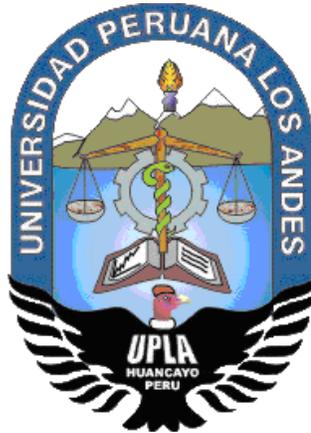


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



TESIS

**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA
INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LOS
EQUIPOS DE CHANCADO SECUNDARIO EN UNA
EMPRESA MINERA.**

PRESENTADO POR:

Bach. HENRY ALEX CHACÓN LEÓN

Línea de Investigación de la Universidad: Nuevas Tecnologías y Procesos

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

HUANCAYO - PERÚ

2020

Ing. Jorge Franklin García Cuba

ASESOR

DEDICATORIA

Con todo el amor que siento en mi ser, dedico esta tesis a Dios, a mi padre que a pesar de haber partido siendo yo aún niño, está guiándome siempre en mi propósito, a mi madre por su esfuerzo perseverante en educarnos a mí y a mis hermanos, seres que amo y son el motivo de mi superación personal y profesional.

AGRADECIMIENTO

A Dios por cuidarme en todo momento y llenarme de muchas fuerzas para superar las dificultades y obstáculos que se presenten a lo largo de mi vida, así como concederme cumplir con esta etapa muy importante para mi vida.

A mi madre por sus sabios consejos que interiorizaron en mi persona y me hizo dar cuenta de mis errores y así poder superarlos.

A los docentes de mi escuela profesional por compartir sus conocimientos ya que formaron parte de este gran paso en mi vida profesional.

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

Dr. Casio Aurelio Torres López

DECANO

MG. José Luis Pérez Martínez

JURADO

MG. Anthony Christian Montero Estrella

JURADO

MG. José Olivera Espinoza

JURADO

MG. Miguel Ángel Carlos Canales

SECRETARIO DOCENTE

ÍNDICE

DEDICATORIA	III
ÍNDICE	VI
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
RESUMEN	X
ABSTRACT.....	XI
INTRODUCCIÓN	12
CAPITULO I: PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	14
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	19
1.2.1 Problema general.....	19
1.2.2 Problemas específicos.....	19
1.3 JUSTIFICACIÓN	19
1.3.1 Social o Práctica	19
1.3.2 Metodológica	20
1.4 DELIMITACIONES	20
1.4.1 Delimitación temporal	20
1.4.2 Delimitación Espacial	20
1.4.3 Delimitación económica.....	21
1.5 LIMITACIONES.....	21
1.6 OBJETIVOS	21
1.6.1 Objetivo general.....	21
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	22
2.1 ANTECEDENTES	22
2.1.1 A Nivel Nacional	22
2.1.2 A Nivel Internacional.....	24
2.2 MARCO CONCEPTUAL	25
2.2.1 Plan de mantenimiento.....	25
2.2.1.1 Mantenimiento	26
2.2.1.2 Tipos de mantenimiento	27
2.2.1.3 Parámetros de mantenimiento	29
2.2.1.4 Pasos para la implementación del mantenimiento preventivo	31
2.2.2 Productividad	32
2.2.2.1 Indicadores de productividad.....	35
2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS	35
2.4 HIPÓTESIS	37
2.4.1 Hipótesis General.....	37
2.4.2 Hipótesis Específicas	37
2.5 VARIABLES.	37
2.5.1 Conceptualización de las variables	37
2.5.2 Definición operacional de las variables.....	38
2.5.3 Operacionalización de las variables.	39
CAPITULO III: METODOLOGÍA.....	40
3.1 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	40

3.2	TIPO DE INVESTIGACIÓN	40
3.3	NIVEL DE INVESTIGACIÓN	41
3.4	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	41
3.5	POBLACIÓN Y MUESTRA	43
3.6	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	43
3.6.1	Instrumentos de recolección de datos:	44
3.7	PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	44
3.8	TÉCNICAS Y ANÁLISIS DE DATOS	44
3.8.1	Análisis descriptivo.....	44
3.8.2	Análisis Inferencial	45
3.9	MATERIALES Y RECURSOS	45
CAPITULO IV: RESULTADOS		46
4.1	SITUACIÓN ACTUAL.....	46
4.1.1	Descripción del circuito de chancado.	46
4.1.2	Tipos de Mantenimiento que se aplican en la actualidad a los equipos.....	47
4.1.3	Descripción de las Maquinas de Chancado Secundario	47
4.1.4	Evaluación del Plan de Mantenimiento	48
4.1.5	Información de la condición Actual de la V.D: Productividad	48
4.1.6	Datos de la Situación Actual de la V.I: Mantenimiento Preventivo	50
4.2	PROPUESTA DE MEJORA	54
4.3	IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A LOS EQUIPOS.	57
4.3.1	Planeación.....	57
4.3.2	Control	71
4.4	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	72
4.4.1	Análisis descriptivo.....	76
4.4.2	Análisis inferencial	80
CAPITULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS		83
5.1	DISCUSIÓN GENERAL	83
5.2	DISCUSIÓN ESPECIFICA:.....	84
CONCLUSIONES		85
RECOMENDACIONES		86
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		87
ANEXOS		88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Horas parada por proceso	14
Tabla 2. Matriz relacional de causas encontradas	16
Tabla 3. Número de ocurrencias en las causas encontradas	17
Tabla 4: Matriz de priorización	18
Tabla 5: Tipos de causas del mantenimiento.	29
Tabla 6: Operacionalización de variables.	39
Tabla 7: Diseño de la investigación	42
Tabla 8: Equipos Área Chancado Secundario.	48
Tabla 9: Indicadores antes de la implementación – productividad	49
Tabla 10: Mantenimiento preventivo antes	51
Tabla 11: Horas reparación por equipo.	53
Tabla 12: Cantidad de Fallas por equipo.	53
Tabla 13: Frecuencia de Fallas por equipo.	54
Tabla 14: Formato hoja de vida del Equipo.	58
Tabla 15: Formato hoja de vida del Equipo.	58
Tabla 16: cuadro de Stock de repuestos según condiciones de uso.	60
Tabla 17: Costo de Stock de Repuestos Y Consumibles Estratégicos.	61
Tabla 18: Herramientas implementadas por técnico.	63
Tabla 19: Plan de Inspección preventiva Semanal.	65
Tabla 20: Plan de mantenimiento filtros-respiraderos.	66
Tabla 21: Plan de mantenimiento aceites.	66
Tabla 22: Modelo de Plan anual de mantenimiento Preventivo.	67
Tabla 23: Avisos de Mantenimiento.	69
Tabla 24: Plan de ejecución de la Capacitación.	70
Tabla 25: Medición de la V.D, Productividad después de la Mejora	72
Tabla 26: Medición de la V.I Confiabilidad y Disponibilidad de las Maquinas Después de la Mejora.	73
Tabla 27: Horas reparación por equipo	75
Tabla 28: Cantidad de Fallas por equipo.	75
Tabla 29: Frecuencia de Fallas por equipo.	76
Tabla 30: Comparativo de productividad	76
Tabla 31: Comparativo de disponibilidad y confiabilidad.	77
Tabla 32: Comparativo de Frecuencias de fallas/horas por equipo.	78
Tabla 33: Comparativo horas reparación por equipo.	79
Tabla 34: Comparativo N° fallas por equipo Antes – Después.	79
Tabla 35: Resumen antes y después Test.	79
Tabla 36 Análisis estadístico para la hipótesis general	80
Tabla 37. Análisis estadístico para la hipótesis especifica 01	81
Tabla 38 Análisis estadístico para la hipótesis especifica 02	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Horas parada por equipo	15
Figura 2: Diagrama de espina de pescado	16
Figura 3 Diagrama de Pareto	17
Figura 4: Estratificacion	18
Figura 5: Evolución del mantenimiento	27
Figura 6: Gestión del mantenimiento	31
Figura 7: La productividad y sus componentes.	34
Figura 8: Diagrama de flujo	47
Figura 9: Productividad antes de la implementacion del mantto Preventivo.	50
Figura 10: Disponibilidad Antes de la Mejora.	52
Figura 11 Confiabilidad Antes de la Mejora.	52
Figura 12: Cronograma de ejecución	56
Figura 13: Formato lista de verificación	64
Figura 14: Grafica de la productividad después de la mejora –Tonelaje (TON)	73
Figura 15: Grafica de Disponibilidad Después De la Mejora.	74
Figura 16: Grafica de Confiabilidad Después De la Mejora.	74
Figura 17: Comparativo Productividad Tonelaje. Antes – Después.	77
Figura 18: Comparativo Disponibilidad Antes – Después.	78
Figura 19: Comparativo Confiabilidad Antes – Después.	78
Figura 20: Resumen del antes y después Test.	80

