



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
TRABAJO DE GRADO**



DISEÑO DE UN PLAN DE MEJORAS AL MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANUAL EN LA GERENCIA DE MANEJO DE MATERIALES DE C.V.G. BAUXILUM

Tutor Académico: MSc. Ing. Iván Turmero

Tutor Industrial: Ing. Yovany Quiroz

Autor: Duannys Muñoz

CIUDAD GUAYANA, MARZO DE 2017



- 1 **INTRODUCCION**
- 2 **EL PROBLEMA**
- 3 **DISEÑO METODOLÓGICO**
- 4 **SITUACIÓN ACTUAL**
- 5 **ANÁLISIS DE RESULTADOS**
- 6 **CONCLUSIONES**
- 7 **RECOMENDACIONES**



INTRODUCCIÓN



En la actualidad el mundo está pasando por un momento de globalización a todo nivel, haciendo que cada vez los mercados se hagan más competitivos, forzando a las Industrias a elevar los estándares de calidad que permitan competir en iguales condiciones, con las demás organizaciones.

En el año 2006, se implementó un nuevo sistema para el registro del mantenimiento preventivo anual llamado sistema SAP, que permitiera grandes mejoras en el manejo de información con todo lo referente a los planes de mantenimiento, esto a su vez trajo una gran desorganización debido a que no todo el personal conoce el funcionamiento y métodos de entrada a dicho programa.

El departamento de manejo de materiales es parte fundamental de la actividad, debido que en ese almacén se transporta la materia prima Bauxita, por medio de cintas transportadoras a planta para ser procesada y obtener la alumina, materia prima para la corporación del aluminio, por ende se debe de tener la operatividad de todos los equipos, para garantizar el proceso productivo.

Por otra parte, se debe resaltar que para el levantamiento de planes de mantenimiento, se tuvieron ciertas limitantes, tales como el horario establecido para la realización de esta actividad y fallas en las unidades de transporte.



EL PROBLEMA

La empresa C.V.G BAUXILUM nace en el año 1994, de la unión de las empresas BAUXIVEN e INTERALUMINA, está conformada por la mina, donde se realiza la explotación de los yacimientos del mineral, con una capacidad de 6 millones de toneladas al año y la operadora de alúmina cuyo objetivo es transformar la bauxita por medio del proceso Bayer, en alúmina en grado metalúrgico y su capacidad instalada es de 2 millones de toneladas al año.

El plan de mantenimiento preventivo anual para estas áreas se encuentra en el sistema SAP, pero de manera muy general, no especificando qué actividades deben realizarse y algunos mantenimientos preventivos no han sido cargados, debido a que esos planes se realizaron en el año 2006, su frecuencia pudo haber variado por el deterioro de las máquinas, esto se debe a que muchos de los equipos ya han cumplido su vida útil y están en la zona de desgaste generando a su vez que aumente el número de fallas por año; otras fallas de los equipos se generan por un mal uso de parte de los operadores y en ocasiones no se cuenta con las herramientas y materiales para realizar el mantenimiento de forma eficiente.



Este trabajo de investigación va orientado a realizar un plan de mejora del mantenimiento preventivo anual gerencia de Manejo de Materiales en la empresa, C.V.G BAUXILUM, con la finalidad de entregar resultados adaptados su realidad y mejorar el funcionamiento operativo en las seis (6) áreas de las cuales es responsable la gerencia



OBJETIVO GENERAL



Diseñar un plan de mejoras al mantenimiento preventivo anual en la Gerencia de Manejo de Materiales de C.V.G BAUXILUM.





OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.** Diagnosticar la situación actual del mantenimiento en la Gerencia de Manejo de Materiales.
- 2.** Analizar la gestión del mantenimiento a través de la Norma Venezolana COVENIN (NCV) ISO-2500-93.
- 3.** Realizar un análisis de modo y efecto de fallas (AMEF) a los equipos empleados en el área de Manejo de Materiales.
- 4.** Definir los indicadores básicos para el mantenimiento preventivo anual.
- 5.** Efectuar un análisis de criticidad a los equipos con mayor ocurrencia de fallas.
- 6.** Proponer la metodología de las 5' s al área de manejo de materiales.
- 7.** Proponer el ciclo PDCA para la mejora continua en el mantenimiento preventivo.

JUSTIFICACIÓN

El plan de mejora al mantenimiento preventivo anual en la Gerencia de Manejo de Materiales C.V.G BAUXILUM, se considera necesario por el aporte que este puede generar en cuanto a organización, mejoras en la ejecución de los mantenimientos, mejor distribución de carga de trabajo, reducción de costos, determinar cuáles son las fallas de los equipos y por qué están siendo ocasionadas; por otra parte C.V.G BAUXILUM procura seguir estándares que mantengan a su vez un nivel de calidad de gestión óptimo.

ALCANCE

La presente investigación se realizó en la Gerencia de Manejo de Materiales que comprende las áreas 71, 72, 77, 78, 16 y 32 en C.V.G BAUXILUM, ubicada en la zona industrial Matanzas, Puerto Ordaz, estado Bolívar, con el propósito de recopilar toda la información necesaria para la elaboración de un plan de mejora del mantenimiento preventivo anual a través de un diagnostico general de los equipos de las diferentes áreas ya mencionadas, realizando también un análisis de modo y efecto de fallas (AMEF) a los equipos empleados, además de efectuar un análisis de criticidad a los equipos con mayor ocurrencia de fallas.



DISEÑO METODOLÓGICO



Tipo de estudio



Este trabajo corresponde a un tipo de investigación descriptiva, Tiene como objetivo describir, registrar, analizar e interpretar la situación actual en la gerencia de manejo de materiales, investigación proyectiva Debido a la problemática que se ha generado en la Gerencia de Manejo de Materiales con respecto al plan anual preventivo, se busca dar respuesta a través del estudio realizado, pero no necesariamente será ejecutado.

Diseño de la investigación



Esta investigación se realizó, en la gerencia de manejo de materiales, la cual se encarga de la planificación y ejecución de los mantenimientos preventivos a distintas áreas de la planta. Por lo que el diseño es no experimental de campo.

DISEÑO METODOLÓGICO



POBLACIÓN

- Para el cumplimiento de los objetivos redactados para la elaboración de un plan de mejora del mantenimiento preventivo anual en la gerencia de manejo de materiales C.V.G BAUXILUM, se tomara como población toda la gerencia de manejo de materiales que incluyen el área 16, 32, 71, 72, 77 y 78, las cuales cuentan con los siguientes departamentos: Departamentode sistema y control, Mecánica y Electricidad, dividido en cuadrilla las cuales son Mecánica de Muelle (1), Lubricación (4), Electricidad (4), Soldadura (4), Instrumentación(4), Mecánica A. planta (1) Mecánica Silo (2).



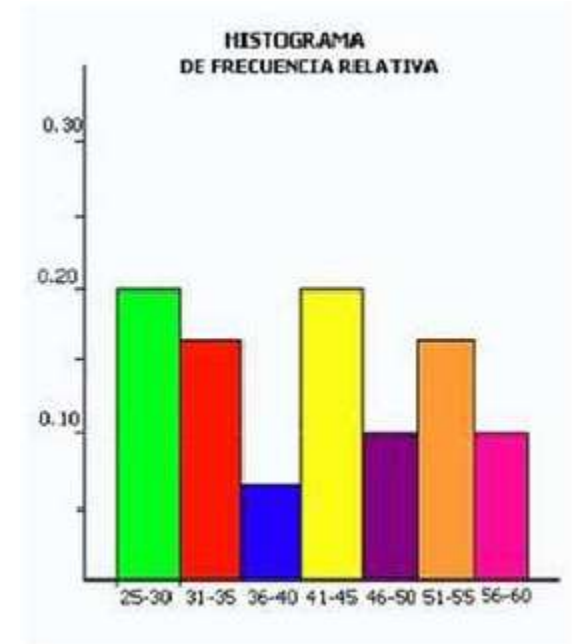
MUESTRA

- La muestra está conformada por el Recuperador SR71-1 y las cintas transportadoras que son los equipos de mayor criticidad dentro de la gerencia, para esto equipos se contó con el apoyo de 4 operadores y 8 mantenedores.

PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

1.Diagnosticar la situación actual del mantenimiento en la gerencia de manejo de materiales.

Se realizara un seguimiento y estudio al plan actual de mantenimiento preventivo anual, que se encuentra cargado en el sistema SAP, se documentara y se comparara las frecuencias de los mantenimientos con los tomados a través de entrevista a los operadores, mantenedores, supervisores, planos y manuales, de esta manera tener una mejor perspectiva a cerca del mantenimiento de los equipos y cuál sería la frecuencia ideal para realizarlos.



Matriz FODA
Fortaleza Debilidades

Oportunidades

Amenazas

Oportunidades		
Amenazas		

PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

2. Evaluar la gestión del mantenimiento a través NCV ISO-2500-93.

Los aspectos que presenta esta norma, son los criterios para la ponderación del principio básico que se establecen mediante entrevistas con el sector dirigente de la empresa, y para la ponderación de los deméritos, que se realiza a través de una investigación sobre cada aspecto en cual hace referencia la norma para poder colocar la puntuación máxima.

Porcentaje(%)	Diagnósticodel sistema
<=40	Deficiente
40-60	Aceptablepero Mejorable
61-80	Bueno
81-90	MuyBueno
90-100	Excelente

- ♦ Organización de la empresa.
- ♦ Organización del mantenimiento.
- ♦ Planificación del mantenimiento.
- ♦ Mantenimiento rutinario.
- ♦ Mantenimiento programado.
- ♦ Mantenimiento circunstancial.
- ♦ Mantenimiento correctivo.
- ♦ Mantenimiento preventivo.
- ♦ Mantenimiento por avería.
- ♦ Apoyo logístico.
- ♦ Recursos.

PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

3. Realizar un análisis de modo y efecto de fallas (AMEF) a los equipos empleados en el manejo de materiales.

- 1) Determine el producto o proceso a analizar
 - 2) Determinar los posibles modos de falla
 - 3) Listar los efectos de cada potencial modo de falla
 - 4) Asignar el grado de severidad de cada efecto Severidad a La consecuencia de que la falla ocurra
 - 5) Asignar el grado de ocurrencia de cada modo de falla Ocurrencia a la probabilidad de que la falla ocurra.
 - 6) Asignar el grado de detección de cada modo de falla Detección a la probabilidad de que falle.
 - 7) Calcular el NPR (Numero Prioritario de Riesgo) de cada efecto
- $$NPR = Severidad * Ocurrencia * Detección$$

$$NPR = Severidad * Ocurrencia * Detección$$

- 8) Priorizar los modos de falla.
- 9) Tomar acciones para eliminar o reducir el riesgo del modo de falla.
- 10) Calcular el nuevo resultado del NPR para revisar si el riesgo ha sido eliminado o reducido

[illegible]

PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

4. Definir los indicadores básicos para el mantenimiento preventivo anual.

Se desarrollaran en este trabajo de investigación los índices de confiabilidad y disponibilidad, en donde se deberán recolectar los siguientes datos:

R: Confiabilidad.

MTBF: Tiempo Medio Entre Fallas.

MTTR: Tiempo Medio Para Reparación.

Se aplicara la siguiente formula:

$$R = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} * 100$$

Para determinar el MTBF y MTTR se usaran las siguientes ecuaciones:

$$MTBF = \frac{HT}{p} * 100, \text{ donde:}$$

HT: horas trabajadas o de marcha durante el periodo de evaluación.

P: número de paros durante el periodo de evaluación

$$MTTR = \frac{HP}{p} * 100, \text{ donde:}$$

HP: horas de paro durante el periodo de evaluación.

Para la disponibilidad se usara la siguiente formula:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{tiempo de produccion total}}{\text{tiempo de produccion posible}}$$

PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

5. Efectuar un análisis de criticidad a los equipos con mayor ocurrencia de fallas.

por lo cual deben definirse las instalaciones, los sistemas y equipos, este método permitirá cuantificar las consecuencias o impacto de fallas y la frecuencia como que se presenta para establecer las tareas de mantenimiento en las aéreas que se estén generando mayor repercusión en la funcionalidad, confiabilidad, mantenibilidad y riesgos con el fin de mitigarlas o eliminarlas por completo.

Para determinar la criticidad de una unidad o equipo se utiliza una matriz de frecuencia por consecuencia de la falla.

En un eje se representara la frecuencia de fallas y en otro los impactos o consecuencias en los cuales incurrirá la unidad o equipo en estudio si le ocurre una falla.

Categoría de frecuencia	5	M	M	A	A	A
	4	M	M	A	A	A
	3	B	M	M	A	A
	2	B	B	M	M	A
	1	B	B	B	M	A
Categoría de consecuencia	1	2	3	4	5	

PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

6. Proponer la metodología de las 5' s al área de manejo de materiales



Clasificación: Se identificarán y se hará una lista de los objetos, su ubicación, cantidad encontrada, posible causa y acción sugerida para su eliminación



Orden: Se realizará un gráfico que muestra la ubicación de los elementos pretendemos ordenar, para este caso las herramientas con las que cuenta la gerencia, lubricantes y manuales de los equipos en los estantes.



Limpieza: La limpieza es parte fundamental de este método para lo cual se enfocará en los equipos de mayor criticidad de la Gerencia.



Estandarización: buscara añadir a los planes de mantenimiento rutinarios los trabajos de limpieza a las cintas transportadoras con el objetivo de tener los equipos en óptimas condiciones, debido a que se trabaja con Bauxita muchos de sus elementos como lo son motor, rotor y tolva pueden ser dañado por el material paralizando el proceso.



Disciplina: A través de este paso se buscara que se mantenga en el tiempo el método de las 5s, dentro de la rutina de los trabajadores.

Lista de los objetos

Item	Objetos	Cantidad	Ubicación	Causas

PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

7. Proponer el Ciclo PDCA para la mejora continua en el mantenimiento preventivo

Se aplicará el ciclo PDCA para la mejora continua del mantenimiento preventivo de la Gerencia de Manejo de Materiales donde se ejecutarán actividades de se analizan posibles mejoras, a los problemas detectados, se estudiarán el impacto que causarán los cambios realizados, luego inspeccionarán los cambios en función a la productividad de la empresa, y por último se aplicará en la empresa los cambios que sean satisfactorios.



Planificar

Se plasmarán los objetos y procesos necesarios para conseguir las mejoras. El plan de mantenimiento preventivo, se apoyará en el estudio del plan de mantenimiento contenido en el SAP, la información recopilada de los manuales y de las entrevistas a las diferentes cuadrillas de la gerencia.

Hacer

Se ajustarán las frecuencias de los equipos de mayor criticidad, se evaluará el plan de mantenimiento contenido en el sistema SAP y los métodos para el cierre de órdenes de trabajo y su cumplimiento.

Verificar

Se propondrá dar seguimiento a lo establecido en este trabajo de investigación con respecto a las mejoras del plan de mantenimiento preventivo anual de la Gerencia de manejo de materiales, esto será evaluado a través de los índices de gestión de mantenimiento como lo son la disponibilidad, confiabilidad y de cierre de órdenes de trabajo, para verificar que se están generando mejores resultados en la Gerencia.

