elaborado el concreto premezclado, agregados y productos derivados para la industria de la construcción, enfocamos nuestra gestión de negocio en estándares de calidad y servicio, que busca siempre la satisfacción del cliente.

Fue fundada en el año 2009, con aniversario específico el 21 de diciembre en San Carlos, Cojedes. Nace tras la unión de dos compañías: la Primera Planta de Concreto de la región y la principal empresa constructora del Estado, juntas, suman 60 años de experiencia en el sector de la construcción, incorporados en la creación de Concretos los Llanos, con el objetivo de fortalecer la calidad de sus productos y servicios.

Cuenta con una planta ubicada en la Zona Industrial de San Carlos Municipio Ezequiel Zamora, Estado Cojedes. Dispone de una capacidad de almacenamiento de 150 TM y cubre la demanda de municipios aledaños como Rómulo Gallegos, Lima Blanco, José Laurencio Silva, Ricaurte y Girardot.

La empresa Concretos los Llanos C.A. tiene un proceso de manufactura que en las mejores condiciones es capaz de producir 12000 metros cúbicos anuales de concreto premezclado, que además cuenta con 25 trabajadores, datos suministrados por el departamento de recursos humanos de la empresa.

Aunque cabe destacar que Concretos Los llanos C.A. como organización estructurada realiza mantenimientos a sus maquinarias, herramientas, sistemas e instalaciones con el fin de intervenir y prevenir o corregir accidentes, la realidad es que en su mayoría las paradas son correctivas, lo cual involucra costos directos, indirectos, generales, de tiempos perdidos y de posponer el mantenimiento, puesto a que en muchos casos por no poseer los elementos para que este se dé a tiempo, muchas veces debe postergarse.

El proceso productivo de la empresa se puede expresar de manera resumida mediante el siguiente diagrama de flujo (ver gráfico 2), en él se señalan las distintas etapas que conforman dicho proceso. Al mismo tiempo, las fotografías de los equipos en su condición actual fueron agregadas a esta investigación en el plan de mantenimiento.

Esta empresa cuenta con 4 etapas de del proceso productivo:

Preventa: El ciclo inicia con la atención al cliente y confirmación de la venta para su posterior registro en el sistema. Llegados a este punto se procede a hacer una inspección del terreno junto con recomendaciones de expertos en el tema

Producción: En esta empresa existen tres tipos de concreto:

- Normales: Con piedra picada y pueden contener fibras
- Compactos: Con grava y pueden contener fibras
- Morteros: A pedido del cliente

Y a su vez, dos tipos de aditivos:

Impermeable (Stearox-L)

Reductor de agua (Rheobuild 561).

La producción se encuentra representada en el siguiente diagrama

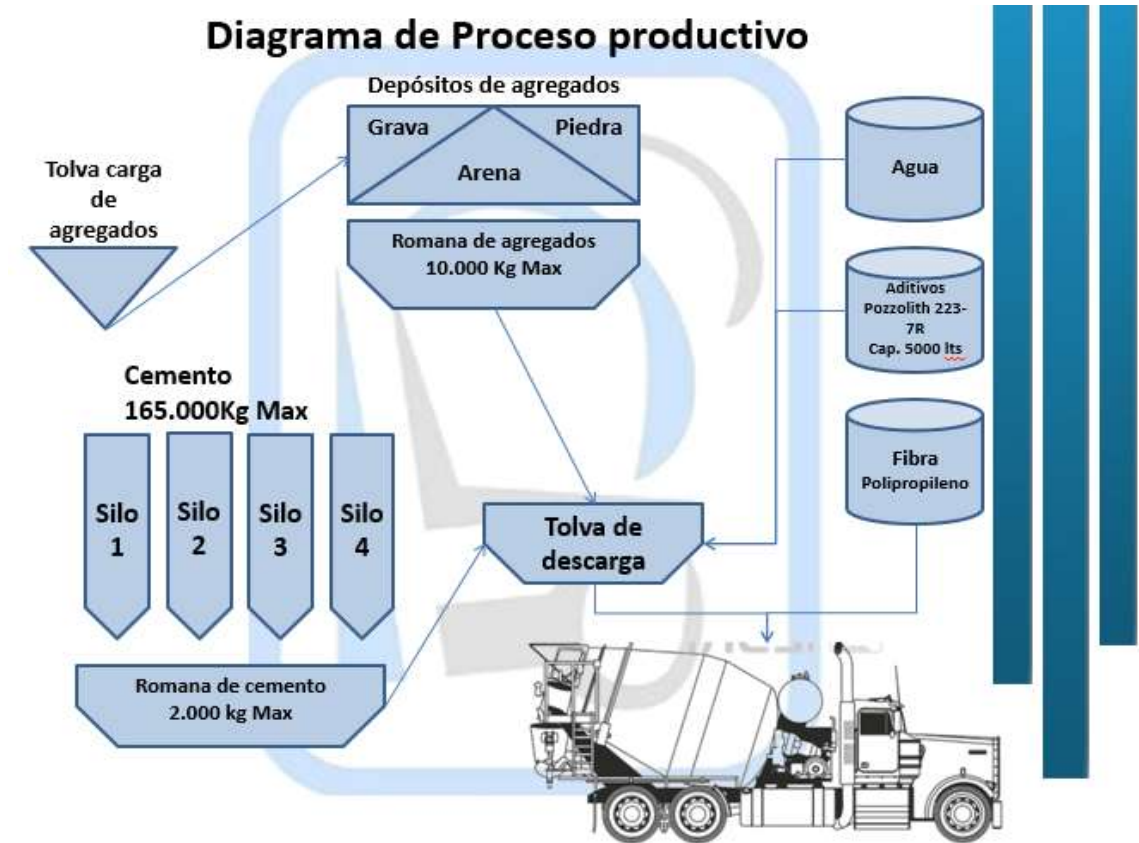


Gráfico 2: Diagrama de proceso productivo

Fuente: Departamento de gerencia de Concretos Los Llanos C.A.

Control de calidad: El control de calidad se divide en:

Inspección y control de agregados:

Granulometría de agregados (COVENIN 255): Determina que los agregados permanezcan dentro de los parámetros máximos y mínimos recomendados por la norma mediante la toma de muestra, cuarteo y tamizado.

Colorimetría de arena (COVENIN 256): Comprueba que la arena no tenga cantidad perjudicial de impurezas orgánicas por medio del patrón Gardner.

Muestreo del concreto:

Asentamiento por el método del “cono de Abrams” (COVENIN 339): Verifica la resistencia y corrige errores de diseño o producción.

Cilindros de concreto (COVENIN 338): Comprueba la resistencia a través de ensayos.

Postventa: La empresa garantiza la calidad, para lo que ofrece un amplio servicio postventa.

También es relevante para este trabajo de investigación mencionar la misión, visión y valores de la empresa:

Misión: Producir y distribuir concreto premezclado manteniendo su compromiso por ser una empresa eficiente en la construcción de proyectos, con capital humano de alto desempeño, orientado a la satisfacción del cliente.

Visión: Satisfacer las necesidades de los clientes accionistas, trabajadores y proveedores a través del producto y de la gestión del negocio, dramatizando los más altos estándares de calidad, eficiencia y competitividad con la mejor relación, precio, valor, alta rentabilidad y crecimiento sostenidos.

Valores:

- **Ética:** En concreto Los Llanos C.A. se sienten comprometidos con el país y con la sociedad en general, por lo cual en todos los niveles de la organización promueven el desempeño eficiente y la calidad de los productos en beneficio del desarrollo Nacional.
- **Responsabilidad:** En concreto Los Llanos C.A., se cumple con los compromisos y obligaciones, con los clientes dando solución a sus necesidades eficazmente, garantizando y respaldando la calidad de los productos.

Se establece la Gestión del Mantenimiento como parámetro de referencia para evaluar, a través, de la supervisión de: la planificación, ejecución y control, el conjunto de actividades propias de la función, que permiten el uso efectivo y eficaz de los recursos con que cuenta la organización, para alcanzar los objetivos que satisfacen los requerimientos de los diferentes grupos de interés, cuyo objetivo básico consiste en incrementar la disponibilidad de los equipos, partiendo de la ejecución de los mismos,

mediante las mejoras incrementales a bajo costo, para ser competitivo, logrando que funcionen de forma eficiente y confiable dentro de un contexto de operación.

4.1.1 Observación Directa

Se han detectado factores de riesgo significativos que determinan como muy posible la generación de fallas, por lo que precisan ser corregidos los cuales fueron determinados mediante la siguiente ficha de chequeo:

Cuadro 3: Criterios de observación

N°	OBSERVACIONES	CRITERIOS		
		Muy deficiente	Deficiente	Aceptable
1	¿Se cuenta con registro de costos del mantenimiento?		X	
2	¿Se dispone de un adecuado presupuesto para el mantenimiento de equipos productivos?	X		
3	¿Se ejecutan capacitaciones relacionadas con seguridad y salud del mantenimiento?			X
4	¿Se calculan indicadores de productividad en mantenimiento?		X	
5	¿Se exigen competencias y habilidades para el personal del mantenimiento?			X
6	¿El sistema dispone de módulos de registro de órdenes de trabajo y de programación de tareas?	X		
7	¿Se asignan tiempos y recursos para la capacitación en mantenimiento del personal?	X		

Fuente: Negrinho, P. (2021)

4.1.2 Entrevista Semiestructurada

Posteriormente, se aplicó una entrevista semiestructurada aplicada a un panel conformado por tres (03) expertos (ver cuadro 4) que se encuentran a cargo de los sistemas que intervienen en diferentes zonas de la planta de la elaboración de concreto premezclado y que tienen constante relación con el área de mantenimiento, utilizando para ello el guion de entrevistas compuestas por siete (07) interrogantes especificadas en el cuadro 3, que sirvieron como instrumento de recolección de datos.

Cuadro 4: Expertos a entrevistar

N°	Nombre y Apellido	Cargo
1	Darwin Morales	Supervisor de producción
2	Luis Herrera	Coordinador de producción de agregados
3	Dionisio Borregales	Director general

Fuente: Negrinho, P. (2021)

Cuadro 5: Entrevista estructurada N°1

RESULTADOS DE LA ENTREVISTA		
N°	Experto: Darwin Morales	Fecha: 03/12/2021
	PREGUNTAS	RESPUESTAS
1	¿Qué entiende usted por gestión de mantenimiento?	Es una planificación que realiza una empresa para resolver los problemas que se puedan presentar en los equipos.
2	¿Cómo describiría usted el estado físico actual de los equipos involucrados en el proceso productivo de concreto premezclado?	Tenemos una planta muy actualizada y los equipos se encuentran en buen estado y facilitan mucho el trabajo.
3	Cuando un equipo ha fallado, ¿cómo considera usted que ha sido la velocidad de respuesta del departamento de mantenimiento para corregir la falla en el mismo?	Tratamos de resolver en el momento, la respuesta siempre se intenta que sea inmediata.
4	Al presentarse más de una falla en un equipo involucrado en el proceso productivo, ¿Podría usted mencionar cuales son los criterios de priorización que utilizan para realizar el mantenimiento correctivo?	Tratamos de atender todas al mismo tiempo, sin embargo, cuando no es posible, atendemos la de mayor relevancia en el proceso.
5	¿Qué comprende usted por mantenimiento centrado en confiabilidad?	No he escuchado nada sobre este concepto.
6	¿Cuáles son los planes y estrategias actuales utilizados en el mantenimiento de equipos de un proceso productivo?	Actualmente, no tenemos planes establecidos oficialmente, más si se practica el mantenimiento preventivo de manera empírica.
7	¿Cuáles labores de mantenimiento preventivo practica usted sobre los equipos involucrados en el proceso productivo de concreto premezclado?	Las principales tareas como lo son las de engrase y verificación de niveles de lubricante.