RESUMEN

Este trabajo de investigación tuvo como propósito “Implementar un plan de mantenimiento preventivo para incrementar la productividad. Se planteó como objetivo principal Determinar la influencia del Plan de mantenimiento preventivo en la productividad de los equipos de chancado secundario en la Unidad Minera El Porvenir.

La investigación tiene como método el científico de tipo aplicado con un nivel descriptivo-explicativo, cuyo diseño es cuasi experimental, las técnicas son observación directa, análisis documental, entrevistas. Los instrumentos de recolección de datos fueron las fichas de registro, formato de orden de trabajo, reporte de trabajo, reporte de programa semanal, cuestionarios, manuales, el análisis de datos es estadístico descriptivo. Se tuvo como estrategia el mantenimiento preventivo con el cual incrementar la productividad para los cuales se utilizaros sus indicadores de gestión como la eficacia y eficiencia.

Para hallar la productividad se determinó los datos de análisis de la eficiencia y eficacia los cuales se obtuvo datos como: las horas maquina real vs horas maquina estimada, producción real vs producción estimada y para hallar el desempeño del plan de mantenimiento preventivo se obtuvo datos para la disponibilidad y confiabilidad como horas de operación planificada, tiempo de parada de equipo, horas de operación real y n° fallas, esta información fue procesada en un periodo de 24 semanas, a través de tablas estadísticas que permitió demostrar el incremento de la productividad de 82.98% a 87.54%

Como conclusión se acepta la hipótesis general, El Plan de mantenimiento preventivo influye positivamente en el incremento de la productividad de los equipos de chancado secundario en la Unidad Minera El Porvenir.

Palabras Claves: Indicadores de Gestión, Plan de Mantenimiento Preventivo, Productividad

ABSTRACT

This research work was aimed at "Implementing a preventive maintenance plan to increase the productivity of secondary crushing equipment in the El Porvenir Mining Unit of the NEXA RESOURCES Company. The main objective was to determine to what extent the implementation of A preventive maintenance plan influences the increase in the productivity of the equipment, through which greater operating times are achieved.

The research has as a methodological framework the applied type of explanatory level, whose design is quasi-experimental, the data collection instruments were the control sheets, interviews, data collection, manuals, the data analysis technique is the descriptive statistic. The strategy was preventive maintenance with which increases the productivity for which its management indicators are used as effectiveness and efficiency.

To find productivity, data such as: man hours, work orders, estimated production and actual production are obtained and to find the performance of the preventive maintenance plan, data such as: hours of planned operation, dead hours, hours of actual operation and number of failures, all this information was obtained and processed in a 24-week period, which through statistical tables changed the increase in productivity with respect to work orders by 32% and with respect to the tone processed by 6% , and increase their availability by 2% and their equipment reliability in 6 hours.

In conclusion, the general hypothesis is accepted, for this reason the implementation of preventive maintenance increases the productivity of the equipment under study.

Keywords: Management Indicators, Preventive Maintenance Plan, Productivity

INTRODUCCIÓN

Nexa resources s.a. es una empresa internacional dedicada a la explotación y procesamiento de minerales polimetálicos plata, zinc, cobre, altamente productiva, en el Perú cuenta con tres unidades de procesamiento de minerales la Unidad Minera El Porvenir, Atacocha y Cerro Lindo, los dos primeros ubicados en el departamento de Cerro de Pasco y el tercero en el departamento de Ica.

Una vez extraído el mineral, estos son trasladados mediante locomotoras y acopiados en las tolvas de gruesos, ingresando a la fase I etapa de chancado primario, compuesta por una chancadora de quijada, donde el mineral es reducido a 24mm, y mediante fajas transportadoras es trasladado hacia fase II donde continua la etapa de chancado secundario y terciario donde el mineral es reducido a 5mm, y mediante las faja 09 es trasladado a la tolva de finos para ingresar a la fase III donde se desarrolla la etapa de molienda, flotación y filtrado; obteniendo concentrado de cobre, plomo, zinc y plata, de los cuales una partes son exportados al exterior.

NEXA cuenta con una diversidad de maquinarias que trabajan de manera secuencial dentro de sus plantas concentradoras, los cuales permiten efectuar de forma efectiva los proceso, con el pasar de los periodos los activos van presentando desgaste en sus componentes e infraestructura los cuales son causados por un ineficiente control de mantenimiento generando paradas no programadas, perdida de disponibilidad, aumento de costos; por esa razón la importancia de contar con un plan de mantenimiento preventivo para afianzar que los activos se encuentren confiables e incrementar la vida útil de los mismos.

Actualmente en NEXA se está dando mucho valor al sistema implementado SAP PM con el cual poder obtener información en tiempo real los cuales serán soporte al momento de determinar indicadores de mejora tanto de productividad como disponibilidad de equipos, por ello se necesita gestionar la programación y la planificación para determinar paradas de equipos.

El tipo de mantenimiento que es aplicado en la unidad Minera El Porvenir, es el mantenimiento correctivo, referida a la ejecución de actividades ocasionadas por

fallos imprevistos, generalmente para la ejecución de estos tipos de reparaciones se requiere de tiempos prolongados e interrupción de los procesos.

Por consiguiente, implementar un plan de mantenimiento para determinar las rutas tanto de inspección como sistematizar las frecuencias de reparaciones del activo según sus necesidades y teniendo en consideración sus componentes críticos, esto permitirá tener en cuenta al momento de realizar las reparaciones programadas ya que permite que en cada parada de equipo pueda llevarse un control.