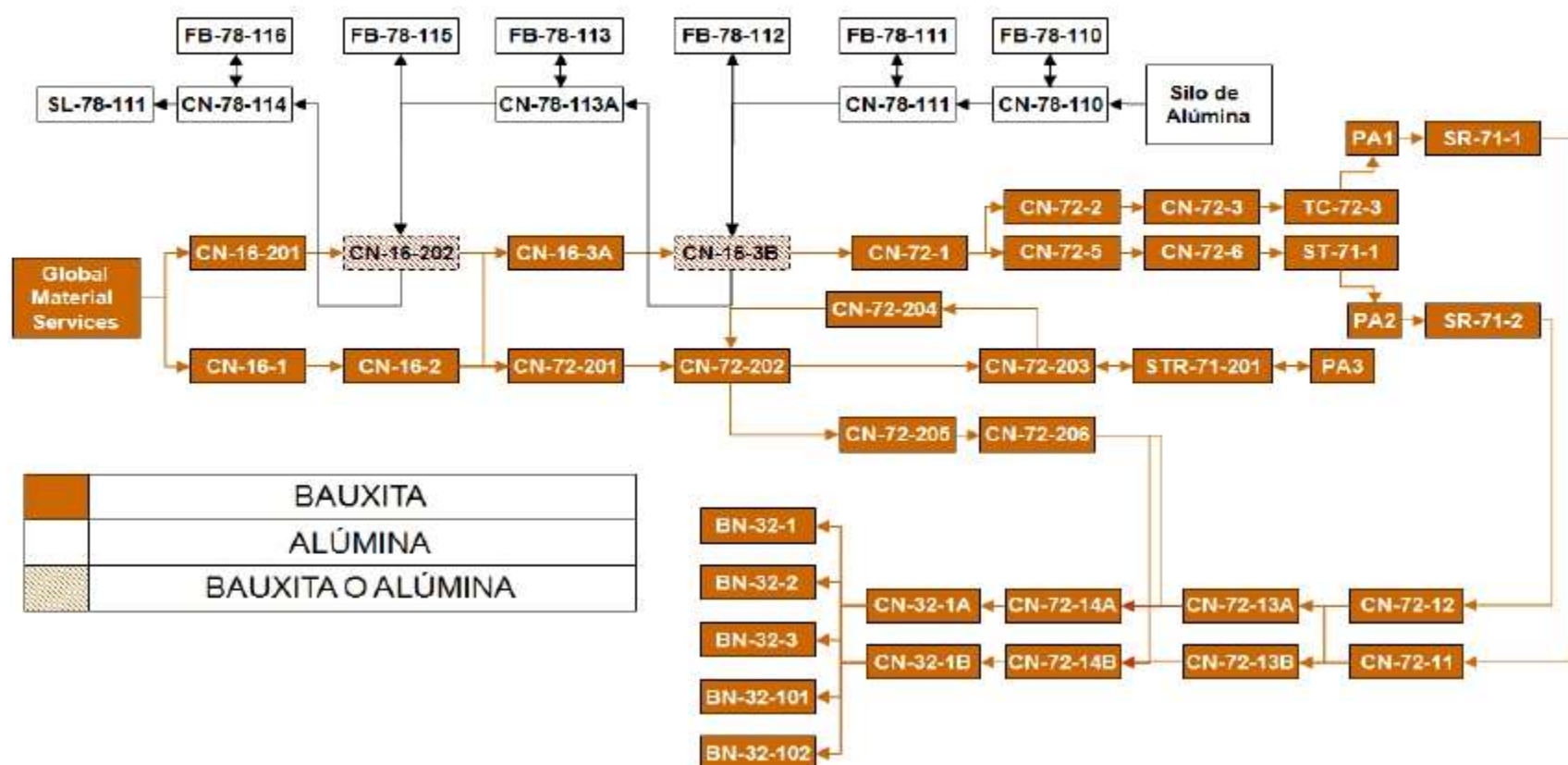
Actuar

Se procederá hacer las modificaciones de las frecuencias y del plan de mantenimiento preventivo anual para el mayor desempeño de los equipos.

SITUACIÓN ACTUAL



FLUJOGRAMA MANEJO DE MATERIALES



SITUACIÓN ACTUAL

PLAN DE MANTENIMIENTO

Nombre	OrdendelMtto	Ubicacióntécnica	Área	mantenimiento preventivo	Hombre	horas hombre	Horas totales	frecuencia (Días)
RECUPERADORSR71-1	G-100000000354	BM-MMA-AREA071-0000SR1	71	Mtto.Mecánico	2	8	16	7
				Mtto.Eléctrico	2	8	16	7
				Mtto.Lubricación	2	8	16	7
				Mtto.Sistema	2	4	8	7
	G-100000002160	BM-MMA-AREA071-0000SR1	71	Mtto.Mecánico	2	8	16	variaciones
				Mtto.Eléctrico	2	8	16	variaciones
				Mtto.lubricación	2	8	16	variaciones
				Mtto.sistema	2	4	8	variaciones
RECUPERADORSR71-2	G-100000000940	BM-MMA-AREA071-0000SR2	71	Mtto.Mecánico	2	8	16	7
				Mtto.eléctrico	2	8	16	7
				Mtto.lubricación	2	8	16	7
				Mtto.sistema	2	4	8	7
APILADOR/RECUPERADOR(PA3)	G-100000000942	BM-MMA-AREA071-00SR201	71	Mtto.Mecánico	2	0,5	1	7
				Mtto.eléctrico	1	1	1	7
				Mtto.Soldadura	2	0,5	1	7
				Mtto.sistema	1	1	1	7
				Mttoinstrumentación	1	1	1	7

SITUACIÓN ACTUAL

PLAN DE MANTENIMIENTO

		AREA072-0000P2B						
BOMBA DE POLÍMERO	N/A	BM-MMA- AREA072-0000P2C	72	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
RECUPERADOR INDOOR SR1	G- 1000000 00404	BM-MMA- AREA072-0000SR1	72	Mtto. Mecánico	2	8	16	7
				Mtto. eléctrico	2	8	16	7
				Mtto. lubricación	2	8	16	7
				Mtto. sistema	2	4	8	7
	G- 1000000 00975	BM-MMA- AREA072-0000SR1	72	Mtto. Mecánico	2	8	16	7
				Mtto. eléctrico	2	8	16	7
				Mtto. lubricación	2	8	16	7
				Mtto. sistema	2	4	8	7
SISTEMA DE PESAJE APILADOR	G- 1000000 00070	BM-MMA- AREA072- 0000SR1-WIT0129	72	N/A	2	2	4	84
RECUPERADOR OUTDOOR SR2	G- 1000000 00405	BM-MMA- AREA072-0000SR2	72	Mtto. Mecánico	N/A	N/A	N/A	N/A
				Mtto. eléctrico	N/A	N/A	N/A	N/A
				Mtto. lubricación	N/A	N/A	N/A	N/A
				Mtto. sistema	N/A	N/A	N/A	N/A
SISTEMA DE PESAJE APILADOR	G- 1000000 00071	BM-MMA- AREA072- 0000SR1-WIT0130	72	Mtto instrumentación	2	2	4	84
APILADOR	N/A	BM-MMA- AREA072-0000ST1	72	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
TRIPPER CAR	G- 1000000 00924	BM-MMA- AREA072-0000TC3	72	Mtto. eléctrico	2	8	16	15
				Mtto. Mecánico				15
				Mtto. lubricación	2	8	16	15