Fuente: Negrinho, P (2021)

Cuadro 6: Entrevista estructurada N°2

RESULTADOS DE LA ENTREVISTA		
N°	Experto: Luis Herrera	Fecha: 03/12/2021
	PREGUNTAS	RESPUESTAS
1	¿Qué entiende usted por gestión de mantenimiento?	Lo ejecutado y planificado en cuanto a mantenimiento de los equipos y maquinaria.
2	¿Cómo describiría usted el estado físico actual de los equipos involucrados en el proceso productivo de concreto premezclado?	Óptimo.
3	Cuando un equipo ha fallado, ¿cómo considera usted que ha sido la velocidad de respuesta del departamento de mantenimiento para corregir la falla en el mismo?	Inmediata.
4	Al presentarse más de una falla en un equipo involucrado en el proceso productivo, ¿Podría usted mencionar cuales son los criterios de priorización que utilizan para realizar el mantenimiento correctivo?	Según el lugar que ocupe el equipo en la línea de producción.
5	¿Qué comprende usted por mantenimiento centrado en confiabilidad?	La confiabilidad del equipo se mantiene haciendo los mantenimientos en el tiempo adecuado.
6	¿Cuáles son los planes y estrategias actuales utilizados en el mantenimiento de equipos de un proceso productivo?	Se hace mantenimiento semanal, y según sea necesario.
7	¿Cuáles labores de mantenimiento preventivo practica usted sobre los equipos involucrados en el proceso productivo de concreto premezclado?	Engrase y sustitución de piezas.

Fuente: Negrinho, P (2021)

Cuadro 7: Entrevista estructurada N°3

RESULTADOS DE LA ENTREVISTA		
N°	Experto: Dionisio Borregales	Fecha: 03/12/2021
	PREGUNTAS	RESPUESTAS
1	¿Qué entiende usted por gestión de mantenimiento?	Debe ser un programa muy ligado a las recomendaciones de los fabricantes.
2	¿Cómo describiría usted el estado físico actual de los equipos involucrados en el proceso productivo de concreto premezclado?	Son equipos que ya van perdiendo su vida útil pero que siguen prestando el servicio.
3	Cuando un equipo ha fallado, ¿cómo considera usted que ha sido la velocidad de respuesta del departamento de mantenimiento para corregir la falla en el mismo?	Inmediata.
4	Al presentarse más de una falla en un equipo involucrado en el proceso productivo, ¿Podría usted mencionar cuales son los criterios de priorización que utilizan para realizar el mantenimiento correctivo?	Se intentan reparar simultáneamente.
5	¿Qué comprende usted por mantenimiento centrado en confiabilidad?	Va ligado a la vida útil de los equipos.
6	¿Cuáles son los planes y estrategias actuales utilizados en el mantenimiento de equipos de un proceso productivo?	En cuanto a mantenimiento preventivo solo atendemos cambio de lubricación y filtros, el resto se trata con mantenimiento correctivo.
7	¿Cuáles labores de mantenimiento preventivo practica usted sobre los equipos involucrados en el proceso productivo de concreto premezclado?	La supervisión de los cambios de aceite.

Fuente: Negrinho, P (2021)

De las entrevistas realizadas a los expertos en cuestión se obtuvo los siguientes resultados en cada una de las preguntas:

Pregunta N°1

Los expertos consultados en el tema estuvieron de acuerdo, en que la gestión de mantenimiento es una planificación en cuanto a mantenimiento de los equipos y maquinaria, muy ligada a las recomendaciones de los fabricantes.

Pregunta N° 2

En cuanto al estado físico actual de los equipos involucrados en el proceso productivo de concreto premezclado, existieron distintos puntos de vista, dos de los entrevistados aseguraron que los equipos se encuentran actualizados y en óptimas condiciones, mientras que el tercero señaló que los equipos van perdiendo su vida útil pero siguen prestando el servicio.

Pregunta N° 3

Los expertos afirmaron que la velocidad de respuesta del departamento de mantenimiento para corregir las fallas es inmediata.

Pregunta N° 4

Al presentarse más de una falla se intentan atender simultáneamente, de no ser posible, se atienden según el nivel de prioridad del equipo en la línea de producción.

Pregunta N° 5

El primer experto aseveró no haber escuchado del término mantenimiento centrado en confiabilidad anteriormente, el segundo indicó que la confiabilidad del equipo se mantiene haciendo los mantenimientos en el tiempo adecuado, por su parte, el tercer experto considera que el mantenimiento centrado en confiabilidad va ligado a la vida útil de los equipos.

Pregunta N° 6

Por lo que se refiere a los planes de mantenimiento actuales ejecutados en la empresa, no existen planes establecidos oficialmente, más si se practican ciertas actividades de mantenimiento preventivo como por ejemplo la lubricación semanal, de modo que el resto es atendido mediante mantenimiento correctivo.

Pregunta N° 7

Los primeros dos expertos practican ciertas actividades de mantenimiento en sus respectivas áreas, por otra parte el tercer experto se encarga únicamente de la supervisión.

En consecuencia, mediante la observación directa y entrevistas estructuradas con los gerentes en la planta se pudo constatar que la limitación en la cadena de suministros (materia prima, insumos y repuestos) amenaza constantemente la continuidad de las operaciones, afectando el oportuno mantenimiento de las unidades productivas y de generación de energía.

El área donde se centró esta investigación fue en los equipos directamente involucrados en el proceso de elaboración del concreto premezclado, mediante la observación directa se evidencio que existen 5 zonas fundamentales para la presente investigación (ver cuadro 8).

Cuadro 8: Distribución de los equipos y zonas de la planta

Distribución de los equipos y zonas de la planta		
Zonas	Equipos	Componentes
Recepción de agregados	Tolva de recepción	Motor vibrador
	Transportador de alimentación	Banda transportadora de 4 lonas de 23"
		Rodillos estacionarios superiores (20 unid)
		Rodillos estacionarios inferiores (10 unid)
		Motor (1 unid)
		Reductor(1 unid)
Recepción de cemento	Compresor-soplador para descarga de cemento	Motor 30 hp
		Cabezote de 2 pistones
		Correas (3 unid)
		Tablero de control
		Tubería de 14 m y mangueras
Distribución de los agregados	Tolva distribuidora	Gatos neumáticos (2 unid)
Pesaje	Romana de pesaje de agregados	Gato neumático (4 unid)
		Motor vibrador (1 unid)
	Romana de pesaje de cemento	Gato neumático (4 unid)
		Motor vibrador (1 unid)
		Válvula de descarga (1 unid)
		Aireadores

Cont. Cuadro 8: Distribución de los equipos y zonas de la planta

Distribución de los equipos y zonas de la planta		
Zonas	Equipos	Componentes
Carga	Camiones Mack Mezclador de Hormigones (07 unidades)	Bomba hidráulica
		Hélices (derecha e izquierda)
		Canaleta de descarga
		Gato hidráulico
		Depósito de agua cap. 400 l
Uso general	Compresor general de la planta	Motor de 220-440v, 5-3 hp
		Cabezote
		Tanque cap. 60 galones
		Unidad de mantenimiento
		Manómetro

Fuente: Departamento de mantenimiento de Concretos los Llanos C.A. Adaptado por: Negrinho, P (2021)

Uno de los problemas que se enfrenta en el área de mantenimiento es la baja disponibilidad de los equipos anteriormente mencionados. Esto trascendió en un descontrol en los costos de mantenimiento, los cuales se elevaron considerablemente.

A continuación, se muestra los indicadores para dichos equipos, datos que se obtuvieron del departamento de mantenimiento de la empresa (ver cuadro 9).

Cuadro 9: Indicadores de mantenimiento en los equipos involucrados en el proceso de elaboración de concreto premezclado

INDICADORES DE MANTENIMIENTO								
Equipos involucrados en el proceso de elaboración de concreto premezclado de la empresa Concretos Los Llanos C.A.								
Año	Mes	Horas totales de operación	Horas de paradas por mantenimiento	Número de reparaciones efectuadas	Disponibilidad ejecutada (%)	Disponibilidad meta (%)	TPPF ejecutado (Horas)	TPPF meta (Horas)
2020	Enero	28	4	1	85,71	95	28,0	50
	Febrero	80	6	4	92,50	95	20,0	50
	Marzo	92	11	6	88,04	95	15,3	50
	Abril	88	7	4	92,05	95	22,0	50
	Mayo	84	6	3	92,86	95	28,0	50
	Junio	88	8	4	90,91	95	22,0	50
	Julio	80	7	2	91,25	95	40,0	50
	Agosto	88	10	6	88,64	95	14,7	50
	Septiembre	88	8	3	90,91	95	29,3	50
	Octubre	80	7	4	91,25	95	20,0	50
	Noviembre	88	9	5	89,77	95	17,6	50
	Diciembre	40	5	2	87,50	95	20,0	50

Fuente: Departamento de mantenimiento de Concretos los Llanos C.A. Adaptado por: Negrinho, P (2021)

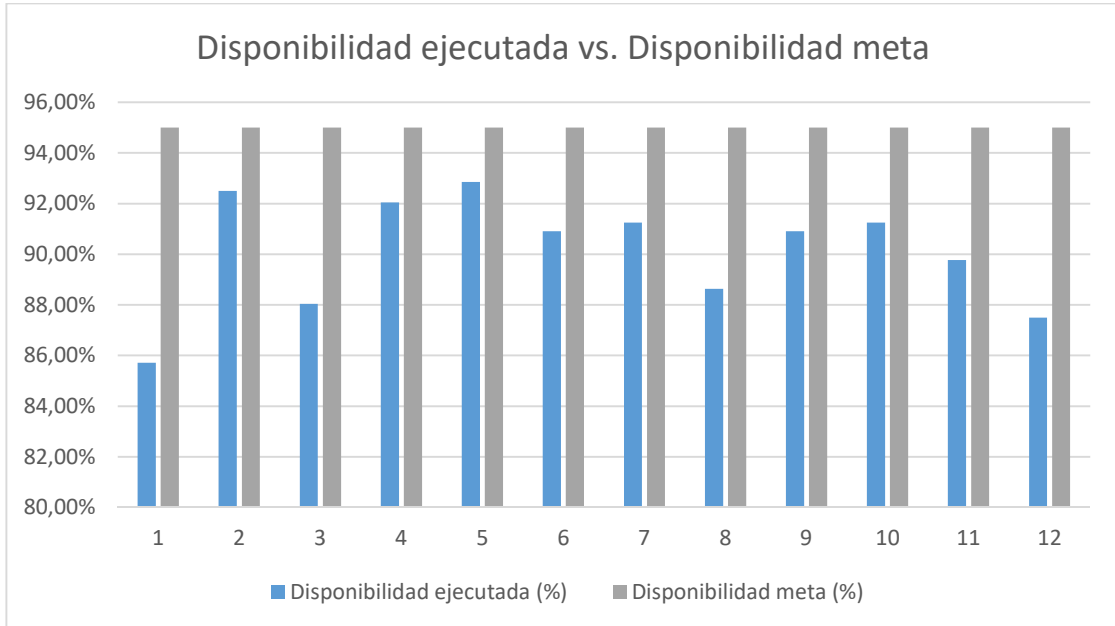


Gráfico 3: Disponibilidad ejecutada vs. Disponibilidad meta

Fuente: Departamento de mantenimiento de Concretos los Llanos C.A.