La investigación tiene como estructura:

En el Capítulo I: Se desarrolló el planteamiento del problema de investigación, se analiza la realidad problemática, presentando la formulación del problema general y los problemas específicos, justificación, delimitación, limitaciones y objetivos de la investigación.

En el Capítulo II: Se especifican los aspectos a hacer referencias antecedentes concernientes a la investigación, el marco conceptual, definición de términos, así misma formulación de la hipótesis general, específicas, definición y operacionalización de las variables dependiente e independiente.

En el Capítulo III: Se presentó la metodología de investigación, método, tipo, nivel, diseño, población y muestra, de la misma forma las técnicas e instrumentos de recolección de datos, la manera del procesamiento de información y la técnica de análisis de datos.

En el Capítulo IV: Se analizó la situación actual, se mencionó la propuesta de mejora, se desarrolló la propuesta, se describen los resultados de un pre-test y un post-test de la elaboración del plan de mantenimiento, así mismo se analizan los resultados y se realiza la contratación de las hipótesis análisis descriptivo y análisis inferencial.

En el capítulo V: Se desarrolla la discusión de los resultados.

Finalmente se presentan las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y los anexos de la investigación.

CAPITULO I

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento del problema

La unidad Minera El Porvenir se encuentra ubicada en Cerro de Pasco. Cuenta con 55 años en el mercado tiene una planta concentradora con capacidad de 6500 tn/día de minerales polimetálicos plomo, cobre y zinc, La planta concentradora está compuesta por las etapas de chancado, molienda, flotación, filtros y despacho de mineral. La etapa de chancado se sub divide en tres etapas: chancado primario, secundario y terciario donde el objetivo principal de esta etapa es la reducción de tamaño. Debido a los desvíos que se presentan en la planta se ha visto alterada la productividad, teniendo varias paradas de equipo en sus diferentes procesos según datos de sus últimos 6 meses.

Tabla 1: Horas parada por proceso

AREAS	HORAS PARADAS	% total
CHANCADO SECUNDARIO	270	26%
CHANCADO TERCARIO	210	20%
CHANCADO PRIMARIO	200	19%
MOLIENDA	180	17%
FLOTACION	100	10%
FILTRADO	87	8%

Fuente: Elaboración propia

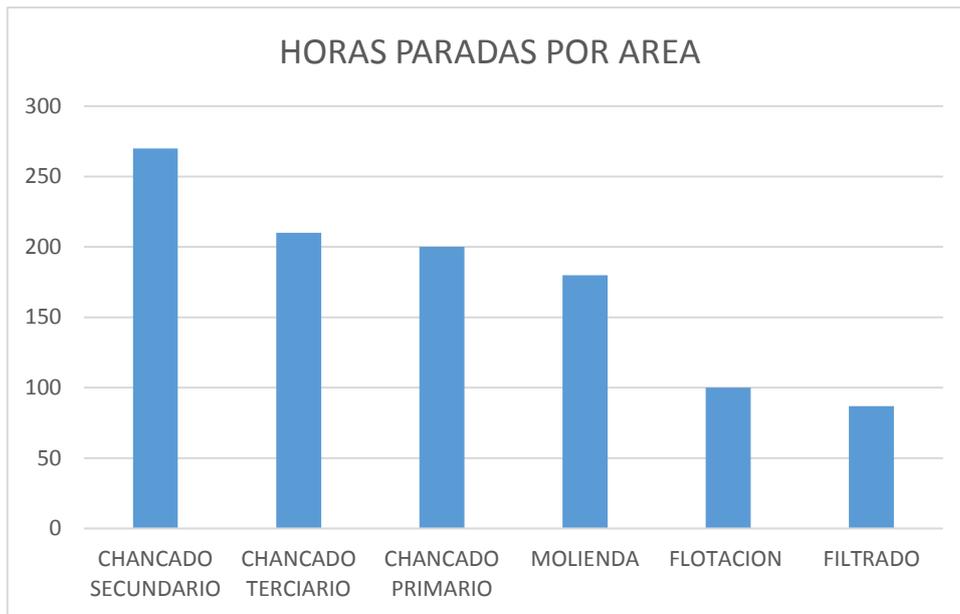


Figura 1: Horas parada por equipo
Fuente elaboración propia

La etapa de chancado secundario cuenta con 11 equipos cuya estrategia de mantenimiento está basado en intervenciones correctivas. Esta sub etapa está compuesta por alimentadores vaivén, fajas transportadoras, zarandas vibratorias, y chancadoras.

En los últimos meses la productividad de la línea de chancado secundario se ha visto afectado desfavorablemente ya que los equipos han tenido intervenciones no programadas, paradas de equipos, tareas de emergencia, incumplimiento de las ordenes de trabajo, horas hombre muertas, falta de repuestos, repuestos incorrectos, procedimientos mal establecidos, falta de orden y limpieza.

Debido a estos desvíos se ha tenido alteración en la disponibilidad, confiabilidad de los equipos, reduciendo el pase del tonelaje hacia el siguiente proceso circuito molienda. Por tal razón se requiere mantener en óptimas condiciones los equipos y garantizar la continuidad del proceso productivo.

En la figura 1, mediante el diagrama de Ishikawa se aplica la técnica de las 6 Ms, donde se muestran las causas de la baja productividad.

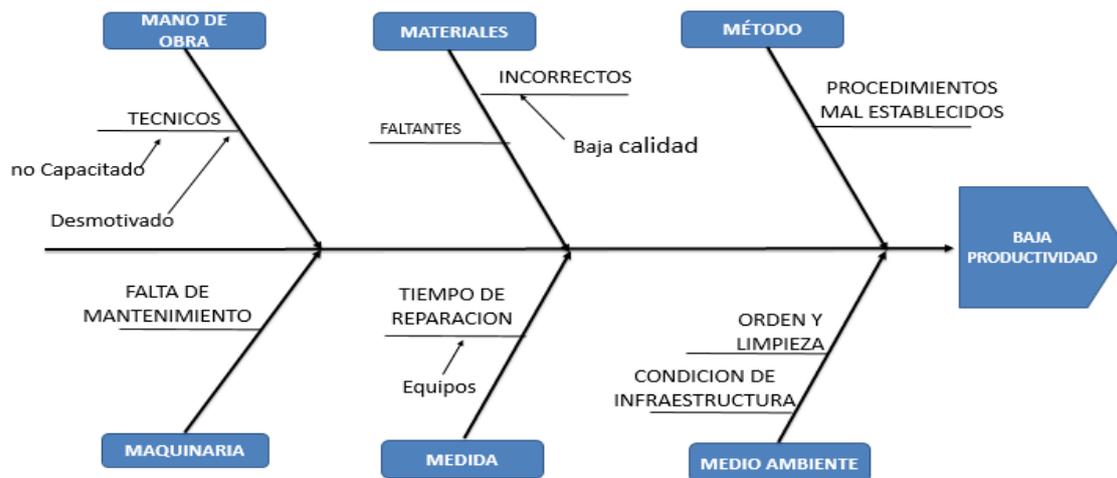


Figura 2: Diagrama de espina de pescado
Fuente elaboración propia

Para un análisis más profundo de la importancia de estas causas, los cuantificamos mediante la técnica de Pareto, que inicialmente nutrimos de datos por medio de una matriz relacional de causas encontrados, se elaboró en base a los causas encontradas con el fin de poder determinar la relación que tiene un problema en base a otro y para la asignación de puntaje se evaluó en función del 0 al 1, en donde 0 no tiene relación y 1 tiene relación.