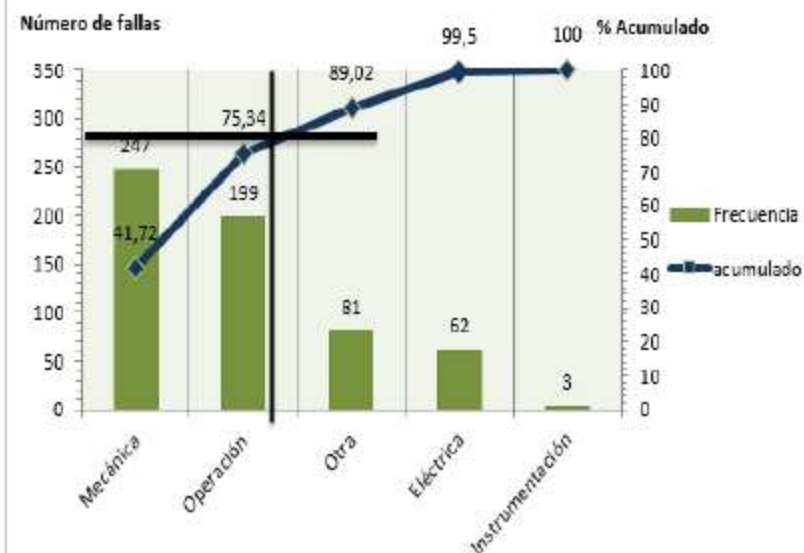
SITUACIÓN ACTUAL

Número de fallas anuales



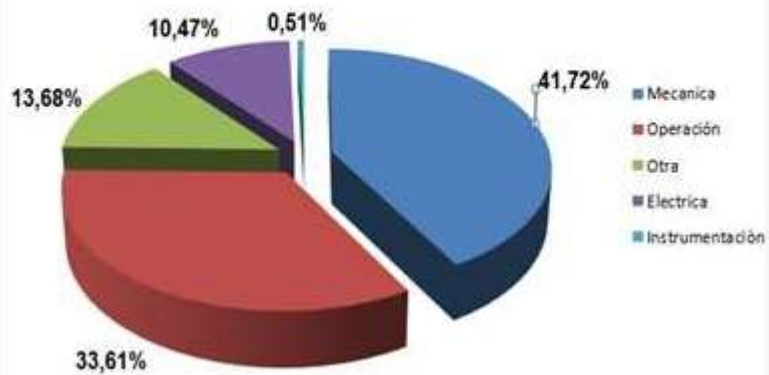
Tipo de fallas	Número de Fallas	Porcentaje (%)	Acumulado
Mecánica	247	41,722973	41,722973
Operación	199	33,6148649	75,3378378
Otra	81	13,6824324	89,0202703
Eléctrica	62	10,472973	99,4932432
Instrumentación	3	0,50675676	100
Total	692	100	100

Diagrama de Pareto

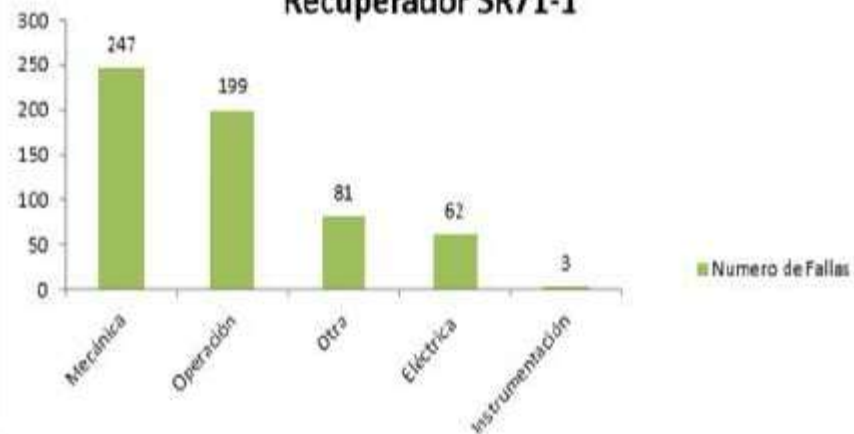


SITUACIÓN ACTUAL

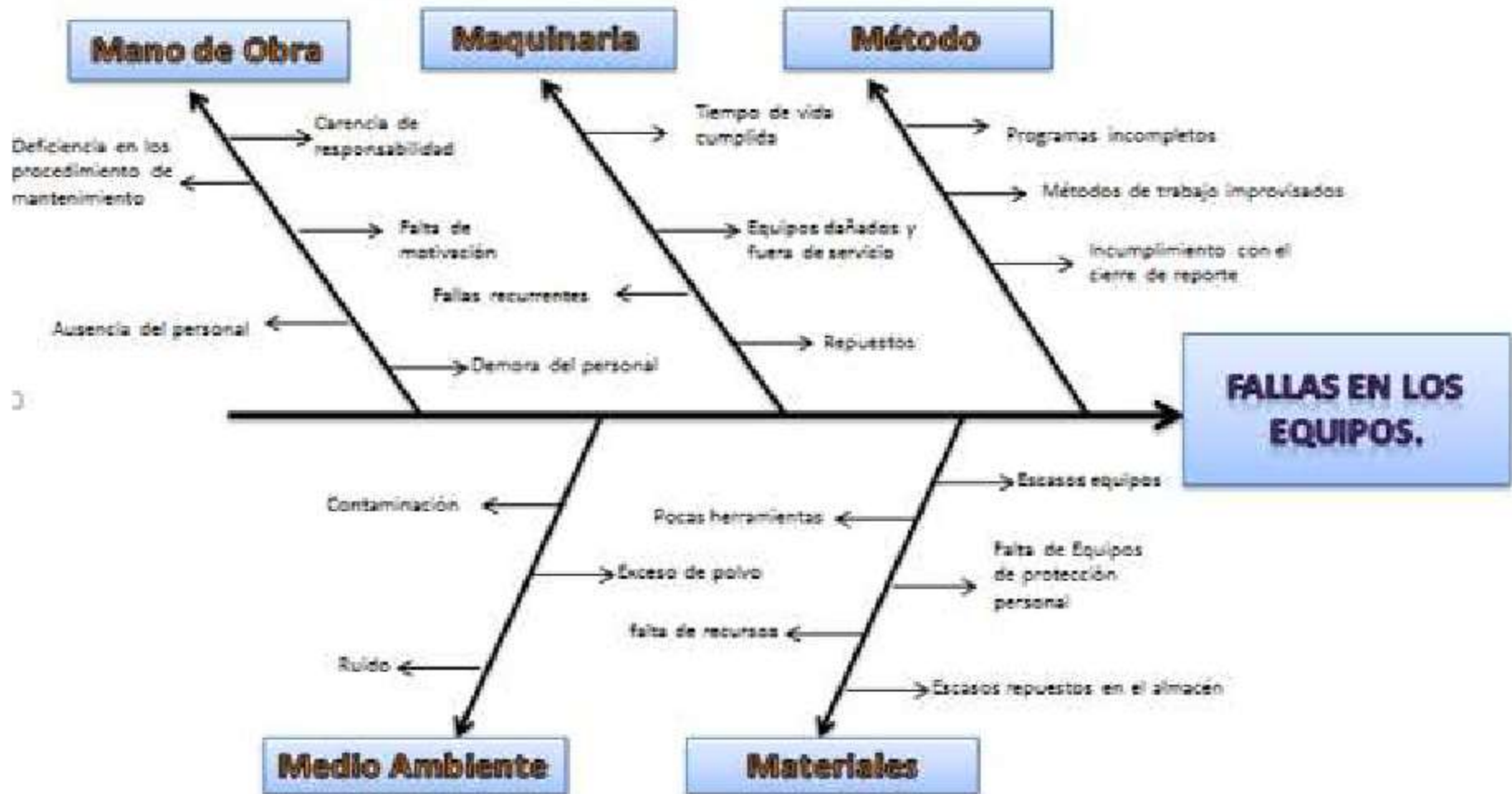
Porcentaje de Fallas cintas transportadoras y Recuperador SR71-1



Tipos de fallas de las cintas transportadoras y Recuperador SR71-1



SITUACIÓN ACTUAL



SITUACIÓN ACTUAL

Análisis de la matriz FODA.

FODA de la Gerencia de Manejo de Materiales, considerando los cuatros elementos descritos anteriormente.

<div>Interno</div> <div>Externo</div>	FORTALEZAS	DEBILIDADES
	F₁ Personal calificado F₂ Equipos de trabajo F₃ personal comprometido F₄ Supervisor con experiencia F₅ Compañerismo	D₁ Ausencia del personal D₂ Pocas herramientas D₃ Insuficiencia en capacitación D₄ Diferencia de salarios D₅ sistema SAP desactualizado
OPORTUNIDADES O₁ Convenio con empresas naciones e internacionales. O₂ Oferta constante de pasantes y aprendices	FO	DO
AMENAZAS A₁ Situación financiera A₂ Entorno económico inestable en el país. A₃ Poca inversión en equipos y maquinaria	FA	DA

SITUACIÓN ACTUAL

[illegible]

SITUACIÓN ACTUAL

[illegible]

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Diagnosticar la situación actual del mantenimiento en la gerencia de manejo de materiales.