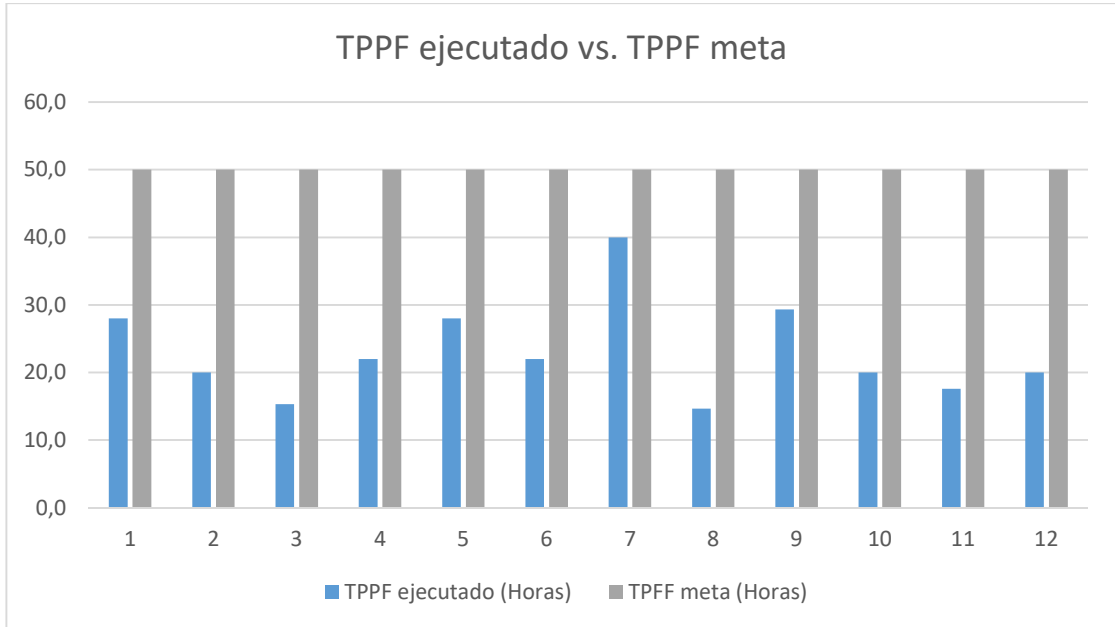


Gráfico 4: TPPF ejecutado vs. TPPF meta

Fuente: Departamento de mantenimiento de Concretos los Llanos C.A.

4.2. Elaborar la taxonomía de equipos-sistema de premezclado en función a la norma ISO 14224.

Entre las metodologías para la jerarquización de activos físicos que se postularon entre 1970 al 2017, destaca la “Taxonomía” descrita en la norma ISO – 14224:2016. Actualmente es la técnica utilizada para la clasificación de las instalaciones en niveles taxonómicos relacionados con el uso y subdivisión de equipos. En la norma ISO – 55000:2014 “Gestión de Activos – Aspectos generales, principios y terminología”, en su apartado, 2.5 A, se menciona lo siguiente: Una taxonomía efectiva, “puede ser una característica del sistema de gestión de activos porque permite dar una visión técnica y financiera integrada de los activos y sistemas de activos. Esto beneficia las funciones del departamento de finanzas”. También hay que mencionar, que a través de la aplicación de la taxonomía en las instalaciones industriales se apoya el proceso de tener “información documentada”. Con la implementación de la taxonomía de las instalaciones se da fundamento del Mantenimiento y la Confiabilidad. Y como característica del sistema de Gestión de Activos, se logra generar valor en las empresas durante el ciclo de vida de los Activos Físicos.

La Organización Internacional de Normalización (ISO), emitió en 1999 la primera edición de la norma ISO – 14224:1999 “Colección e intercambio de datos de confiabilidad y mantenimiento de equipos para la industria petrolera, petroquímica y del gas”. En esta se menciona por primera vez la palabra “Taxonomía” como fundamento de la confiabilidad y el mantenimiento, definiéndola como: “la clasificación sistemática de ítems en grupos genéricos basados en factores posiblemente comunes a varios de estos ítems”, además establece las bases para la creación de una estructura jerárquica para los activos físicos en función de niveles taxonómicos, divididos en 2 grupos el primero permite clasificarlos por su uso y localización y el segundo mediante una subdivisión de equipos, relacionando este último con los ítems mencionados en la definición de taxonomía. El gráfico 6 muestra la clasificación taxonómica con los 2 grupos de niveles taxonómicos, propuestos por la ISO.

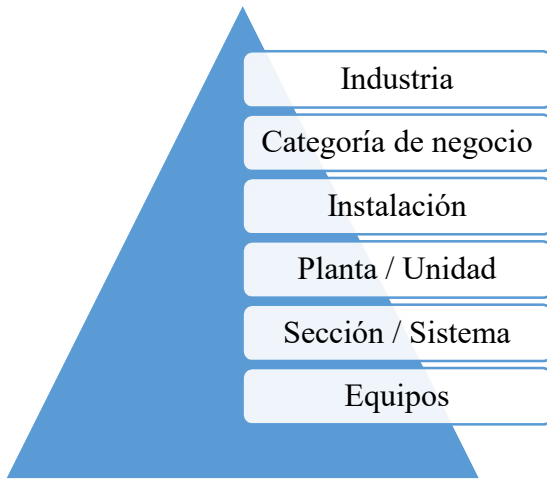


Gráfico 5: Clasificación Taxonómica y Niveles Taxonómicos
Fuente: Norma, ISO-14224 (2016).

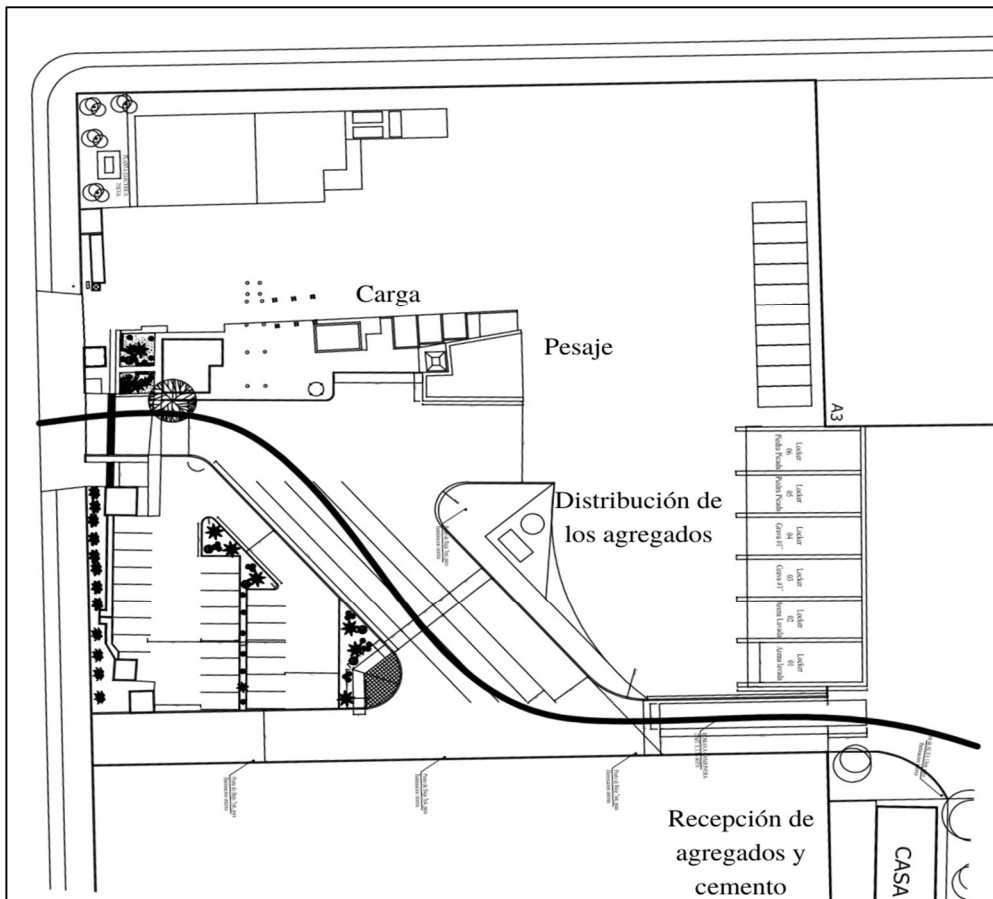


Gráfico 6: Plano de la planta
Fuente: Departamento de gerencia de Concretos los Llanos C.A.

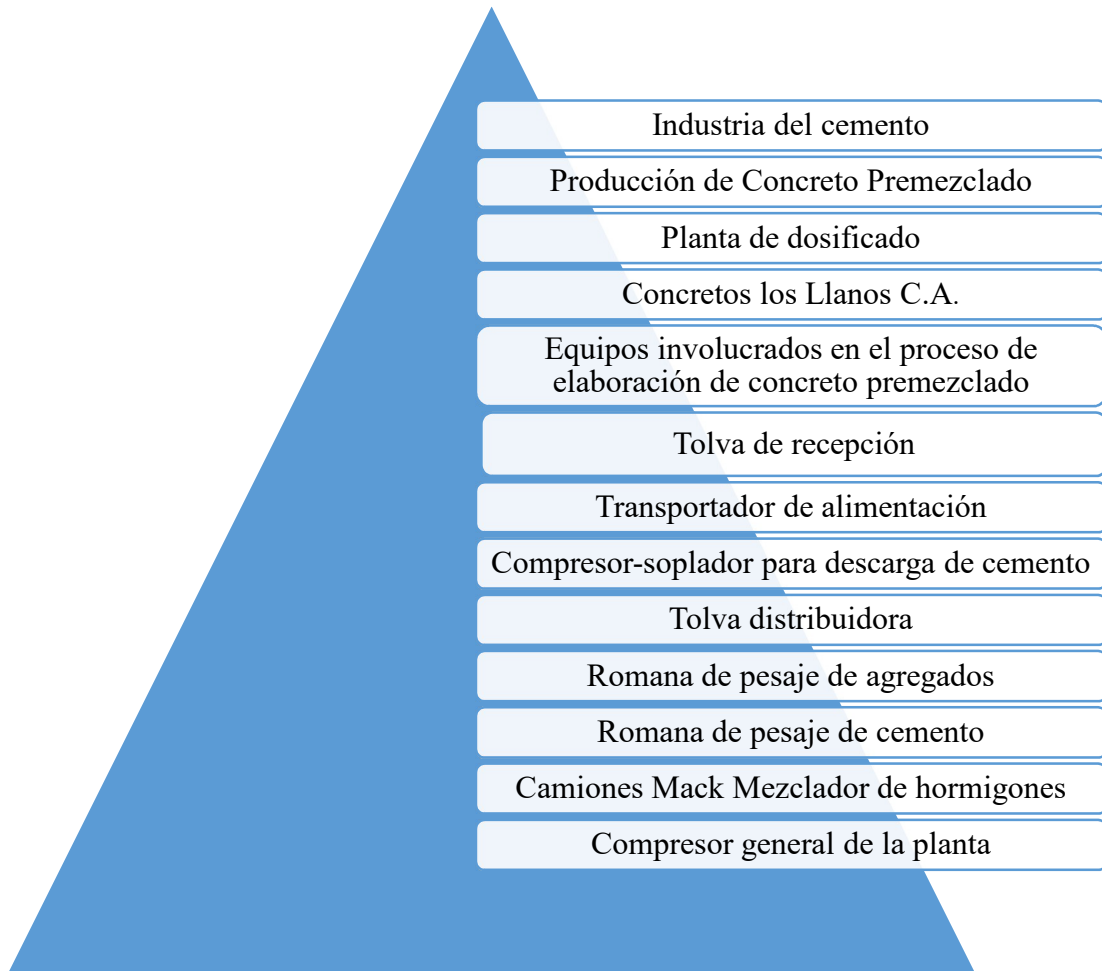


Gráfico 7: Clasificación Taxonómica

Fuente: Negrinho, P. (2021)

La norma ISO 14224 considera que una descripción clara de los límites es un requisito necesario para recopilar, compartir y analizar datos de fiabilidad y mantenimiento de diferentes fuentes. Esto también facilita la comunicación entre operadores, personal de mantenimiento y fabricantes de maquinaria.