Tabla 2. Matriz relacional de causas encontradas

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	FRECUENCIA	% PONDERACION
C1		1	0	0	1	1	1	0	0	0	4	13%
C2	1		1	1	1	1	1	1	1	1	9	29%
C3	0	1		0	0	0	0	0	0	0	1	3%
C4	0	1	0		0	0	0	0	0	0	1	3%
C5	1	1	0	0		1	1	1	1	1	7	23%
C6	1	1	0	0	1		0	0	1	1	5	16%
C7	0	1	0	0	1	0		0	0	0	2	6%
C8	0	1	0	0	0	0	0		0	0	1	3%
C9	0	1	0	0	0	0	0	0		0	1	3%
C10	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0%
TOTAL											31	100%

Fuente: elaboración propia

En la tabla 2, se muestra el análisis Pareto.

Tabla 3. Número de ocurrencias en las causas encontradas

CAUSAS		Frec.	% total	Frec. Acum.	% acum.
C2	Falta de mantenimiento en los equipos	9	28%	9	28%
C5	Tiempo de reparación	7	22%	16	50%
C6	Falta capacitar al personal	5	16%	21	66%
C1	Falta de repuestos	4	13%	25	78%
C7	Falta de orden y limpieza	2	6%	27	84%
C8	Procedimientos mal establecido	1	3%	28	88%
C10	Falta motivar al personal	1	3%	29	91%
C9	Materiales en ocasiones con falla	1	3%	30	94%
C4	Condiciones de infraestructura	1	3%	31	97%
C3	Falta de compromiso de la jefatura	1	3%	32	100%
TOTAL		32	100%		

Fuente: elaboración propia

Podemos apreciar que la mayor cantidad de problemas en la empresa se deben a la falta de mantenimiento (28%), así como los tiempos no estandarizados (22%), falta de capacitación de personal (16%), falta de repuestos (13%), falta de orden y limpieza(3%); los cuales son los que más influyen a la baja productividad.

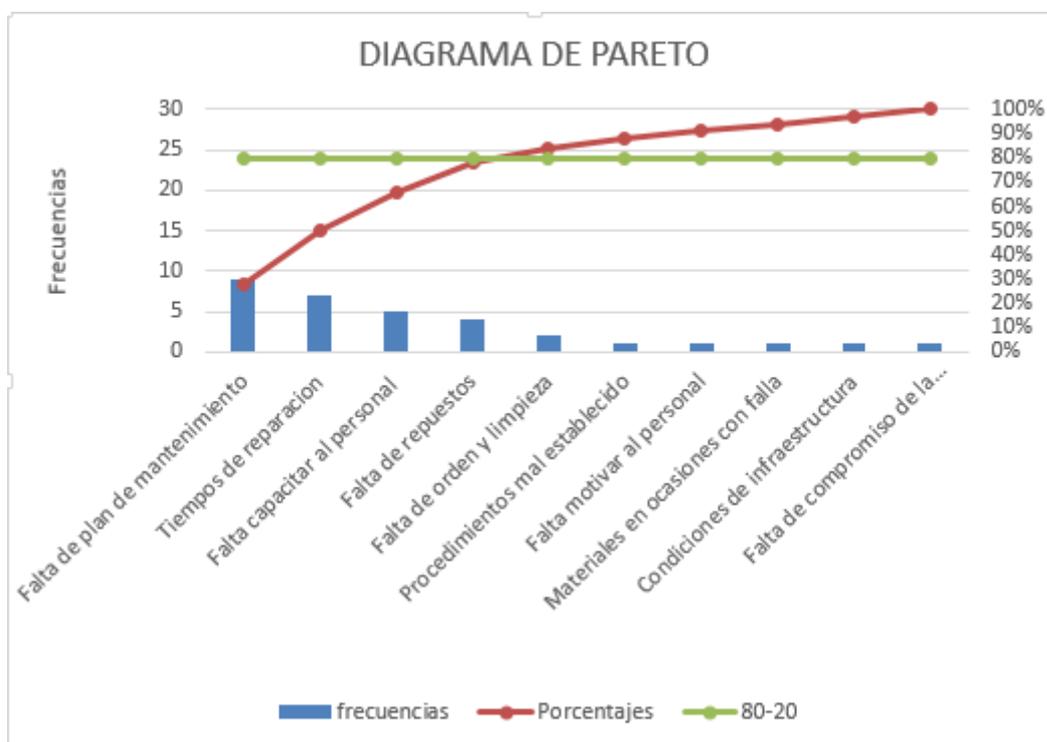


Figura 3 Diagrama de Pareto

Fuente: Elaboración propia

Después se realizó la estratificación de las causas como se muestra agrupándolas en cuatro estratos: calidad, gestión mantenimiento y proceso con esto se logró determinar que los extractos con mayor incidencia son mantenimiento con un 50% y gestión con un 30%.

Finalmente se realizó un análisis de criticidad con la matriz de priorización para determinar cuál de los dos estratos con mayor porcentaje debían priorizarse

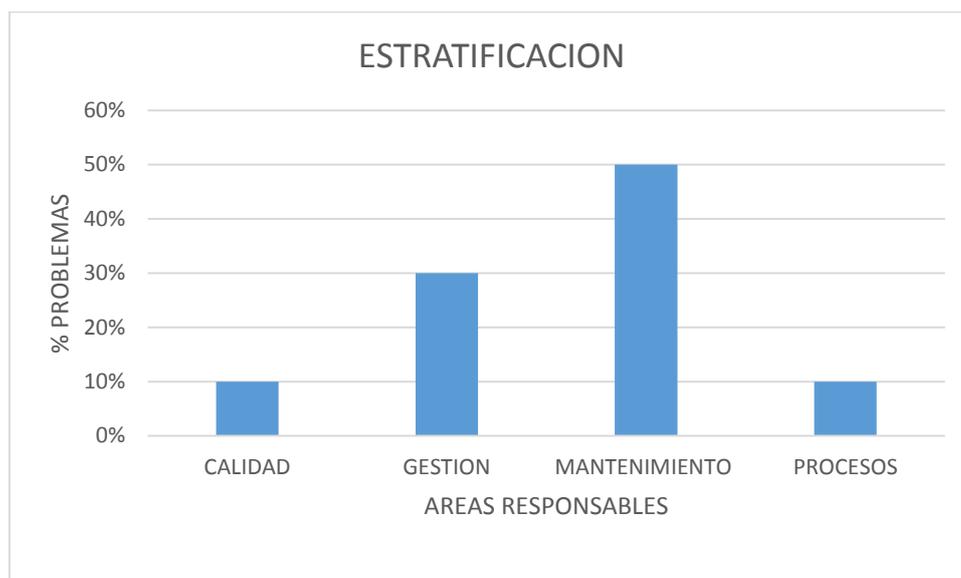


Figura 4: Estratificación
Fuente: Elaboración propia

Tabla 4: Matriz de priorización

CONSOLIDADO DE PROBLEMAS POR AREA	Mano de obra	Método de trabajo	Materiales	Maquinaria	M. ambiente	Medición	NIVEL DE CRITICIDAD	Total de problemas	Tasa (%) problemas	prioridad
CALIDAD	0	0	1	0	0	0	MEDIO	1	10%	3
GESTION	2	0	1	0	0	0	ALTO	3	30%	2
MANTENIMIENTO	0	1	1	2	0	1	ALTO	5	50%	1
PROCESOS	0	1	0	0	0	0	MEDIO	1	10%	4
TOTAL	2	2	3	2	0	1		10		

Fuente: Elaboración propia

Se observa el resultado del análisis, siendo el estrato de Mantenimiento el que obtiene la calificación más alta con 5 seguidamente de Gestión con 3. Con el

cual se llegó junto con el jefe de mantenimiento dar la prioridad al estrato de Mantenimiento.