<div>Interno</div> <div>Externo</div>	FORTALEZAS	DEBILIDADES
	F ₁ Personal calificado F ₂ Equipos de trabajo F ₃ personal comprometido F ₄ Supervisor con experiencia F ₅ Compañerismo	D ₁ Ausencia del personal D ₂ Pocas herramientas D ₃ Insuficiencia en capacitación D ₄ Diferencia de salarios D ₅ sistema SAP desactualizado D ₆ Baja comunicación.
OPORTUNIDADES O ₁ Convenio con empresas naciones e internacionales. O ₂ Oferta constante de pasantes y aprendices	Realizar estudios para evaluar los desempeños a los trabajadores. Proporcionar espacios de relajación.	Gestionar los transmites para obtener un sistema de transporte para las rutas afectadas. Gestionar la personal a todo el personal de la Gerencia Revisar las tabulaciones de salarios. Gestionar la adquisición de herramientas.
AMENAZAS A ₁ Situación financiera A ₂ Inestabilidad económica en el país. A ₃ Poca inversión en equipos y maquinaria	Realizar estudios económicos, para determinar la rentabilidad de la empresa. Ejecutar los planes de mantenimiento según lo establecido.	Realizar un analisis de costo-beneficio. Actualizar el sistema SAP, en cuanto a sus planes de mantenimiento.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Evaluar la gestión del mantenimiento a través
NCV ISO-2500-93.

Análisis cuantitativo del mantenimiento por áreas

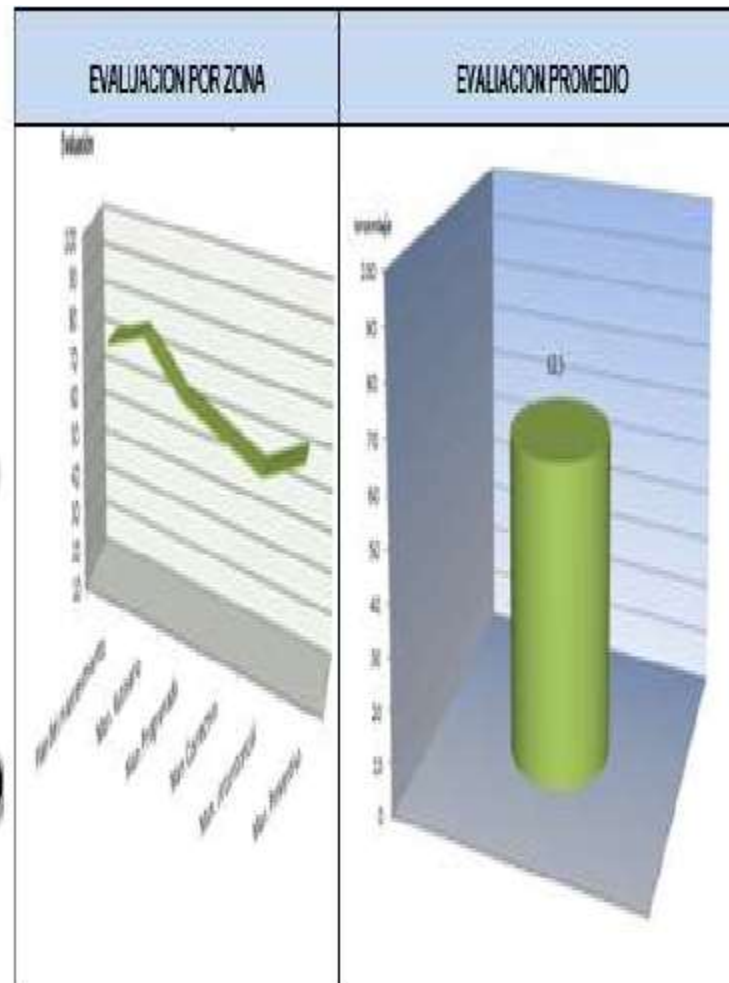
Porcentaje (%)	Diagnóstico del sistema
<=40	Deficiente
41-60	Aceptable pero Mejorable
61-80	Bueno
81-90	Muy Bueno
91-100	Excelente

Área VIII. Mantenimiento preventivo (56,00%)

la empresa cuenta con el apoyo de los diferentes recursos para la determinación de parámetros de mantenimiento, se tienen estudios estadístico para determinar frecuencia de las revisiones y sustituciones de piezas, además de contar con el personal calificado para la ejecución de las actividades, su porcentaje es aceptable pero mejorable en los aspectos de recolección de información para que se usen otros indicadores de mantenimiento como lo puede ser el de mantenibilidad, actualización de los planes de mantenimiento en el sistema SAP, debido a que muchas de sus frecuencia no están acorde a la realidad, esto se debe a que la información recopilada no permite evaluar el mantenimiento ni mejorar los defectos del plan, las ordenes de trabajo se emiten con anticipación, pero no se cierran en el tiempo adecuado, para esto también se recomienda realizar análisis de modos efectos y fallas (AMEF), para realizar planes de mantenimiento mucho más cuidadoso para evitar graves fallas.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Item	Area o proceso de la empresa	Principio Básico	% Evaluación	% Brechas	Estrategias de Alto Nivel para Cerrar la Brecha
Identificación	Planificación del mantenimiento	Políticas para la planificación	71,42	28,58	Implementar estrategias para el control y supervisión de los planes de Mantenimiento y afianzar en el personal los criterios de las políticas de mantenimiento establecidas mediante charlas informativas.
	Mantenimiento rutinario	Planificación	77,00	23,00	establecer junto con la ayuda de los planificadores, operadores y mantenedores un plan rutinario de acción para las fallas más frecuentes en el sistema.
	Mantenimiento programado	Planificación	65,00	35,00	Realizar un análisis cuantitativo de las frecuencias de los equipos para mejorar la programación, de esta manera acortar esta brecha, teniendo como prioridad fortalecer la deficiencia en cuanto a manuales y protocolos de todos los equipos.
	Mantenimiento correctivo	Planificación	60,00	40,00	Registrar brechas en la ejecución de los mantenimientos correctivos, realizar una programación de acciones que se ejecutan, coordinar una mejor distribución del tiempo para dichos mantenimientos.
	Mantenimiento Preventivo	Determinación de parámetros	55,00	45,00	Realizar un análisis de modo de fallas, efectos y consecuencias (AMFEC), estos nos ayudara a identificar cuáles son los equipos de mayor criticidad y las fallas más frecuente que suelen presentar.
	Mantenimiento preventivo	Planificación	62,50	27,50	Realizar un estudio con el fin de analizar aquellos elementos críticos de mantenimiento que requieren un cuidadoso plan preventivo con el fin de evitar fallas graves en el sistema de descarga, almacenamiento y alimentación a planta.
Valor promedio:			62,50		



ANÁLISIS DE RESULTADOS

Realizar un análisis de modo y efecto de fallas (AMEF) empleado para el
Recuperador SR71-1