Los primeros niveles de este sistema de taxonomía representan la categorización de alto nivel, que están relacionados con las instalaciones en las que los equipos están operando, esto es porque un mismo equipo puede ser utilizado en diferentes industrias, configuraciones y, algo a tener en cuenta en el análisis de fiabilidad, en diferentes contextos de utilización.

4.3. Diseñar un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad a la maquinaria y equipos involucrados en el proceso de elaboración de concreto premezclado de la empresa Concretos Los Llanos, C.A.

Con la finalidad de desarrollar un plan de mantenimiento bien planificado, primeramente, se debe recopilar toda la información del sistema, revisión de los manuales de operación y mantenimiento de los equipos, y realizar entrevistas semi-estructuradas al personal que ejecuta el mantenimiento, luego seleccionar el equipo para el análisis en base de los resultados.

Para el presente estudio se tomarán las siguientes fuentes de información:

- Personal de mantenimiento
- Personal operativo
- Manuales y reportes de campo

La complejidad de los equipos enmarcados en la presente investigación, hace necesaria una subdivisión sistemática de los mismos por zonas funcionales para su inmediata identificación. Esta descomposición, organizada y estructurada en base a las intervenciones que se deben efectuar, será útil para que el encargado de mantenimiento se pueda orientar específicamente sobre el componente que debe ser manipulado.

Para estos equipos el mantenimiento representa un aspecto fundamental, por sus fuertes exigencias mecánicas. Un mantenimiento regular de la maquina en conformidad con las indicaciones contenidas en este capítulo evitará un desgaste precoz y contribuirá a mantener inalteradas en el tiempo las características de funcionalidad y de seguridad. Así también los intervalos de intervención y su programación permitirán encontrar inmediatamente eventuales anomalías, evitando paradas desagradables y costosas durante la utilización de la máquina. A continuación se muestran los equipos a tomar en cuenta en el plan, agrupados por zonas.

4.3.1. Zona de recepción de agregados

4.3.1.1. Tolva de recepción

Sirven para almacenar y dosificar los materiales por tipo y tamaño, según las necesidades del concreto solicitado. El funcionamiento de las tolvas industriales emula, a gran escala, el funcionamiento de un embudo. El material a almacenar o conducir se vierte a través de la compuerta superior. El material puede permanecer almacenado hasta el momento en el que sea necesario trasladarlo o modificarlo. Está compuesta por un motor vibrador ubicado en la parte inferior



Gráfico 8: Tolva de recepción

Fuente: Negrinho, P. (2021)

4.3.1.2. Transportador de alimentación

Es un sistema de transporte continuo formado por una banda continua que se mueve desde la tolva de recepción hasta la tolva distribuidora. Está compuesto por una banda transportadora de 4 lonas de 23", 20 rodillos estacionarios superiores, 20 rodillos estacionarios inferiores, un motor y un reductor.



Gráfico 9: Transportador de alimentación

Fuente: Negrinho, P. (2021)

4.3.2. Zona de recepción de cemento

4.3.2.1. Compresor-Soplador para descarga de cemento

Se utiliza como fuente de energía para mover los materiales en el proceso de fabricación de concreto premezclado y para alimentar herramientas que pueden soportar las duras condiciones del proceso. Este se conforma por un motor de 30 hp, un cabezote de dos pistones, 3 correas, un tablero de control, una tubería de 14 m y sus respectivas mangueras.



Gráfico 10: Compresor-Soplador de cemento
Fuente: Negrinho, P. (2021)

4.3.3. Zona de distribución de los agregados

4.3.3.1. Tolva distribuidora

La tolva distribuidora se encuentra suspendida a mayor altura y dentro de ella se vacía el material. En ella es almacenado y cuando se necesita, se abre la parte inferior del cono para dejar salir su contenido de manera dosificada, al igual que funciona un embudo. Para este plan de mantenimiento se toman en consideración sus dos gatos neumáticos.



Gráfico 11: Tolva distribuidora

Fuente: Negrinho, P. (2021)

4.3.4. Zona de pesaje

4.3.4.1. Romanas de pesaje

Este elemento es el que va a indicar el peso o el volumen que se está aportando con el dosificador y por tanto dependerá de su precisión para que la dosificación sea más o menos correcta.. En este caso se cuenta con dos romanas de pesaje, una para los agregados y una para el cemento, que a su vez están compuestas cada una por 4 gatos neumáticos y sus respectivos motores, además de la válvula de descarga y los aireadores.



Gráfico 12: Zona de pesaje

Fuente: Negrinho, P. (2021)

4.3.5. Zona de carga

4.3.5.1. Camiones Mack mezcladores de hormigón

Se trata de camiones especializados en el transporte de hormigón. La diferencia con otros camiones, se basa en que sobre el bastidor del camión tiene una cuba de forma aproximadamente cilíndrica. Esta cuba va montada sobre un eje inclinado con respecto al bastidor, de forma que pueda girar. Los elementos a considerar en esta propuesta son la bomba hidráulica, las hélices (derecha e izquierda), la canaleta de descarga, el gato hidráulico y el depósito de agua.



Gráfico 13: Camiones Mack mezcladores de hormigón

Fuente: Negrinho, P. (2021)

4.3.6. Zona de uso general

4.3.6.1. Compresor general de la planta

Un compresor de aire es una máquina de fluido que está construida para aumentar la presión y desplazar los fluidos. Está compuesto por un motor de 220-440v 5-3 hp, un cabezote, un tanque con capacidad de 60 galones, un manómetro y su respectiva unidad de mantenimiento.



Gráfico 14: Compresor general de la planta

Fuente: Negrinho, P. (2021)

Según Moubray (2004), la metodología RCM, propone un procedimiento que permite identificar las necesidades reales de mantenimiento de los activos en su contexto operacional, a partir del análisis de las siguientes siete preguntas:

1. ¿Cuál es la función del activo? (Funciones)
2. ¿De qué manera pueden fallar? (Fallas Funcionales)
3. ¿Qué origina la falla? (Modos de Falla)
4. ¿Qué pasa cuando falla? (Efectos de Falla)

5. ¿Importa si falla? (Consecuencias de Falla)
6. ¿Se puede hacer algo para prevenir la falla? (Tareas Preventivas y Frecuencia)
7. ¿Qué pasa si no podemos prevenir la falla? (Tareas por Omisión)

Para darle respuestas a estas 7 preguntas se utilizan dos herramientas fundamentales que utiliza el RCM:

- AMEF: Análisis de los modos y efectos de fallas, herramienta que permite identificar los efectos o consecuencias de los modos de fallas de cada activo en su contexto operacional. A partir de esta técnica se obtienen las respuestas a las preguntas 1, 2, 3, 4 y 5.

Malave (2008), define el AMEF como un proceso sistemático para la identificación de las fallas potenciales del diseño de un producto o de un proceso antes de que estas ocurran, con el propósito de eliminarlas o de minimizar el riesgo asociado a las mismas. Por lo tanto, el AMEF puede ser considerado como un método analítico estandarizado para detectar y eliminar problemas de forma sistemática y total, cuyos objetivos principales son:

- ✓ Reconocer y evaluar los modos de fallas potenciales y las causas asociadas con el diseño y manufactura de un producto
- ✓ Determinar los efectos de las fallas potenciales en el desempeño del sistema
- ✓ Identificar las acciones que podrán eliminar o reducir la oportunidad de que ocurra la falla potencial
- ✓ Analizar la confiabilidad del sistema
- ✓ Documentar el proceso

Es un procedimiento que permite identificar las fallas en productos, procesos y sistemas, así como evaluar y clasificar de manera objetiva sus efectos, causas y elementos de identificación, para de esta forma, evitar su ocurrencia y tener un método documentado de prevención.

Acorde con lo planteado anteriormente, para este caso se desarrolló un análisis de modo y efecto de falla de los equipos involucrados en la presente investigación, el cual se encuentra especificado en el cuadro 10.

- **Árbol Lógico de Decisión:** Herramienta que permite seleccionar de forma óptica las actividades de mantenimiento según la filosofía del RCM. A partir de este se obtienen las respuestas a las preguntas 6 y 7.

El método árbol de decisión consiste en aquella representación gráfica de una serie de secuencias lógicas que interpretan una realidad, más o menos compleja. Dicha realidad estará desglosada en una o varias secuencias de eventos, ordenados estos según una línea temporal coherente. De este modo, los sucesos más recientes vendrán precedidos por otros anteriores, hilvanados y originando las diferentes alternativas de las que el sujeto se servirá para tomar una decisión al problema planteado.

Algunos de estos eventos se conocen como eventos aleatorios; aquellos cuya realización vendrá influida por una probabilidad, causa de la intervención de variables externas al individuo que condicionaran los posibles resultados. Otros sin embargo no, ya que serían decisiones que atañerían exclusivamente al decisor y, por lo tanto, no estarían condicionados por el entorno.

Después de conocerse los modos de fallas correspondientes a las diferentes fallas funcionales, se procedió a determinar las estrategias de mantenimiento más convenientes a desarrollar, para cada una de las tareas de mantenimiento preventivo, mediante el uso del árbol lógico de decisiones (ver gráfico 15).