Asimismo, se llevará un control de la programación y ejecución de las tareas de mantenimiento teniendo como base la disponibilidad y confiabilidad de los equipos.

El área de chancado secundario objeto de estudio no cuenta con un plan definido para realizar las intervenciones de mantenimiento en los activos, por la cantidad de equipos que posee la planta, se plantea implementar un plan de mantenimiento preventivo que servirá como piloto para las demás procesos de la planta concentradora.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿De qué manera el plan de mantenimiento preventivo influye en la productividad de los equipos de chancado secundario en la Unidad Minera El Porvenir?

1.2.2 Problemas específicos

- a. ¿Cuál es la influencia del plan de mantenimiento preventivo en la eficiencia de los equipos de chancado secundario en la Unidad Minera El Porvenir?
- b. ¿En qué medida el plan de mantenimiento preventivo incide en la eficacia de los equipos de chancado secundario en la Unidad Minera El Porvenir?

1.3 Justificación

1.3.1 Social o Práctica

Esta investigación en la Unidad Minera El Porvenir propone generar una alternativa de mejora para lograr satisfacer y cubrir ciertas necesidades tanto del personal involucrado en la empresa como de los clientes es por ello realizar mejoras que den beneficio a la planta concentradora en relación a su disponibilidad y de esa manera se logre una mejor calidad.

Mejorará la intervención adecuada de los activos sin incurrir en tiempos muertos no valorados, por ende mejorar los procesos productivos en la Unidad Minera El Porvenir, al notarse este incremento la producción va a generar mayor rentabilidad a la empresa. Asimismo, los colaboradores llegaran a percibir mayores beneficios.

1.3.2 Metodológica

La investigación, en un primer momento, realizará un diagnóstico preliminar en el área de chancado secundario teniendo en consideración las variables para el estudio. Luego se implementará planes de mantenimiento de acuerdo a las técnicas de análisis de fallas según los datos históricos, manual de fabricante, juicio de experto según condición de equipos (ver anexos 2, 3 y 4), finalmente se evaluará los resultados bajo los indicadores de gestión ya que una correcta ejecución del plan de mantenimiento preventivo disminuye las probabilidades de emergencias y garantiza la disponibilidad de los equipos por ende la productividad de los equipos.

Se enfatizará en la revisión e inspección documentaria para conocer los niveles de productividad de los equipos, además del conocimiento minucioso de cada equipo. Se emplearán fichas de registro, fichas de recolección de datos, y entrevista con la jefatura de mantenimiento; posteriormente se realizará el procesamiento de la información.

1.4 Delimitaciones

1.4.1 Delimitación temporal

El estudio se va a desarrollar en un periodo comprendido entre los meses de mayo del 2018 a julio del 2019.

1.4.2 Delimitación Espacial

La presente investigación se desarrolló en los equipos de la etapa de chancado secundario de la planta concentrada de la Unidad Minera El Porvenir, ubicada en el distrito de San Francisco de Yarusyacán, provincia y región de Pasco.

1.4.3 Delimitación económica

La investigación fue financiada por la jefatura de mantenimiento planta concentradora y por el investigador.

1.5 Limitaciones

Las limitaciones que se ha encontrado son:

- La falta de tiempo por parte de los trabajadores de la Unidad Minera El Porvenir, en la etapa de la recolección de datos para poder determinar el diagnóstico situacional.
- Resistencia al cambio de algunos trabajadores que ya tiene buen tiempo en la empresa.
- Insuficiente personal de apoyo dedicado al procesamiento de información.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo general

Determinar la influencia del Plan de mantenimiento preventivo en la productividad de los equipos de chancado secundario en la Unidad Minera El Porvenir

1.6.2 Objetivos específicos

- a. Establecer la influencia del plan de mantenimiento preventivo en la eficiencia de los equipos de chancado secundario en la Unidad Minera El Porvenir
- b. Definir en que medida el plan de mantenimiento preventivo incide en el incremento de la eficacia de los equipos de chancado secundario en la Unidad Minera El Porvenir.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Se han encontrado antecedentes nacionales e internacionales, los cuales tienen un contenido útil para el desarrollo de la presente investigación:

2.1.1 A Nivel Nacional

Calderón Oscanoa, Patricia Del Pilar (2012)“Rediseño de procesos para la mejora del control, optimización de la productividad y reducción de los costos en el área de mantenimiento de la empresa de gases industriales AGA S.A, Lima 2012”. Tesis para obtener el grado de Ingeniera Industrial. Sustentado en la Universidad Nacional de Ingeniería. El estudio tuvo como principal objetivo Conocer la mejora del control, la productividad y reducción de los costos del Mantenimiento de envases a través del diseño de Procesos en la Empresa de Gases Industriales.

La Investigación que se desarrolló es de tipo aplicado. Esta Investigación concluye en

- Que existen indicadores estadísticos que evidencia que la distribución de una planta mejora la productividad de los procesos de Mantenimiento Correctivo, Preventivo.
- También, se tuvo que remplazar un activo depreciado físicamente ya que generaba cuello de botella en el proceso por un activo moderno que genera

eficiencia reduciendo así los tiempos de secado en (61%) lo cual mejora la capacidad en (26%)

Castrejón Vargas, Gabriela Natalie (2001) "Propuesta de mejora en los procedimientos de la planta de inspecciones técnicas vehiculares Ite s.a.c. Para mejorar la productividad Cajamarca, 2015". Tesis presentada para la obtención del grado como Ingeniera Industrial. Sustentada y aprobada en la Universidad Privada del Norte Lima Perú 2015.

La presente investigación tuvo como objetivo principal mejorar las rutas de mantenimiento en la Planta de Inspecciones Técnicas Vehiculares ITE. S.A.C.