FALLA POTENCIAL			EVALUACIÓN				Tarea recomendada	FREC.
Posibles fallas	Posibles causas del modo de falla.	Describir los efectos de las fallas.	O	S	D	N P R		
Desgaste dientes raspadores	Debido a su uso diario y por las horas se desgastan rápidamente los dientes raspadores del material de Bauxita.	Arrastre de material no adecuado a las cintas transportadora	77	33	44	84	Revisar semanalmente, puede estar siendo afectado por el sistema de lubricación	Semanal
Desgaste en paletas principales y auxiliares	Daño y cambio de las paletas de arrastre de material	Deficiente funcionamiento de arrastre debido a que las paletas por el desgastes son desprendida de la fijación a la pluma.	77	33	44	84	Realizar estudios para detectar el tiempo de vida de las paletas, y si está siendo afectado por algún otro elemento del equipo que no esté funcionando correctamente.	Semanal
Falla en la rueda de la cadena principal	Desgaste las piezas.	Parada del recuperador.	55	55	55	200	Revisar semanalmente.	Mensual
Desgaste de los tornillos de la paletas	Tiempo de uso rutinario	Aflojan y se separan de las paletas de la pluma principal y auxiliar	6	4	5	120	Chequear en los manuales del equipo el torque que se le debe aplicar a cada tornillo.	Semanal
Sistema de lubricación	Sistema obsoleto, tiempo de vida cumplido, mantenimientos no ejecutados	Deficiente distribución de lubricación a cadena principal, adaptación de un sistema manual con poca eficiencia	9	5	6	270	Realizar estudios para evaluar el sistema de lubricación del equipo.	Semanal
Daños en los sensores	Por tiempo de uso en algunos casos por acumulación de material, cables partidos.	Parada del equipo por seguridad y sustitución del equipo	3	8	8	192	Comprobar apertura y cierre correcto de los contactos. Solo cambiar cuando se dañen.	Semestral

ANÁLISIS DE RESULTADOS

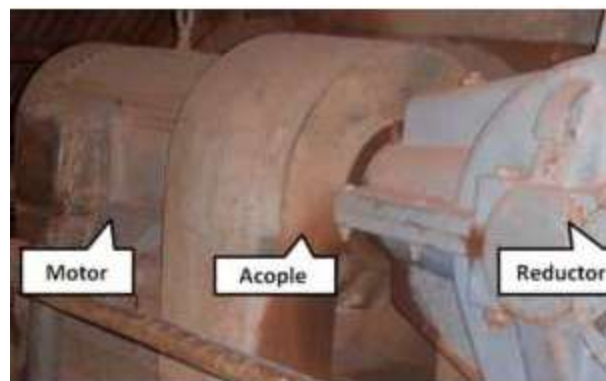


ANÁLISIS DE RESULTADOS

Realizar un análisis de modo y efecto de fallas (AMEF) empleado para las Cintas transportadoras.

FALLA POTENCIAL			EVALUACIÓN				Tarea recomendada	FREC.
Posibles fallas	Posibles causas del modo de falla.	Describir los efectos de las fallas	O	S	D	N P R		
Falla en el motor de la cinta transportadora	Ocasiona demoras en el proceso de almacenamiento de Bauxita, debido a causas de desmontar motor, reubicar y su posterior cambio.	Falla de arranque de cinta, como también parada de todo el circuito en donde se encuentra ubicada la cinta y cambio de frenos y estado de almacenamiento.	7	3	4	189	chequear niveles de lubricación y si es el lubricante que sugiere el manual del proveedor	2 meses
Falla en banda transportadora	Deficiente reparación de la cinta a través de los métodos de grapas o vulcanizado, uso inadecuado de los operadores y mantenimiento no ejecutados, ocasionan rotura en las cintas, desmandamiento ocasionados por rodillos dañados, alineación incorrecta de los tambores o exceso de material.	Derrame de material, para de la cinta, demoras en el traslado del material, Horas de trabajo adicionales cambio de rodillos y alinear tambores.	5	10	7	350	chequear la tensión de las bandas, Cuidar la limpieza debajo de la banda y evitar que no haya caída de material sobre el ramal inferior, esto causa graves consecuencias	Trimestra
Falla en banda transportadora	Cepillo primario desgastado por tiempo de uso.	Parada de la cinta transportadora por corto tiempo.	6	8	5	240	chequear estado de los cepillos de la banda transportadora y realizar cambios.	Semanal
Daños de sensores	Parada del proceso de almacenamiento, pérdida de horas hombre por detección de la falla, desmontaje y cambio de sensores de velocidad y de tolva llena.	Parada de todo el circuito en donde se encuentra la cinta y por ende demoras en el proceso de traslado de material.	2	9	10	180	Comprobar apertura y cierre correcto de los contactos. Solo cambiar cuando se dañen.	Mensual
Falla el reductor de la cinta	tiempo de vida cumplida, en algunos casos mantenimiento no ejecutados con el procedimiento correspondiente	Parada del circuito de cinta transportadoras, demoras en la descarga de Bauxita	2	7	9	126	Limpieza de los filtros siguiendo las instrucciones FLENDER incluidas en el manual.	2 Meses
Tolva llena	Exceso de material accionando sensor de tolva llena, o material mojado	Activación del sensor de tolva llena y parada de la cinta transportadora.	6	6	5	180	Limpieza general de todos los equipos asociados a las cintas buscando eliminar el exceso de material, en la tolva verificar durante el paso del material el estado de la tolva.	Semanal
Fallas eléctricas	Algunas de las fallas eléctricas son causadas por deficiencia de tensión, mantenimiento no ejecutado y deficiencia en las tareas de inspección.	Daños en equipos asociados a la cinta, activación de los sensores de seguridad y parada del circuito de la cinta transportadora.	2	8	6	96	chequear todos los circuitos y lasos eléctricos, con mayor importancia los equipos y sensores de seguridad	Mensual

ANÁLISIS DE RESULTADOS



ANÁLISIS DE RESULTADOS

Definir los indicadores básicos para el mantenimiento preventivo anual.

Calculo del promedio mensual de fallas

$$\text{Promedio mensual recuperador} = \frac{\text{número de fallas}}{12}$$

$$\text{Promedio mensual} = 0,4176$$

$$\text{Promedio mensual C. transportadoras} = \frac{\text{número de fallas}}{12}$$

$$\text{Promedio mensual} = 0,5834$$

Calculo del tiempo medio entre fallas (TMF)

$$\text{TMF recuperador} = \frac{\text{Promedio Mensual} * 365}{12}$$

$$\text{TMF recuperador} = 12,702$$

$$\text{TMF C. transportadora} = \frac{\text{Promedio Mensual} * 365}{12}$$

$$\text{TMF C. transportadora} = 17,743$$

Calculo de confiabilidad

$$\% \text{ Confiabilidad recuperador} = 100 - (\text{TMF} * \frac{100}{365} \text{ dias})$$

$$\% \text{ Confiabilidad recuperador} = 96,52\%$$

$$\% \text{ Confiabilidad C. transportadora} = 100 - (\text{TMF} * \frac{100}{365} \text{ dias})$$

$$\% \text{ Confiabilidad C. transportadora} = 95,14\%$$

Calculo de la disponibilidad

$$\text{disponibilidad anual recuperador} = 365 \text{ dias} - (\text{numero de fallas} * \text{TMR})$$

$$\text{disponibilidad anual recuperador} = 301,34$$

$$\text{disponibilidad anual C. transportadora} = 365 \text{ dias} - (\text{numero de fallas} * \text{TMR})$$

$$\text{disponibilidad anual C. transportadora} = 240,79$$

$$\% \text{ disponibilidad recuperador} = \text{disponibilidad anual} * \frac{100}{365} \text{ dias}$$

$$\% \text{ disponibilidad recuperador} = 82,56\%$$

$$\% \text{ disponibilidad C. transportadora} = \text{disponibilidad anual} * \frac{100}{365} \text{ dias}$$