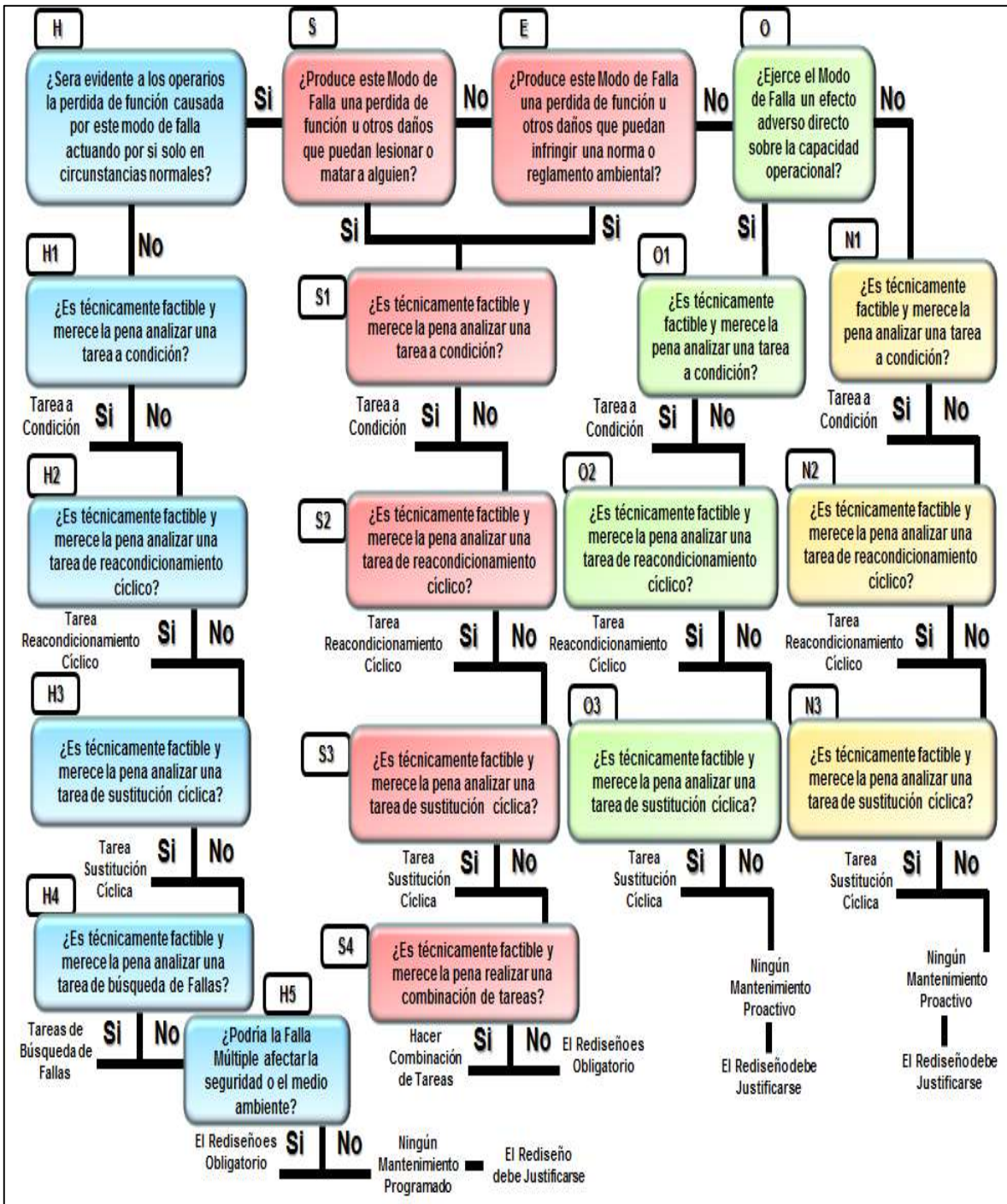


Gráfico 15: Diagrama lógico de decisión RCM

Fuente: Moubray (2004)

Cuadro 10: Análisis de modos y efectos de falla

Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF)																
Equipo	Función del proceso	Posibles modos de falla	Efecto de la falla potencial	G	Tipo	Causa de falla potencial	O	Verificación	D	NPR	Recomendaciones	Responsable	Resultados finales			NPR final
													G	O	D	
Tolva de recepción	Dispositivo similar a un embudo destinado a la recepción de agregados	Reducción de la velocidad en el motor	El motor no arranca	8	C	Tensión insuficiente. Carga excesiva.	5	Verificar tensiones de la red. Verificar consumo eléctrico	4	160	Inspecciones y acciones de mantenimiento preventivo	Departamento de mantenimiento	5	3	3	45
Transportador de alimentación	Sistema de transporte continuo formado por una banda continua que se mueve entre dos tolvas	Desgaste de las piezas	Parada del transportador	9	C	Sistema obsoleto. Tiempo de vida cumplido. Mantenimiento no ejecutado	3	Verificar el funcionamiento de los rodillos y del motor	5	135	Inspecciones y acciones de mantenimiento preventivo	Departamento de mantenimiento	6	2	4	48
Compresor-Soplador para descarga de cemento	Dispositivo neumático que convierte la energía eléctrica en energía potencial almacenada en aire presurizado	Ruido	El motor produce demasiado ruido	5	S	Vibraciones en ciertos órganos	6	Verificar los niveles de aceite. Chequear ruidos anormales	2	60	Inspecciones y acciones de mantenimiento preventivo	Departamento de mantenimiento	4	4	1	16
Tolva distribuidora	Dispositivo similar a un embudo destinado a la canalización de agregados	Vibraciones	Ruidos anormales	4	I	Las láminas vibran en exceso	6	Verificar la lubricación de los ejes	3	72	Inspecciones y acciones de mantenimiento preventivo	Departamento de mantenimiento	3	4	2	24
Romana de pesaje de agregados	Instrumento que sirve para pesar agregados	Fugas visibles	Ruidos anormales	7	S	Fuga de lubricación	4	Verificar posibles fugas	2	56	Inspecciones y acciones de mantenimiento preventivo	Departamento de mantenimiento	6	3	1	18
Romana de pesaje de cemento	Instrumento que sirve para pesar cemento	Aumento de las vibraciones	El motor no funciona a la velocidad correcta	6	S	No le llega suficiente corriente al motor.	4	Chequeo del consumo eléctrico de los motores	4	96	Inspecciones y acciones de mantenimiento preventivo	Departamento de mantenimiento	5	3	2	30

Cont. Cuadro 10: Análisis de modos y efectos de falla

Análisis de modo y efecto de falla (AMEF)																
Equipo	Función del proceso	Posibles modos de falla	Efecto de la falla potencial	G	Tipo	Causa de falla potencial	O	Verificación	D	NPR	Recomendaciones	Responsable	Resultados finales			NPR final
													G	O	D	
Camiones Mack mezclador de hormigones	Camión especializado en el transporte de hormigón	Intermitencia en la descarga	Descarga irregular	8	C	Canal de descarga obstaculizados	4	Chequeo de canales de descarga	5	160	Inspecciones y acciones de mantenimiento preventivo	Departamento de mantenimiento	4	4	3	48
Compresor general de la planta	Máquina cuya función consiste en incrementar la presión del fluido	Sobrecalentamiento	Retorno de fluido	9	C	Presión insuficiente	3	Chequeo de los desagües diarios del tanque	4	108	Inspecciones y acciones de mantenimiento preventivo	Departamento de mantenimiento	6	3	3	54

Una vez aplicado el análisis de modo y efectos de falla (AMEF) y el árbol lógico de decisión (ALD), se obtiene de manera ordenada las actividades o tareas de mantenimiento a realizar, estas se determinan según indicaciones de los especialistas en el área de mantenimiento y reparación de este tipo de proceso productivo, tomando en cuenta todos los factores que influyen en el tiempo de reparación. Siendo como paso final para la elaboración del plan de mantenimiento, la lista de tareas recomendadas por el RCM y procedimientos; con fines de generar la mejor interacción entre las áreas de operaciones y mantenimiento, a su vez mejorar la gestión de mantenimiento.

Para la implementación de este plan, también es necesario contar con un equipo compuesto por:

- Un responsable del proyecto, que será la persona encargada de llevar a buen término el análisis y la implantación de éste, debiéndose considerar que si el trabajo no da los resultados esperados la responsabilidad debe recaer en él, que no habrá realizado correctamente su trabajo; por el contrario, si la implantación resulta exitosa, debe ser el profesional que atesore la mayor parte de los méritos. Debe tener la capacidad de sustituir a las personas que conforman el equipo si entiende que los avances no son los adecuados, o si detecta síntomas de fatiga o de conflictividad.
- Dos profesionales de mantenimiento, uno de ellos especialista en mecánica y otro en electricidad/instrumentación.

Cuadro 11: Protocolo de mantenimiento para los equipos involucrados en la elaboración de concreto premezclado

Equipo	Actividades	Frecuencia	Área	Duración	Condición de operación	
Tolva de recepción	Chequeo de las láminas de la tolva y las soldaduras	Mensual	Mecánica	5 minutos	P	
	Chequeo de ruidos anormales	Diaria	Eléctrica	2 minutos	O	
	Chequeo de condiciones de funcionamiento			5 minutos	O	
	Chequeo del consumo eléctrico de los motores	Semanal		10 minutos	P	
Transportador de alimentación	Chequeo de ruidos anormales	Diaria	Mecánica	2 minutos	O	
	Verificar la existencia de vibraciones			2 minutos	O	
	Chequeo de bandas transportadoras y empates	Semanal		5 minutos	P	
	Chequeo del funcionamiento del equipo			5 minutos	O	
	Chequeo del funcionamiento de los rodillos superiores e inferiores y sustituir si es necesario.	Mensual		20 minutos	O	
	Chequeo de la limpieza de chumaceras, lubricación de los rodillos conductores			10 minutos	P	
	Limpieza y chequeo de la valvulina al motor reductor.			15 minutos	P	
	Chequeo de fugas de valvulina por estoperas			20 minutos	O	
	Chequeo de ruidos anormales	Diaria		Eléctrica	2 minutos	O
	Chequeo de condiciones de funcionamiento				5 minutos	O
	Chequeo del consumo del motor				10 minutos	P
	Chequeo de ruidos por rodamientos				5 minutos	O
	Chequeo de lubricación de los rodamientos	Semanal			5 minutos	P
	Chequeo del consumo de los motores				10 minutos	P
	Chequeo del funcionamiento de los relés térmicos y guarda motores				15 minutos	P
	Chequeo y ajuste de conexiones de los motores (ajuste de tornillos y tuercas de los conectores)	Mensual			1 hora	P
	Limpieza de las tapas de ventilación de los motores				30 minutos	P
	Chequear condiciones de la polea.				5 minutos	O

Cont. cuadro 11: Protocolo de mantenimiento para los equipos involucrados en la elaboración de concreto premezclado

Equipo	Actividades	Frecuencia	Área	Duración	Condición de operación	
Compresor-Soplador de descarga de cemento	Chequeo de ruidos anormales	Diaria	Mecánica	2 minutos	O	
	Chequeo de niveles de aceite	Semanal		5 minutos	P	
	Chequeo de conexiones y válvulas de tubería	Mensual		10 minutos	P	
	Chequeo de correas y estado de tensión de las mismas			10 minutos	P	
	Chequeo de ruidos anormales	Diaria	Eléctrica	2 minutos	O	
	Chequeo de condiciones de funcionamiento			5 minutos	O	
	Chequeo del consumo eléctrico del motor	Semanal		10 minutos	P	
	Chequeo del funcionamiento de los relés térmicos y guarda motores			15 minutos	P	
	Chequeo y engrase de rodamientos	Mensual		20 minutos	P	
	Limpieza y organización del tablero eléctrico			20 minutos	P	
Tolva Distribuidora	Chequeo de las láminas de la tolva y soldaduras	Diaria		Mecánica	5 minutos	P
	Verificar el funcionamiento de los gatos hidráulicos				5 minutos	P
	Verificar la existencia de vibraciones				5 minutos	O
	Verificar el la lubricación de ejes	Semanal			10 minutos	P
	Chequeo de fugas		15 minutos		O	
	Chequeo del funcionamiento de la compuerta de descarga	Mensual	10 minutos		O	
	Chequear el consumo y funcionamiento	Diaria	Eléctrica	10 minutos	O	
	Chequear la limpieza			5 minutos	P	

Cont. cuadro 11: Protocolo de mantenimiento para los equipos involucrados en la elaboración de concreto premezclado