La investigación que fue desarrollada es de tipo Pre experimental, descriptivo,

Este trabajo concluye en:

- Se determinó los KPI's a ser evaluados referente a un pre y un post de la propuesta, los cuales arrojaron los resultados; para la mejora del Proceso en un 20.93 %, después de la implementación se obtuvo 74 %; respecto a la Eficiencia se entiende que por sol invertido se tiene un retorno de S/. 0.78, después de la mejora se obtuvo S/. 9.80; en relación al indicador de Productividad horas hombre, se atendían 2 vehículos móviles por hora hombre frente al comparativo del post se determinó 14 vehículos móviles por hora hombre. Asimismo, se aplicó los métodos de trabajo para estandarizar los tiempos por cronómetro
- Se propuso capacitar al personal respecto a la importancia del buen manejo de información recopilado por la parte operativa, también como temas de clima de trabajo, tareas en equipo como también la importancia de hacer uso de un software con el cual se puede llevar y medir adecuadamente el comportamiento de la organización

Rivera Rubio, Enrique Miguel (2011) "Sistema de gestión del mantenimiento industrial, Lima 2011". Tesis para optar el título profesional de Ingeniería Industrial. Sustentada y aprobada en la Universidad Nacional Mayor De San Marcos, Lima Perú 2011.

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo general: Implementar un sistema de gestión para incrementar la productividad de las empresas industriales.

Para ello se aplicó el tipo de investigación pre experimental, cuantitativa - cuantitativa

Conclusiones importantes

En la implementación de un Sistema de Mantenimiento industrial, Donde se agrupa tanto personas como maquinarias y su relación para obtener una calidad de mantenimiento industrial donde se tiene como uno de sus principales indicadores los costos de mantenimientos que se generan en la empresa para garantizar la confiabilidad de los equipos en el transcurso de su operatividad, como también técnicas administrativas que son utilizadas para mejorar los planes de mantenimiento.

Al analizar este trabajo se tuvo resultados favorables para la empresa en cuanto a un buen manejo de la programación, planificación y control de estos procesos.

2.1.2 A Nivel Internacional

Acero Navarro, Elías, (2003, pág. 46)“Plan de mejoramiento del mantenimiento en los equipos electromecánicos de la refinería Shushufindi”.

Trabajo de investigación de obtención al grado de Ingeniero Industrial. Sustentada y aprobada por la Escuela Politécnica Nacional, Quito Ecuador 2011.

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo general implementar un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los equipos electromecánicos de la refinería shushufindi.

Para este trabajo la investigación es de tipo Pre experimental descriptivo, cuantitativa, cualitativo. Conclusiones importantes

- Se identificó los problemas de la empresa los cuales eran el incremento de los costos de mantenimiento generados por los mantenimientos correctivos

y emergencias en el cual el proceso de producción era el más afectado incurriendo en pérdidas de producción.

- Se planteó un plan de mantenimiento asistido por computadora para controlar las frecuencias de fallos, asimismo se propuso el análisis y evaluación de las rutas y tareas de mantenimiento en cada proceso de la planta.

Tenicot García, Alex Giovanni (2001) “Sistema de gestión para mantenimiento preventivo planificado en equipos críticos que interviene el personal propio del hospital provincial general docente Riobamba, Ecuador 2015”. Tesis para obtener el grado de Ingeniero Industrial).

Esta investigación tiene como objetivo el desarrollo de un sistema de Mantenimiento en maquinarias críticas que intervienen los técnicos del Hospital Provincial General Docente Riobamba.

El trabajo de investigación es de tipo descriptivo, cuantitativo pre experimental.

Este trabajo de investigación concluye en:

- se identificó cuáles eran los principales problemas como la falta de una gestión de mantenimiento por el cual se tenía paradas de equipo, y el mal manejo de tiempos de intervención.
- Los datos que se obtuvo sobre este tema de investigación nos sirve como base para tener un horizonte sobre un sistema de gestión de mantenimiento con el cual se logre intervenir los equipos en forma programada, como también controlar los tiempos de intervención a los equipos teniendo como resultado mejora de la productividad en los equipos médicos.

2.2 Marco Conceptual

2.2.1 Plan de mantenimiento

Para implementar un plan de mantenimiento es necesario conocer los indicadores de disponibilidad, confiabilidad, rutas de mantenimiento, el tiempo medio entre reparaciones, el tiempo medio de reparaciones, la aplicación debe estar en ciertos parámetros que nos confíen los menores costos de

mantenimiento, estas definiciones que se consideran al momento de llevar un plan de mantenimiento. (Duffuaa & Campbell, 2012, pág. 12)

(Duffuaa & Campbell, 2012, pág. 25), los diseños de gestión del mantenimiento vistos desde el sector civil no se llegan a planificar el cual se ve reflejado en su disponibilidad de equipos. El sistema de gestión se refleja desde importantes partes como son: La Gestión Administrativa que menciona el avance del mantenimiento; el cómo se va a planificar, organizar y controlar esta teoría está basada en el TPM.

En base a los índices, gestión de tareas de mantenimiento y rutas de inspección, reparación y la gestión de Talento Humano, presenta la estrategia de la metodología 5S, Plan de Capacitación referente a temas relacionado a los mantenedores tanto técnico como los operadores.

(Duffuaa & Campbell, 2012, pág. 98), menciona que la gestión de mantenimiento es importante para reducir los costos referentes a mantenibilidad, fuerza laboral, servicios de reparaciones, minimizar los sobrecostos por tareas de mantenimiento repetidas, asimismo entre ellos se tienen las pérdidas de producción, la baja calidad de productos, tiempos prolongados en las entregas, costos de almacén por mantener productos con baja rotación.

2.2.1.1 Mantenimiento

(Arata, Luciano Furnaletto Adolfo, 2005), define al mantenimiento como las actividades que se realizan para que un componente, equipo u máquina de la empresa se conserve, o restaurarlos con el fin de que pueda desempeñar las funciones para las que fue diseñado. Es gerenciar recursos y planificar actividades sobre la base de estudios estadísticos, donde se emplean filosofías de la nueva generación, desarrolladas en la última década, y en constante actualización.

La historia del mantenimiento se agrupa en tres grandes generaciones cada una de ellas engloba acontecimientos más importantes antes mencionados y que definieron el mantenimiento como se conoce actualmente, se divide en 3 periodos.

- Primera generación
- Segunda generación
- Tercera generación

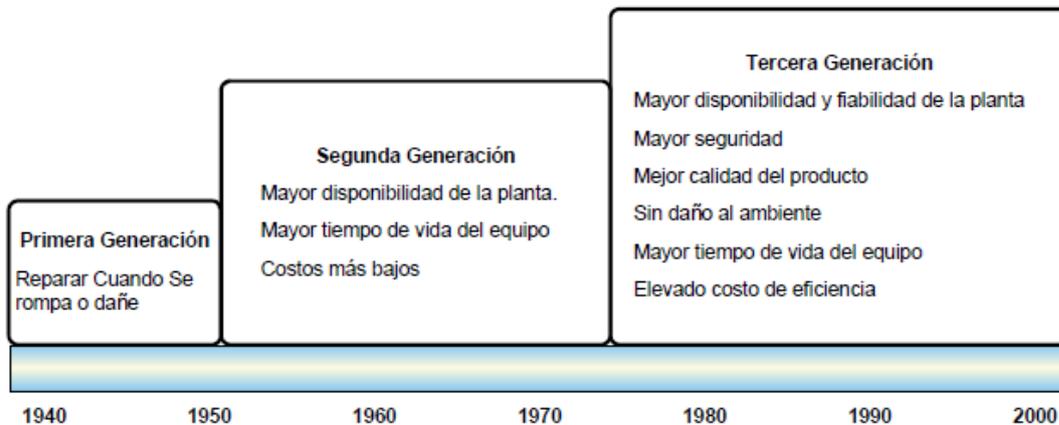


Figura 5: Evolución del mantenimiento

Fuente: (Duffuaa & Campbell, 2012, pág. 108)

2.2.1.2 Tipos de mantenimiento

(Gonzales Fernandez, 2005, pág. 87), Para tener una buena gestión en el mantenimiento y mejorar la eficiencia y efectividad es útil plantear estrategias de mantenimiento los cuales estén relacionados a la condición entre ellos tenemos:

a. Mantenimiento Autónomo.