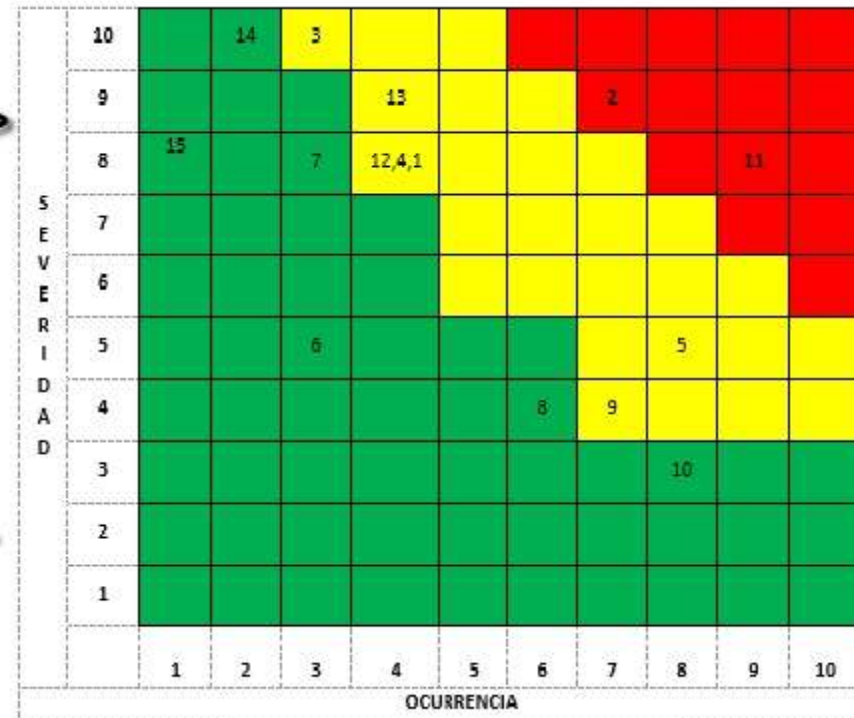
$$\% \text{ disponibilidad C. transportadora} = 65,97\%$$

ANÁLISIS DE RESULTADOS

5. Efectuar un análisis de criticidad a los equipos con mayor ocurrencia de fallas.

Cuadro de análisis de criticidad

ITEM	EQUIPOS	OCURRENCIA	SEVERIDAD	RIESGO	CRITICIDAD
1	Motor de la cinta transportadora	4	8	32	Media
2	Banda transportadora	7	9	63	Alta
3	Sensores	3	10	30	Baja
4	Reductor de la cinta	4	8	32	Media
5	Rodillos	8	5	40	Media
6	Tambores	3	5	15	Baja
7	Acoples hidráulicos	3	8	24	Baja
8	Tolva de transferencia de material	6	4	21	Baja
9	Paletas	7	4	28	Baja
10	Dientes raspantes	8	3	24	Baja
11	Sistema de lubricación	9	8	72	Alta
12	Pluma auxiliar	4	8	32	Media
13	Pluma principal	4	9	36	Media
14	Pórtico en V	2	10	20	Baja
15	Tornillos	8	2	16	Baja



ANÁLISIS DE RESULTADOS

Metodología de las 5' s al área de manejo de materiales

1. Clasificación

Ítem	Objetos	Cantidad	Ubicación	Causas
1	Vehículos	2	M.M	Presupuesto
2	Computadoras	5	M.M	Presupuesto
3	Planos y manuales	-	M.M	Desorden
4	Herramientas	-	M.M	Perdida de herramientas
5	Equipos de protección personal	-	M.M	Deficiencia en dotaciones
6	Loters	-	M.M	Condiciones no aptas

2. Limpieza

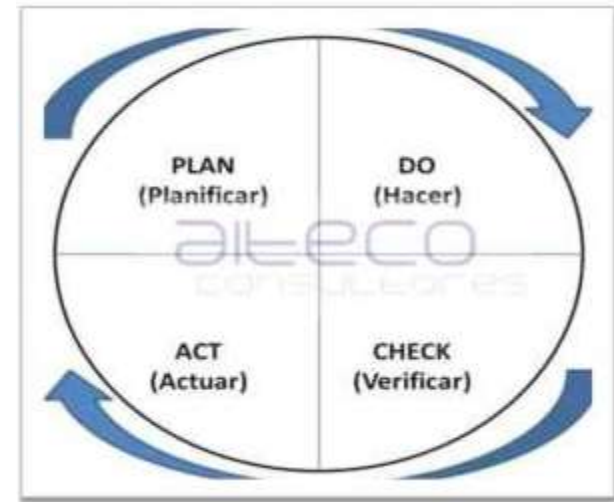
Los estantes donde se encuentran los libros, planos, revistas e información referente a todos los equipos que se encuentran en el área de Manejos de Materiales deben de ser ordenados por áreas y por orden alfabético para una búsqueda más precisa de la información que se necesita, todo objeto que se tome de las oficinas colocarlo en el mismo lugar, de esta manera mantener un orden con la ubicación de cada objeto, todo el personal debe de tener claro durante la semana quien es la persona encargada del vehículo, por consiguiente una fácil localización del responsable y evitar pérdidas de tiempo, del mismo modo el responsable debe tener un cronograma de las actividades que se realizaran durante la semana y en base a eso distribuir el tiempo para llevar a cada mantenedor a su destino, de manera efectiva de igual forma para buscarlos.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

3. Orden

Las cintas transportadoras parte fundamental en el proceso de traslado para el almacenamiento de Bauxita, se le deben realizar limpiezas exhaustivas en cada uno de sus componentes como lo son los tambores, la banda transportadoras, acoples, poleas, sensores, tolva, motor y reductor, verificar el tipo de aceite que se está usando y que no se encuentre contaminado, por otro lado se debe de limpiar todas las herramientas una vez usada, rediseñar los estantes que contienen los libros, manuales, revistas e información de la maquinaria y equipos, botar lo que no sea necesario, realizar todos los preventivos a los vehículos y lavar por lo menos una vez por semana para quitar el exceso de polvo y tierra que se acumula.

4. Planificación



5. Estandarización y Método disciplina PDAC.

Fuente. Ciclo PDCA, 2012.

Se busca que se actualicen los planes de mantenimiento cargados en el sistema de esta forma disciplinar a los operadores y mantenedores con las normas de trabajo, y que se puedan cargar a tiempo y cerrar todas las órdenes de trabajo en el tiempo determinado.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Ciclo PDCA para la mejora continua en el mantenimiento preventivo

Planificación

Para la mejora del plan de mantenimiento preventivo anual de la gerencia de manejo de materiales se del rediseñar el plan realizando estudios de frecuencia cada uno de los equipos, consultar con los proveedores, libros y manuales las frecuencias sugeridas y si se adaptan a la etapa de vida en la cual se encuentra la maquinaria, en sistema SAP una herramienta muy útil para el orden y visualización de todo lo referente manejo de materiales, pero su información debe ser actualizada por parte de los planificadores, se debe verificar que ordenes de trabajos se han realizado en la semana y si están mismas han sido cerradas en el sistema, pera ello se recomienda que se designe una persona encargada de realizar este cierre de órdenes, porque muchos de los supervisores por tener una agenda muy cargada en el día obvian este proceso

Hacer

Los equipos de mayor son el recuperador RS71-1 y las cintas transportadoras, con la que la empresa cuenta con veinte (20) cintas principales, para cumplir con las funciones de descarga, almacenamiento y alimentación a planta, con diferentes longitudes y elementos, pero todas con el mismo principio mecánico.



ANÁLISIS DE RESULTADOS

Recuperador SR71-1.

Equipo	Frecuencia	Tipo de mantenimiento	Trabajador	Horas Hombres	Horas Totales	Total
Recuperador SR71-1	Semanal	Lubricación	2	4	8	42
		Mecánico	2	5,5	11	
		Mecánico	3	6	18	
		Instrumentación	1	1	1	
		Eléctrico	2	2	4	
	Quincenal	Lubricación	2	0,5	1	13,5
		Mecánico	1	0,5	0,5	
		Mecánico	2	1,5	3	
		Instrumentación	2	4,5	9	
	Mensual	Lubricación	2	2,5	5	60,5
		Mecánico	1	2,5	2,5	
		Mecánico	2	6,5	13	
		Instrumentación	1	4	4	
		Eléctrico	2	18	36	
	2 Meses	Instrumentación	1	2	2	2
	Trimestral	Instrumentación	1	2	2	4
		Eléctrico	2	1	2	
	4 Meses	Eléctrico	2	4	8	8
	Semestral	Instrumentación	2	12	24	29
		Instrumentación	1	4	4	
		Eléctrico	1	1	1	

Apendice 34. Actividades Semanales en el del recuperador SR71-1.