Equipo	Actividades	Frecuencia	Área	Duración	Condición de operación			
Romana de pesaje de agregados	Chequeo de las láminas de la tolva y soldaduras	Diaria	Mecánica	5 minutos	P			
	Chequeo de ruidos anormales			2 minutos	O			
	Verificar la existencia de vibraciones			2 minutos	O			
	Verificar funcionamiento de los gatos neumáticos	Semanal		5 minutos	O			
	Verificar posibles fugas			10 minutos	O			
	Chequeo de la lubricación			15 minutos	P			
	Chequeo del funcionamiento de la compuerta de descarga y lubricación de sus ejes	Mensual		10 minutos	P			
	Chequeo de ruidos anormales	Diaria		Eléctrica	2 minutos	O		
	Chequeo de condiciones de funcionamiento				5 minutos	O		
	Chequeo de la limpieza				5 minutos	P		
	Chequeo del consumo eléctrico del motores	Semanal			10 minutos	P		
	Mantenimiento de las celdas de carga realizado por empresa externa	Mensual			2 días	P		
	Romana de pesaje de cemento	Chequeo de la limpieza			Diaria	Mecánica	5 minutos	P
		Chequeo de las láminas de la tolva y soldaduras					5 minutos	P
		Chequeo de ruidos anormales					2 minutos	O
Chequeo del funcionamiento de los aireadores		Semanal	5 minutos		O			
Chequeo del funcionamiento de los gatos neumáticos			5 minutos		O			
Verificar lubricación y posibles fugas			10 minutos		P			
Limpieza y engrase de válvulas de descarga del cemento		Mensual	30 minutos		P			
Mantenimiento de celdas de pesaje se realiza por empresa privada			2 días		P			
Chequeo de ruidos anormales		Diaria	Eléctrica		2 minutos		O	
Chequeo de condiciones de funcionamiento					5 minutos		O	
Chequeo del consumo eléctrico de los motores				Semanal	10 minutos		P	
Chequeo general del equipo		Mensual		15 minutos	O			

Cont. cuadro 11: Protocolo de mantenimiento para los equipos involucrados en la elaboración de concreto premezclado

Equipo	Actividades	Frecuencia	Área	Duración	Condición de operación	
Hormigones Mack	Chequeo de ruidos anormales	Diaria	Mecánica	2 minutos	O	
	Verificar el nivel de aceite.	Semanal		5 minutos	P	
	Chequeo de mangueras			5 minutos	P	
	Chequeo de canales de descarga			5 minutos	P	
	Chequeo de filtros	Mensual		20 minutos	P	
	Chequeo de hélices			25 minutos	P	
Compresor general de la planta	Chequeo de ruidos anormales	Diaria	Mecánica	2 minutos	O	
	Chequeo de desagües diarios del tanque			5 minutos	P	
	Chequeo de la tensión de las poleas	Semanal		5 minutos	P	
	Limpieza de filtros	Mensual		15 minutos	P	
	Chequeo del nivel de lubricante			5 minutos	P	
	Limpieza y cambio de aceite del cabezote			30 minutos	P	
	Chequeo de ruidos anormales	Diaria		Eléctrica	2 minutos	O
	Chequeo del consumo eléctrico de los motores	Semanal			10 minutos	P
	Chequeo del funcionamiento de los relés térmicos y guarda motores				10 minutos	P

Fuente: Negrinho, P (2022)

P: Parado O: Operativo

Cuadro 12: Plan de mantenimiento centrado en confiabilidad recomendado para los equipos involucrados en el proceso de elaboración de concreto premezclado

Plan de Mantenimiento						
Equipos	Actividades mecánicas			Actividades eléctricas		
	Diarias	Semanales	Mensuales	Diarias	Semanales	Mensuales
Tolva de recepción	-	-	Chequeo de las láminas de la tolva y las soldaduras	Chequeo de ruidos anormales Chequeo de condiciones de funcionamiento	Chequeo del consumo eléctrico de los motores	-
Transportador de alimentación (24 m de largo)	Chequeo de ruidos anormales Verificar la existencia de vibraciones	Chequeo de bandas transportadoras y empates Chequeo del funcionamiento del equipo	Chequeo del funcionamiento de los rodillos superiores e inferiores y sustituir si es necesario. Chequeo de la limpieza de chumaceras, lubricación de los rodillos conductores Limpieza y chequeo de la valvulina al motor reductor. Chequeo de fugas de valvulina por estoperas	Chequeo de ruidos anormales Chequeo de condiciones de funcionamiento Chequeo del consumo del motor Chequeo de ruidos por rodamientos	Chequeo de lubricación de los rodamientos Chequeo del consumo de los motores Chequeo del funcionamiento de los relés térmicos y guarda motores	Chequeo y ajuste de conexiones de los motores (ajuste de tornillos y tuercas de los conectores) Chequeo y ajuste de los tornillos de fijación de los motores Limpieza de las tapas de ventilación de los motores Chequear condiciones de la polea.

Cont. Cuadro 12: Plan de mantenimiento centrado en confiabilidad recomendado para los equipos involucrados en el proceso de elaboración de concreto premezclado

Plan de Mantenimiento						
Equipos	Actividades mecánicas			Actividades eléctricas		
	Diarias	Semanales	Mensuales	Diarias	Semanales	Mensuales
Compresor-Soplador de descarga de cemento	Chequeo de ruidos anormales	Chequeo de niveles de aceite	Chequeo de conexiones y válvulas de tubería Chequeo de correas y estado de tensión de las mismas	Chequeo de ruidos anormales Chequeo de condiciones de funcionamiento	Chequeo del consumo eléctrico del motor Chequeo del funcionamiento de los relés térmicos y guarda motores	Chequeo y engrase de rodamientos Limpieza y organización del tablero eléctrico
Tolva distribuidora	Chequeo de las láminas de la tolva y soldaduras Verificar el funcionamiento de los gatos hidráulicos Verificar la existencia de vibraciones	Verificar el la lubricación de ejes Chequeo de fugas	Chequeo del funcionamiento de la compuerta de descarga	Chequear el consumo y funcionamiento Chequear la limpieza	-	-
Romana de pesaje de agregados	Chequeo de las láminas de la tolva y soldaduras Chequeo de ruidos anormales Verificar la existencia de vibraciones	Verificar funcionamiento de los gatos neumáticos Verificar posibles fugas Chequeo de la lubricación	Chequeo del funcionamiento de la compuerta de descarga y lubricación de sus ejes	Chequeo de ruidos anormales Chequeo de condiciones de funcionamiento Chequeo de la limpieza	Chequeo del consumo eléctrico del motores	Mantenimiento de las celdas de carga realizado por empresa externa

Cont. Cuadro 12: Plan de mantenimiento centrado en confiabilidad recomendado para los equipos involucrados en el proceso de elaboración de concreto premezclado

Plan de Mantenimiento						
Equipos	Actividades mecánicas			Actividades eléctricas		
	Diarias	Semanales	Mensuales	Diarias	Semanales	Mensuales
Romana de pesaje de cemento	Chequeo de la limpieza Chequeo de las láminas de la tolva y soldaduras Chequeo de ruidos anormales	Chequeo del funcionamiento de los aireadores Chequeo del funcionamiento de los gatos neumáticos Verificar lubricación y posibles fugas	Limpieza y engrase de válvulas de descarga del cemento Mantenimiento de celdas de pesaje se realiza por empresa privada	Chequeo de ruidos anormales Chequeo de condiciones de funcionamiento	Chequeo del consumo eléctrico de los motores	Chequeo general del equipo
Hormigones Mack (07 unid)	Chequeo de ruidos anormales	Verificar el nivel de aceite. Chequeo de mangueras Chequeo de canales de descarga	Chequeo de filtros Chequeo de hélices	-	-	-
Compresor general de la planta	Chequeo de ruidos anormales Chequeo de desagües diarios del tanque	Chequeo de la tensión de las poleas	Limpieza de filtros Chequeo del nivel de lubricante Limpieza y cambio de aceite del cabezote	Chequeo de ruidos anormales	Chequeo del consumo eléctrico de los motores Chequeo del funcionamiento de los relés térmicos y guarda motores	-

Fuente: Negrinho, P. (2021)

Cuadro 13: Formato de chequeo diario

Formato de chequeo diario			
Responsable:			Fecha:
Equipo	Actividades	Check	Observaciones
Tolva de recepción	Chequeo de ruidos anormales		
	Chequeo de condiciones de funcionamiento		
Transportador de alimentación	Chequeo de ruidos anormales		
	Verificar la existencia de vibraciones		
	Chequeo del consumo del motor		
	Chequeo de ruidos por rodamientos		
Compresor-Soplador de descarga de cemento	Chequeo de ruidos anormales		
	Chequeo de condiciones de funcionamiento		
Tolva distribuidora	Chequeo de las láminas de la tolva y soldaduras		
	Verificar el funcionamiento de los gatos hidráulicos		
	Verificar la existencia de vibraciones		
Romana de pesaje de agregados	Chequeo de las láminas de la tolva y soldaduras		
	Verificar la existencia de vibraciones		
Romana de pesaje de cemento	Chequeo de la limpieza		
	Chequeo de las láminas de la tolva y soldaduras		
Hormigones Mack	Chequeo de ruidos anormales		
Compresor general de la planta	Chequeo de ruidos anormales		
	Chequeo de desagües del tanque		

Fuente: Negrinho, P. (2022)

Cuadro 14: Formato de chequeo semanal

Formato de chequeo semanal			
Responsable:			Fecha:
Equipo	Actividades	Check	Observaciones
Tolva de recepción	Chequeo del consumo eléctrico de motores		
Transportador de alimentación	Chequeo de bandas transportadoras y empates		
	Chequeo de lubricación de los rodamientos		
	Chequeo del consumo de los motores		
	Chequeo del funcionamiento de los relés térmicos y guarda motores		
Compresor-Soplador de descarga de cemento	Chequeo de niveles de aceite		
	Chequeo del funcionamiento de los relés térmicos y guarda motores		
	Chequeo del consumo eléctrico del motor		
Tolva distribuidora	Verificar el la lubricación de ejes		
	Chequeo de fugas		
Romana de pesaje de agregados	Verificar funcionamiento de los gatos neumáticos		
	Chequeo de la lubricación		
	Verificar posibles fugas		
Romana de pesaje de cemento	Chequeo del funcionamiento de los aireadores		
	Verificar lubricación y posibles fugas		
	Chequeo del consumo eléctrico de los motores		
	Chequeo del funcionamiento de los gatos neumáticos		
Hormigones Mack	Verificar el nivel de aceite		
	Chequeo de mangueras		
	Chequeo de canales de descarga		
Compresor general de la planta	Chequeo de tensión de las poleas		
	Chequeo del funcionamiento de los relés térmicos y guarda motores		

Cuadro 15: Formato de chequeo mensual

Formato de chequeo mensual			
Responsable:			Fecha:
Equipo	Actividades	Check	Observaciones
Tolva de recepción	Chequeo de las láminas de la tolva y las soldaduras		
Transportador de alimentación	Chequeo del funcionamiento de los rodillos superiores e inferiores y sustituir si es necesario.		
	Chequeo de la limpieza de chumaceras, lubricación de los rodillos conductores		
	Limpieza y chequeo de la valvulina al motor reductor.		
	Chequeo y ajuste de los tornillos de fijación de los motores		
	Limpieza de las tapas de ventilación de los motores		
	Chequeo de condiciones de la polea.		
Compresor-Soplador de descarga de cemento	Chequeo de conexiones y válvulas de tubería		
	Chequeo de correas y estado de tensión de las mismas		
	Chequeo y engrase de rodamientos		
	Limpieza y organización del tablero eléctrico		
Tolva distribuidora	Chequeo del funcionamiento de la compuerta de descarga		
Romana de pesaje de agregados	Chequeo del funcionamiento de la compuerta de descarga y lubricación de sus ejes		
	Mantenimiento de las celdas de carga realizado por empresa externa		
Romana de pesaje de cemento	Limpieza y engrase de válvulas de descarga del cemento		
	Mantenimiento de celdas de pesaje se realiza por empresa privada		
Hormigones Mack	Chequeo de filtros		
	Chequeo de hélices		
Compresor general de la planta	Limpieza de filtros		
	Chequeo del nivel de lubricante		
	Limpieza y cambio de aceite del cabezote		

4.4. Realizar el análisis técnico-operativo, económico y ambiental de la propuesta mediante indicadores de rendimiento.

Para empezar, establecer la eficiencia y la productividad de los equipos es fundamental para evaluar el rendimiento técnico-operativo de la propuesta. Aunque hay diversos métodos para medir los resultados, una medida común es la efectividad total de los equipos (ETE). La ETE se mide como una relación de las prestaciones en la planta respecto de las prestaciones óptimas. Hay tres factores clave que contribuyen a la medida de la ETE: Disponibilidad x desempeño x calidad.