(Gonzales Fernandez, 2005, pág. 122), “Comprenden actividades tales como: lubricación, limpieza, protección, ajustes, calibración u otras; su frecuencia de ejecución es periodo semanal, generalmente es realizado por los mismos operarios y su objetivo es mantener y alargar la vida útil de los sistemas operativos evitando su desgaste”.

b. Mantenimiento Correctivo.

Es el mantenimiento ejecutado con la finalidad de reparar los fallos que se presentan en las máquinas. Se clasifica en:

No planificado: Es la tarea de emergencia que no fue detectado el fallo. Debe realizarse con urgencia

Planificado: Se conoce anticipadamente lo que se va a realizar, de modo que cuando se pare el equipo para efectuar la reparación se tenga los recursos necesarios para su intervención tales como horas hombre, repuestos y documentación técnica necesaria para realizarla correctamente.

c. Mantenimiento Predictivo.

Es el mantenimiento que se basa en las rutas de inspección tanto sensorial e instrumental con el fin de determinar el estado y operatividad de los activos, son realizados en intervalos para prevenir fallos a través del estudio

Es necesario analizar las variables físicas (temperatura, presión, vibración, etc.) cuyas alteraciones están apareciendo y tienen a causar daño al activo (Gonzales Fernandez, 2005, pág. 141)“

d. Mantenimiento Preventivo.

Según (Alpizar Villegas, 2008, pág. 195),“Es el conjunto de actividades que se llevan a cabo en un equipo, instrumento o estructura, con el propósito de que opere a su máxima eficiencia, evitando que se produzcan paradas forzadas o imprevistas. Este sistema requiere un alto grado de conocimiento y una organización muy eficiente. Implica la elaboración de un plan de inspecciones para los distintos equipos de la planta, a través de una buena planificación, programación, control y ejecución de actividades a fin de descubrir y corregir deficiencias que posteriormente puedan ser causa de daños más graves”.

En la actualidad las organizaciones tienden a tener pérdidas ya que la funcionalidad de su planta no se da según lo requerido y esto se refleja en un sector importante por no tener planes de mantenimiento que garanticen el funcionamiento óptimo de los equipos y reduciendo así las pérdidas que generan los paros imprevistos.

G

Tabla 5: Tipos de causas del mantenimiento.

NORMAL	“Generada por la presión, fatiga, velocidad de operación, temperatura, vibraciones, etc.”.
ANORMAL	“Generada por descuido, golpes, mala manipulación, sobrecarga de trabajo”
ACCIDENTAL	“Generada por causas incontrolables pueden ser naturales, meteorológicas, u otras no programadas que se conocen como accidentes”.

Fuente: Gestión moderna del mantenimiento Industrial.

(Lenahan, Ton, 2005) Indica que es función principal del mantenimiento preventivo tener un adecuado nivel de servicio en los equipos, esto será viable si llegamos a planificar las reparaciones de los puntos críticos y en el momento ideal, previo estudio de los equipos, para reducir la probabilidad de una avería del equipo o el sistema, además también se utiliza para maximizar el resultado operativo del equipo. Una tarea de mantenimiento preventivo típica consta de cinco actividades: Desmontaje, Recuperación o sustitución, Montaje, Pruebas y Verificación. Se basa en revisiones programadas de los equipos, apoyándose a base de la experiencia y las estadísticas obtenidas. Se debe confeccionar un plan de mantenimiento para cada máquina, donde se realizarán las acciones necesarias. Se plantea con la necesidad de rebajar el mantenimiento correctivo y, por ende, los costos que éste genera.

2.2.1.3 Parámetros de mantenimiento

En el manejo de resultados es necesario medir los siguientes:

- Confiabilidad:

(Alpizar Villegas, 2008, pág. 220) “Es la manera de que un activo funcione de manera óptima en un tiempo establecido bajo ciertas condiciones operativas”

$$C = \frac{TF}{n^{\circ} F}$$

Donde:

* C= Confiabilidad

*TF: Tiempo de funcionamiento

* N°F: Número de fallas

(Alpizar Villegas, 2008, pág. 202) “La confiabilidad de un activo es determinado en base a su frecuencia de fallos cuanto menos fallas el activo es más confiable”.

- **Disponibilidad:**

“La disponibilidad se define como la probabilidad de que el equipo funcione satisfactoriamente en el momento en que sea requerido después del comienzo de su operación cuando se usa bajo condiciones estables, donde el tiempo total considerado incluye el tiempo de operación, el tiempo activo de reparación, el tiempo inactivo, el tiempo en mantenimiento preventivo (en algunos casos), el tiempo administrativo, el tiempo de funcionamiento sin producir y el tiempo logístico” (Alpizar Villegas, 2008, pág. 202)

$$D = \frac{Tt - H. muertas}{Tt}$$

Donde:

*Tt: Tiempo total.

*H. muertas: Paradas por fallos.

(Alpizar Villegas, 2008, pág. 230), La gestión de mantenimiento es definida como la efectiva y eficiente utilización de los recursos materiales, económicos, humanos y de tiempo para obtener los objetivos del mantenimiento.

La gestión del mantenimiento industrial moderno se presenta como un conjunto de técnicas para cuidar la tecnología de los sistemas de producción a lo largo de todo su ciclo de vida, llegando a utilizarlos con la máxima disponibilidad y siempre al menor costo, garantizando entre otras cuestiones, una asistencia técnica eficaz a través de una buena formación y gestión de competencias en el uso y mantenimiento de dichos sistemas asegurando la disponibilidad planeada

dentro de las recomendaciones de garantía y uso de los fabricantes de los equipos.



Figura 6: Gestión del mantenimiento
Fuente: (Tecsups, 2018, pág. 114)

2.2.1.4 Pasos para la implementación del mantenimiento preventivo

De acuerdo a (Alpizar Villegas, 2008, pág. 237), los pasos para la implementación de un plan de mantenimiento son:

Primero: Definir los equipos

Establece que lo principal es identificar cuáles son los equipos que serán estudiados para su mantenimiento, seguidamente para un buen manejo y procesamiento de información la organización debe de suministrar los manuales, catálogos, etc.

Segundo: Definir las tareas de mantenimiento

Las tareas de mantenimiento son acciones de mantenibilidad que se tienen que efectuar a los equipos, ya sea de inspección, reparación y conservación.