Elemento	Actividades	Mantenimiento
Cadena Principal	Inspeccionar sistema de lubricación con aceite y completar si lo amerita.	Lubricación
Acople Hidráulico (Cadena Principal)	Chequear nivel de aceite, en caso de faltarle completar.	Lubricación
Cadena Auxiliar	Inspeccionar sistema de lubricación con aceite y completar si lo amerita.	Lubricación
Contrapeso de la guaya de elevación	Lubricar con grasa manualmente.	Lubricación
Endofreno	Chequear nivel de aceite y completar si lo amerita.	Lubricación
Pasadores	Lubricar con grasa manualmente semanal en cada punto del pasador.	Lubricación
Reductor (Cadena principal)	Chequear nivel de aceite y completar de ser necesario. (Reportar fugas de aceites)	Lubricación
Reductores de traslación	Chequear nivel de aceite y completar de ser necesario. (Reportar fugas de aceites)	Lubricación
Ruedas guías	Lubricar manualmente con grasa por medio de los puntos de lubricación ubicados en el eje de la rueda.	Lubricación
Resorte de quijada de freno	Verificar que no se encuentre material incrustado y que su accionamiento sea libre.	Mecánico
Ruedas Guías	Chequear el juego axial y radial de los rodamientos a través del movimiento libre de las ruedas y ajustar el tornillo de fijación si es necesario. Graduar eje excéntrico si lo amerita.	Mecánico
Cadena	Chequear en servicio, confirmar alineación y tensión.	Mecánico
Dientes raspadores	Cambiar los dientes cuando estos presenten desgaste.	Mecánico
Guías inferiores	Chequear desgaste, tornillos de fijación y ajustar o cambiar de ser necesario.	Mecánico
Guías Superiores	Chequear desgaste, tornillos de fijación y ajustar o cambiar de ser necesario.	Mecánico
Paletas	Verificar que las paletas no se encuentren dobladas, dañadas o flojas. Ajustar o reemplazar de ser necesario.	Mecánico
Reductores	Chequear nivel de aceite. Completar si lo amerita.	Mecánico
Pernos para dientes raspadores	Verificar si se encuentran flojos y en caso de que lo estén, cortarlos, colocar otros y soldarlos.	Mecánico
Guayas de alambre de acero	Chequear el punto fijo o anclaje de la guaya y chequear daños en el alambre de acero.	Mecánico
Actuador electromecánico	Verificar funcionamiento.	Eléctrico

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Cintas Transportadoras

Equipo	Frecuencia	Tipo de mantenimiento	Hombres	Horas Hombres	Horas Totales	Total
Cintas transportadoras	Semanal	Lubricación	2	8	16	51
		Mecánico	2	8	16	
		Instrumentación	1	3	3	
		Eléctrico	2	8	16	
	Quincenal	Lubricación	2	8	16	51
		Mecánico	2	8	16	
		Instrumentación	1	3	3	
		Eléctrico	2	8	16	
	Mensual	Lubricación	2	8	16	42
		Mecánico	2	8	16	
		Instrumentación	1	2	2	
		Eléctrico	2	8	16	
	5 Semanas	Lubricación	2	4	8	42
		Mecánico	2	8	16	
		Instrumentación	1	2	2	
		Eléctrico	2	8	16	
	6 Semanas	Lubricación	1	2	2	42
		Mecánico	2	8	16	
		Instrumentación	2	4	8	
		Eléctrico	2	8	16	
	8 Semanas	Mecánico	2	4	8	8
	Trimestral	Instrumentación	2	4	8	16
		Mecánico	2	4	8	

Apendice 40. Actividades mensuales en las cintas transportadoras

Elemento	Actividades	Mantenimiento
Frenos	Revisión del estado de las zapatas, de los frenos y regulación de la misma.	Instrumentación
Dispositivos de seguridad	Sirenas, bocinas, y lamparas, ya que se aprecia su funcionamiento en todos los arranques, cambiar cuando se dañe	Instrumentación
Dispositivos de seguridad	Tirones detectores de caudal, desvío de banda, finales de carrera, detectores de velocidad y pulsadores de emergencia	Instrumentación
Dispositivos de seguridad	Comprobar apertura y cierre correcto de los contactos.	Instrumentación
Niveles capacitivos	Comprobar apertura y cierre correcto de los contactos.	Instrumentación
Detectores de metales	Comprobar correcto funcionamiento	Instrumentación
Soplantes	Niveles de aceite en caja de cojinetes y caja de engranajes	Lubricación
Filtro de manga	Engrase y lubricación	Lubricación
Scappers	Chequear los puntos de lubricación y engrase de los soportes	Lubricación
Scappers	Estado de desgaste de cadenas, placas de desgaste y plenas de arrastre de material.	Lubricación

CONCLUSIONES

1. Los planes de mantenimiento en el sistema SAP deben ser actualizados, debido a que algunas de sus frecuencias están desviada en referente al valor real.
2. La gestión del mantenimiento de la Gerencia de Manejos de Materiales evaluada a través NCV ISO-2500-93, se considera buena con una puntuación de 62,56%.
3. La brecha con mayor amplitud es la de apoyo administrativo, con un porcentaje de 65%.
4. Los indicadores que se definieron para la evaluación del mantenimiento preventivo son el de confiabilidad y disponibilidad.
5. La confiabilidad de la cinta transportadora y el recuperador es aceptable teniendo valores por encima del 95%, a su vez su la disponibilidad es de 65,97% y 82,56 respectivamente valores por debajo de lo aceptable.
6. La rotura de las bandas transportadoras es la falla con el mayor NRP con un total de 350 este a su vez es el elemento de mayor criticidad.
7. El sistema de lubricación se encuentra dañado y se ejecuta manualmente tiene un nivel de criticidad alto y obtuvo un NRP de 270, para el recuperador (INDOOR).
8. Con el ciclo PDCA se definen las actividades del mantenimiento preventivo tanto para las cintas transportadoras como para el recuperador, además de la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo anual.



RECOMENDACIONES

1. Actualizar las frecuencias de los equipos en los planes contenidos en el sistema SAP y cargar los planes de mantenimiento ausentes.
2. Solucionar los problemas de transportes que se han presentado los últimos meses, de esta manera disminuir el ausentismo.
3. Aumentar el stock de herramientas en el departamento, de igual manera aumentar las capacitaciones al personal con respecto a las actividades que debe realizar.
4. Desarrollar estrategias que ayuden a fortalecer las áreas de apoyo logístico, recursos y los diferentes tipos de mantenimiento, ya que poseen las puntuaciones muy baja en el análisis según la norma ISO 2500-93.
5. Revisar los manuales de operaciones para verificar si se están haciendo correctamente el proceso de vulcanizado o grapado usados para la reparación de las bandas transportadoras.
6. Se recomienda reparar el sistema de lubricación del recuperador (INDOOR), o en dado caso buscar un sistema que pueda sustituirlo sin afectar la confiabilidad del equipo.
7. Se propone con el método de las 5'S, eliminar los tiempos muertos, eliminar movimientos innecesarios y obtener una mayor rapidez en la búsqueda de información, todo esto con el fin de mejorar la eficiencia de las actividades de mantenimiento que se deben de ejecutar a diario.
8. Aplicar el plan de mantenimiento preventivo propuesto para un periodo de un año.
9. Cargar las actividades de los mantenimientos preventivos en el sistema SAP.



«Gracias a los padres logramos cada una de las metas que nos trazamos en la vida por tal razón, no solo yo me graduare de Ingeniero sino mis padres LISETH ZAMBRANO y JOSE LUIS MUÑOZ»

«Gracias a todos los presentes hoy en mi exposición de tesis todos de cierta forma marcaron mi vida agradecido»