- La **disponibilidad** representa con cuánta frecuencia está disponible una máquina para el uso destinado. La disponibilidad puede verse afectada por las fallas del equipo, el tiempo fuera de servicio de mantenimiento imprevisto, el desabastecimiento de materiales y el tiempo de reconversión de la máquina.

Disponibilidad = $\text{Tiempo de funcionamiento} / \text{Tiempo de producción planificado}$

- El **desempeño** es una medida de la pérdida de velocidad. La pérdida de desempeño se mide mediante la comparación de la cantidad de unidades que una máquina en particular puede producir por hora con la producción de unidades real por hora.

Desempeño = $\text{Tiempo de ciclo ideal} / (\text{Tiempo de funcionamiento} / \text{Total de piezas producidas})$

- La **calidad** representa la cantidad de material de descarte producido por una máquina en particular. Los materiales rechazados, los productos que no alcanzan los estándares de calidad y cualquier elemento que requiera ser repetido pueden todos ellos contribuir a la pérdida de calidad.

Cuadro 16: Información del turno

Información del Turno		
Turno	8,00	horas
Comida	1,00	horas
Descanso 1	1,00	horas
Descanso 2	0,50	horas
Descanso 3	0,50	horas
Tiempos Muertos	0,50	horas
Velocidad Ideal	3,50	m ³ /hora
m³ Totales Producidos	14	m ³
m³ No Conformes	0,10	m ³

Fuente: Departamento de gerencia de Concretos los Llanos C.A.

Cuadro 17: Cálculos para la ETE propuesta

Cálculos		
Tiempo Planeado Producción:	5,00	horas
Tiempo Operativo:	4,50	horas
m³ Totales	13,90	m ³

Fuente: Negrinho, P. (2021)

Cuadro 18: Resultados para la ETE propuesta

Resultados ETE	
Disponibilidad:	90,00%
Eficiencia:	88,25%
Calidad:	99,29%
ETE:	78,86%

Fuente: Negrinho, P. (2021)

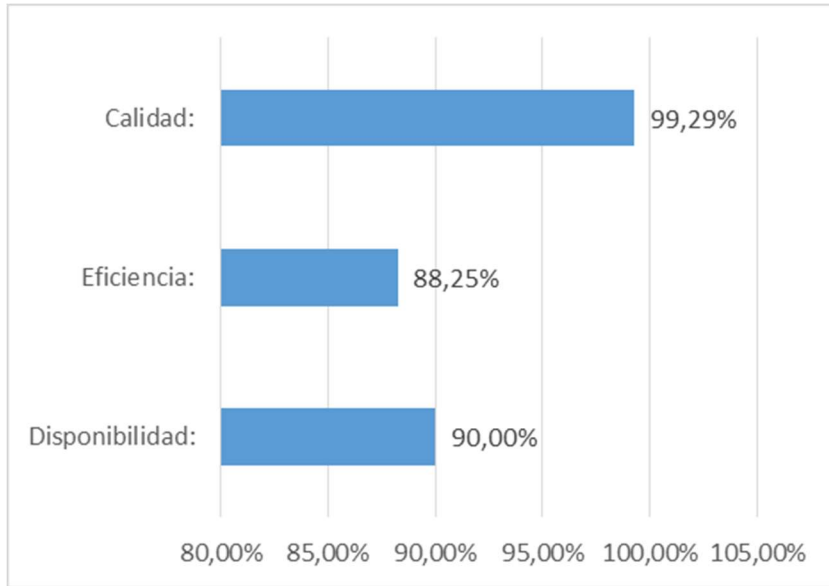


Gráfico 16: Calidad, Eficiencia y Disponibilidad de equipos
Fuente: Elaboración propia

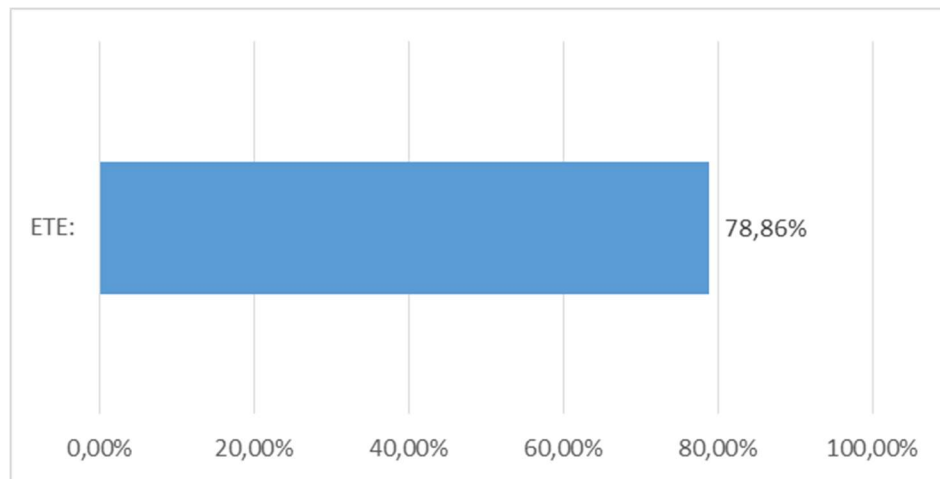


Gráfico 17: Efectividad Total de los Equipos
Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, el análisis económico se realizó mediante indicadores de rentabilidad, los indicadores de rentabilidad son aquellos que se utilizan para determinar si el dinero invertido en una empresa está funcionando y en qué medida. En otras palabras, estos indicadores permiten analizar el resultado en relación con el capital invertido en la empresa. El cálculo de los indicadores de rentabilidad permite hacer dos cosas. Primero, comparar la rentabilidad entre proyectos y entre empresas del mismo sector. La segunda es comprobar si el capital invertido tiene una rentabilidad suficiente para devolverlo.

En este caso en particular se trata con el indicador económico de la tasa de retorno de inversión (ROI), se trata de una medida de rentabilidad que evalúa el rendimiento o el posible retorno de un negocio o inversión. La fórmula del ROI analiza el beneficio obtenido de una inversión, o su ganancia, dividido por el costo original de la inversión. Se puede determinar el ROI de diferentes maneras, sin embargo, el método más utilizado consiste en dividir las ganancias totales en activos totales, de la siguiente manera:

$$ROI = \frac{\text{Ganancia de la inversión} - \text{Costo de la inversión}}{\text{Costo de la inversión}} \times 100$$

Para realizar el cálculo de la tasa de retorno de inversión, es fundamental considerar todos los costos que implicaría la implementación de la propuesta del plan de mantenimiento preventivo:

En este caso en particular, al tratarse de un plan basado únicamente en mantenimiento preventivo, los requerimientos principales a considerar son la mano de obra y las herramientas o consumibles a utilizar; pero en contraste con lo anterior, la mano de obra requerida para el cumplimiento de este plan no implica un costo adicional dado que varias de las actividades anteriormente mencionadas, pueden ser realizadas por el operario a cargo de la máquina, y el resto de ellas por el departamento de mantenimiento, el cual ya se encuentra incluido en la nómina de la empresa. Es importante destacar, que si la ejecución de la tarea de mantenimiento, requiere que el equipo se pare, entonces se debe incluir el costo de la pérdida de oportunidad de

producción; sin embargo, la empresa Concretos los Llanos C.A. tiene un sistema de producción por proyecto o bajo pedido, lo que deja un tiempo de ocio considerable en los equipos y maquinaria que puede ser aprovechado para realizar las actividades de mantenimiento propuestas y de esta manera eliminar el costo por la pérdida de oportunidad de producción. Lo que deja como costo los consumibles requeridos y un taller de capacitación al personal.

Cuadro 19: Costos de implementación

Costos de implementación	
Descripción	Costo
Capacitación al personal	\$ 50,00
Fotocopias e impresiones	\$ 15,00
Lápices y bolígrafos	\$ 5,00
Cartelera 60x90 cm	\$ 10,00
Total	\$ 80,00

Fuente: Negrinho, P. (2022)

Por otro lado, la ganancia de la inversión está conformada por la reducción de los tiempos de parada durante el proceso productivo por motivos de mantenimiento correctivo y el aumento de la vida útil de los mismos, así como de sus componentes.

Cuadro 20: Ahorros en mantenimiento

Ahorros en mantenimiento	
Descripción	Costo
Costos derivados de la indisponibilidad	\$ 250,00
Total	\$ 250,00

Fuente: Negrinho, P. (2022)

Considerando todo lo anterior, el costo frente a la ganancia es despreciable, lo que daría como resultado aproximado un ROI mayor al 200%, es decir que, por cada bolívar invertido se obtiene una ganancia de 2 bolívares aproximadamente.

$$ROI = \frac{250 - 80}{80} \times 100 = 212.5\%$$

Por último, los indicadores de sostenibilidad ambiental constituyen una metodología para evaluar las incidencias de los procesos productivos sobre el medio ambiente. Estos indicadores permiten cuantificar el grado de responsabilidad y sostenibilidad ambiental de un individuo, organización o comunidad. Sirven para observar de qué forma la actividad humana incide sobre el planeta. Estos indicadores también permiten cuantificar el grado de compromiso de las empresas con el medio ambiente y con la sociedad.

Pero, ¿qué significa, realmente, la sostenibilidad de una empresa? En pocas palabras, una empresa sostenible es aquella que tiene en cuenta en su actividad las oportunidades, obligaciones y riesgos económicos, sociales y ambientales. Es decir, una empresa que presenta un crecimiento económico ético, que minimice el impacto ambiental y respete la comunidad.

Hay que tener en cuenta que los indicadores, tanto ambientales como de desarrollo sostenible, son un recurso que aún se encuentra en proceso de desarrollo. Lo complicado es poder concretar, ya que la diversidad de iniciativas es muy amplia y aumenta cada día.

El mantenimiento como acción, desde el punto de vista ambiental, constituye un medio para prevenir impactos negativos, dado que asegura la fiabilidad de los equipos, lo que reduce el riesgo de ocurrencia de accidentes catastróficos, como incendios, explosiones, emisiones de sustancias tóxicas etc. y a su vez, una fuente de contaminación, porque en su ejecución se producen desechos peligrosos (sólidos, líquidos y gaseosos).

La empresa Concretos los Llanos CA. En orden con cumplir con normativas y legislaciones ambientales como lo es la norma ISO 14001, garante del cuidado del medio ambiente y la preservación de este, mediante procesos y técnicas de trabajo ambientales seguras, lo que obliga a cualquier proceso, plan o proyecto que se pretenda desarrollar, cumplir con estos estandartes que requiere la empresa.

Los motores por ejemplo, generan una cantidad de material que se desincorporan. El manejo de estos equipos para su desecho y material relacionado será

recolectado, almacenado y distribuido para su destrucción o recuperación por las empresas contratistas seleccionadas para tal fin.

Con el plan de mantenimiento desarrollado, se mantiene la responsabilidad de la recolección y desechos a la misma contratista. El consumo de kW se ha mantenido elevado, el hecho de que el mantenimiento preventivo no se haya efectuado correctamente, no solo produce que los motores reduzcan su periodo de funcionamiento, sino que el consumo de kW sea mayor por motor y por ende, el consumo de potencia se ve muy afectado al multiplicarse, consumiendo de esta manera una cantidad elevada cantidad de energía dentro de la planta. Las estimaciones realizadas por los ingenieros del departamento de mantenimiento, permite estimar una reducción de un 6% del consumo de potencia anual, se estiman una reducción del alrededor de 8.000 kW para el primer año.

CONCLUSIONES

El análisis de mantenimiento centrado en confiabilidad ejecutado junto con el personal de mantenimiento es una herramienta fundamental para esta empresa, puesto que se puede definir una estrategia de mantenimiento eficaz con el propósito de alcanzar los objetivos de confiabilidad y disponibilidad de los equipos involucrados en el proceso de elaboración de concreto premezclado, de tal manera, que cuando los equipos paren se ejecuten las tareas de mantenimiento preventivo necesarias para optimizar los recursos de mantenimiento mecánico y eléctrico.

Se realiza un diagnóstico integral, de tipo cuantitativo y cualitativo, basado en entrevistas semiestructuradas a los expertos en el área y observación directa al sistema de gestión de mantenimiento actual, cuyos resultados indican que se encuentra en una situación desfavorable, así como también la inclusión de los trabajadores de la planta mediante entrevistas semiestructuradas, lo cual conduce a recabar información de primera mano sobre la situación actual.

La planta se clasifica por zonas, en las cuales se describen también los equipos y componentes para un mayor detalle en la descripción de la función, en la falla funcional, en el modo de falla y en la consecuencia de la misma y a su vez, en se convierte en una estructura taxonómica de acuerdo a la norma ISO 14224, lo que permite representar a través de información documentada los equipos que componen el sistema productivo, de donde se interfiere una administración controlada de las acciones dirigidas a su conservación.

El AMEF, ayudó a determinar de una manera ordenada y eficiente, cuales son las probables fallas que puede presentar el equipo y cual actividad de mantenimiento preventivo se puede desarrollar con la finalidad de evitar paradas no programadas, y en consecuencia evitar las pérdidas de producción. El análisis de la metodología RCM permite obtener una información completa de las causas de las fallas, en el caso de la empresa Concretos los Llanos C.A., analizando cuales son las consecuencias de estas fallas mediante el diagrama lógico de decisiones permite definir las tareas de mantenimiento específicas para poder eliminarlas.

Además, se realizó un análisis técnico-operativo mediante el cálculo del indicador efectividad total del equipo (ETE) para obtener así la capacidad real para producir, el rendimiento del proceso y la disponibilidad de los equipos, de donde resulta un porcentaje del 78.86% de ETE lo que se considera aceptable. De la misma manera se llevó a cabo un análisis económico a través de un indicador denominado Retorno de la Inversión (ROI) para medir el rendimiento económico que se obtiene al realizar la inversión, lo que da como resultado un valor del 200%, es decir que, este caso la inversión es insignificante frente a los beneficios.

Por último pero no menos importante, se efectúa un análisis del impacto ambiental. El mantenimiento preventivo busca, en definitiva, evitar el envejecimiento prematuro de los equipos de forma que no se dé lugar a condiciones de trabajo por debajo del estándar del propio equipo/instalación, lo que de producirse, llevaría a pérdidas importantes, asociadas en gran parte a impactos ambientales como, emisiones contaminantes, sobreproducción de residuos, contaminación de suelos y aguas, o el uso innecesario de recursos naturales (energía, agua, materia primas). Razón por la cual, el efecto ecológico del mantenimiento se garantiza mediante la gestión eficaz y eficiente de éste y su mejoramiento continuo dentro del plan propuesto.

RECOMENDACIONES

En primer lugar, se recomienda hacer una revisión de los planes de mantenimiento preventivo anualmente, debido a que los equipos están sometidos a procesos naturales de deterioro, a cambios progresivos de los parámetros operacionales y a variaciones de los costos de mantenimiento.

La taxonomía de equipos-sistema debe ser tomada en cuenta para decisiones futuras dentro del marco del plan de gestión de mantenimiento, puesto que provee información útil para la gestión de los activos

De la misma manera, se sugiere extender la aplicación de ésta metodología, para la elaboración de planes de mantenimiento preventivos en otros equipos y en otras plantas; promover el entrenamiento y capacitación al personal en el uso de metodologías de confiabilidad y mantenimiento, y asegurarse de la transmisión de estos conocimientos a los nuevos ingresos, con la finalidad de mantener un nivel de conocimiento sustentable y sostenible en el tiempo.

Finalmente, es necesario que las frecuencias de supervisión estén acompañadas de formatos de chequeo de modo que se cuente con un registro para establecer decisiones basadas en evidencias objetivas, que a su vez sirvan como elementos de partida para la mejora continua.

REFERENCIAS

- Altmann, C. (2009). **¿Cómo mejorar la confiabilidad de un sistema complejo?**
Revista Protección y Seguridad, 55(325), 59-68.
- Arias, F. G. (2006). **El proyecto de la investigación: Introducción a la metodología científica.** 5a. edición. Caracas: Editorial Episteme.
- Balestrini, M. (2002) **Como se Elabora el Proyecto de Investigación.** Bl Consultores Asociados. 6a edición. Caracas, Venezuela.
- Bazovsky, I. (2004). **Reliabilitytheory and practice,** 1a edición, 11-121, Dover Publications, Nueva York, EE. UU.
- Bernoconi, E. (2012). Información en línea. **Analizando Fallas** (<http://analizandofallas.blogspot.com>). Consulta realizada el día 28 de octubre 2021.
- Bupe, C. (2015). **Anassessment of theeffectiveness of equipmentmaintenancepractices in publichospitals.**Recuperado de <https://bit.ly/2NYXbg7>.
- Carro, R. y González, D. (2012). **Productividad y competitividad.** [Recurso de Aprendizaje]
- Cervo y Bervian. (1989). **Metodología científica** (5ta. Ed.). McGrawn Hills, Mexico.
- Duffuaa, S. Raouf, A y Dixon J. (2007) **Sistemas de Mantenimiento. Planeación y Control.** México: Editorial LIMUSA, S.A. de C.V
- F. Stanley Nowlan y Howard F. **Heap. ReliabilityCenteredMaintenance.** Diciembre 29, 1978, EE. UU. Departamento de comercio, servicio de información técnica nacional. Producido por Dolby Access Press.
- Ferrater, J. (1990). **Diccionario de filosofía** (1a. ed.). Madrid: Alianz

- Gutiérrez, C. (2019) **Plan de gestión de mantenimiento basado en la metodología RCM para mejorar la disponibilidad de bombas concreterasputzmeister.** Caso: Concretos Supermix S.A. Tesis de grado. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú.
- Hurtado, J. (2007) **El proyecto de investigación.** Metodología de la investigación Holística, Caracas (Venezuela): 5ta edición, Sypal-Quiron ediciones.
- Instituto Mexicano Del Cemento y del Concreto (2004) **Conceptos básicos del concreto.** México: IMCYC.
- Jiménez, K. y Milano, T. (2007) **Planificación y gestión del Mantenimiento Industrial.** Un enfoque estratégico y operativo. Caracas: Editorial Panapo Venezuela, C.A.
- Larrasco, M. (2017). **Indicadores de consumo.** Federación Iberoamericana de Hormigón Premezclado
- Malave, L. (2008). **Proponer la Metodología de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad para los sistemas de enfriamiento de los transformadores de excitación en las unidades generadoras de la Central Hidroeléctrica Caruachi.** Puerto Ordaz, Venezuela. UGMA.
- Méndez, C. (2007). **Metodología, Diseño y desarrollo del proceso de Investigación.** Colombia: McGraw Hill Interamericana S.A.
- Molina, J. (2008) **Mantenimiento y Seguridad Industrial.** [Página en línea].
Extraído el 26 de octubre del 2021 desde
<http://www.mantenimientoindustrial.com/mantenimiento-industrial.shtml>.
- Mora, L. A. (2009). **Mantenimiento-planeación, ejecución y control.** Alfaomega Grupo Editor.
- Moubray, J. (2004). **Mantenimiento centrado en confiabilidad.** Gran Bretaña: Aladon ltda.
- Nava J. (2006). **Aplicación práctica a la teoría de mantenimiento.** Mérida Venezuela.

- Nava, V. (2004). **La evaluación de las organizaciones mexicanas certificadas con la norma ISO- 9000- 2000**. México: Tesis Doctoral Universidad La Salle.
- Norma UNE-EN 15341 (2008) **Indicadores clave de rendimiento del mantenimiento.**
- Norma Venezolana COVENIN 2500-93 (1993) **Manual para evaluar los sistemas de mantenimiento en la industria.**
- Norma Venezolana COVENIN 3049-93 (1993) **Mantenimiento. Definiciones**
- Norma Venezolana COVENIN 633-2001 (2001) **Concreto premezclado y sus requisitos.**
- Organización Internacional de Normalización, ISO 14224: **Industrias del petróleo, petroquímica y gas natural – Recolección e intercambio de data de confiabilidad y mantenimiento para equipos**, 3 ed., Ginebra: ISO, 2016.
- PDVSA (2013). Norma Técnica N° MM-02-02-02. **Administración de Planes de Mantenimiento Preventivo.**
- Peña, F. (2018) **Plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad de los equipos del proceso productivo en una empresa de manufactura de papel.** Tesis de grado. Universidad Católica Andrés Bello, Caracas, Venezuela.
- Peña, I. (2016) **Diseño de un plan de mantenimiento de la flota de vehículos asignados a los vendedores que cubren el sector oeste de la zona metropolitana de Caracas, pertenecientes a una empresa de alimentos de consumo masivo.** Tesis de grado. Universidad Católica Andrés Bello, Caracas, Venezuela.
- Prando, R. (1996). **Manual de Gestión de Mantenimiento a la medida.** [Libro en línea]. Consultado el 28 de octubre de 2021 en:
<http://es.scribd.com/doc/49025917/Manual-de-gestion-de-mantenimiento-Raúl-Prando>.

- Rodriguez, J. (2008). **Gestión del Mantenimiento – Introducción a la teoría del mantenimiento**. Sitio web: <http://es.scribd.com/doc/7497765/Gestion-del-Mantenimiento>
- Sabino, C. (1992). **El proceso de la investigación**. Editorial Panamericana. Caracas.
- Sánchez, A. (2017) **Propuesta de un plan de mantenimiento centrado en confiabilidad, en las bombas G-4204 A/B de la unidad de THDA**. Tesis de grado. Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela
- Sociedad de Ingenieros Automotrices (2002) **Una Guía para la Norma de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (JA1011)**
- Sociedad de Ingenieros Automotrices, SAE JA1011: **Criterios de evaluación para procesos de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM)**, 2 ed., Warrendale: SAE International, 2009.
- Tamayo y Tamayo, M. (2003). **El proceso de la Investigación Científica**. México, D.F. (México): Editorial Limusa.
- Valera, V. (2016) **Gestión de mantenimiento centrado en confiabilidad para una maquina papelera**. Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela.
- Villarroel, H. (2014). **Estrategias metacognitivas para el análisis de falla en la unidad curricular optimización del mantenimiento del Proyecto Ingeniera en Mantenimiento Mecánico de UNERMB**. Trabajo de Grado. Universidad Nacional Experimental Rafael María Baralt, Cabimas, Venezuela.

ANEXOS



CONLLANOS
Concretos Los Llanos C.A.

Anexo A: Logo de la empresa



Anexo B: Empleados de la empresa