Tercero: Definir las rutas de mantenimiento

Se define bajo estrategias las rutas de mantenimiento teniendo en cuenta todas las tareas que se puedan realizar en una misma zona y unificando diversas

disciplinas para su intervención a cada activo y componente en base a catálogos de equipos, juicio de expertos, datos históricos, condiciones de la operación

Cuarto: Elaborar el plan de mantenimiento

Se elabora un plan donde va detallado las tareas de mantenimiento y estableciendo un tiempo frecuencial para cada intervención. Se debe elaborar un formato donde se liste las tareas a un tiempo determinado, definiendo la fecha futura de ejecución. Se planifica según los recursos el mantenimiento. El formato a realizarse será una Orden de trabajo (OT), referido a que los diferentes mantenimientos se inician mediante una orden de trabajo.

Quinto: Definición de los recursos

En este paso se identifica los recursos, tales como el recurso humano, repuestos, materiales, insumos necesarios para realizar cada actividad definida en el mantenimiento, así mismo se indicará si para la operación se requerirá personal o servicio interno y/o externo.

Sexto: Implantar un sistema de gestión de la información

Manifiesta que se debe registrar en un sistema que puede ser manual o informático, la información real relacionada al plan de mantenimiento como las operaciones que se ejecutaron, la duración del mantenimiento de cada operación, las horas hombre utilizadas, los repuestos comprometidos, los desvíos, entre otros.

2.2.2 Productividad

Según (Gutierrez, 2010, pág. 21), Es el concepto que refleja la gestión de los sistemas productivo, es la característica que señala de qué forma debemos emplear los recursos. Es por esta razón la relación de la productividad con la eficiencia y la eficacia, porque a menor tiempo de parada de equipos mayor será el resultado productivo de la línea, refiere que la productividad tiene que ver con los resultados que se tienen de un proceso o un sistema productivo por lo que incrementar la productividad es lograr mejores efectos considerando los recursos empleados para generarlos”

Definición

La productividad como una variable en general es útil tener en consideración que esta se encuentra involucrada a varias acciones, como por ejemplo las relaciones que esta tenga, de modo que, la productividad, puede verse sumamente relacionada con los análisis financieros.

(Gutierrez, 2010, pág. 22), refiere “que incrementar La productividad los resultados son notables al considerar los recursos empleados, en lo general la productividad es medido por el cociente formado de los resultados logrados y los recursos que fueron empleados. Es usual ver la productividad a través de dos componentes: eficiencia y eficacia. La primera es básicamente relación entre el resultado alcanzado y los recursos que fueron utilizados, mientras que la eficacia es el grado en que se efectúan las actividades planeadas y se alcanzan los resultados planeados. Así, analizar eficiencia es tratar de optimizar los recursos y priorizar que no haya desperdicio de recursos; mientras que la eficacia implica utilizar los recursos para el logro de los objetivos trazados (hacer lo planificado).

Se puede ser eficiente y no generar pérdidas, pero al no ser eficaz no se están alcanzando los objetivos planeados. Asimismo, por efectividad se entiende que los objetivos planteados son trascendentes y estos se deben alcanzar.

Sugiere dos etapas para incrementar la productividad: mejorar la eficiencia reduciendo el tiempo desperdiciado por paradas de equipos, falta de repuestos, desbalanceó de capacidad, mantenimiento no programado o de emergencia, reparación y retrasos en los suministros y en las pedidos de compra, por otro lado, está la mejora de la eficacia, cuyo propósito es optimizar la productividad la máquina, los repuestos y los procesos, así como capacitar a los empleados para alcanzar los objetivos a través de la disminución de productos con defectos, fallas en arranques y en operación de procesos y deficiencias en materiales, en diseños y en equipos.

Asimismo, la eficacia debe incrementar y mejorar las cualidades de los trabajadores y emplear programas que ayuden a hacer mejor su trabajo en rendimiento. Según una encuesta referida antes, la eficacia media detectada fue de 80%, es tanto, en un periodo útil en que se producen 100 unidades, 80 están

libres de defectos, las otras 20 se quedaron en el proceso por algún tipo de defecto. De estas 20 solo unas podrán reprocesarse y otras serán consideradas desperdicio.

De esta manera, si se multiplica la eficiencia por eficacia, se tiene una productividad promedio de 40%, en las ramas industriales referidas, lo que menciona el potencial y el área de oportunidad que existe en mejorar el actual sistema de trabajo y en organizar por medio de programas el plan de mantenimiento

Mediante una encuesta en los sectores industriales metal-mecánico, muebles, confección en México (Giral et al., 1998), la eficiencia promedio detectada fue de 50%, por tanto, en estos sectores se desperdiciaba en promedio la mitad del tiempo, en aspectos inherentes a fallas de planeación y organización de la producción, principalmente. De aquí que tome sentido la afirmación que dice que más que producir más rápido es mejor hacerlo reduciendo los tiempos desperdiciados a lo largo de los procesos. (Gutierrez, 2010, pág. 22),

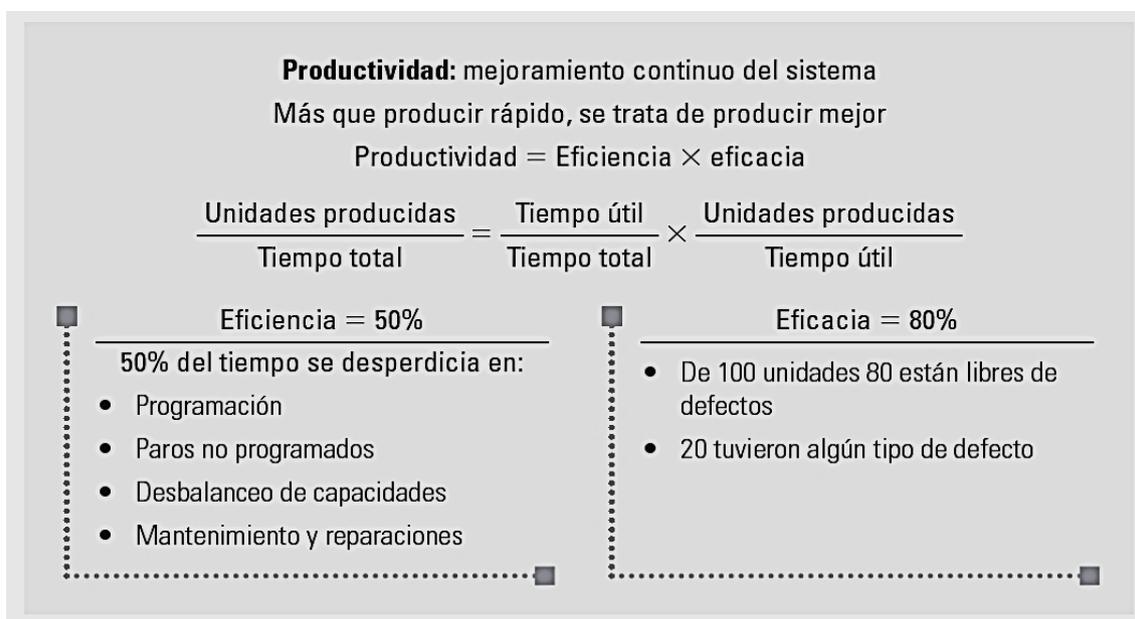


Figura 7: La productividad y sus componentes.
 Fuente: (Gutiérrez Pulido, 2010, p. 22.)

Importancia del crecimiento de la productividad

(Gutierrez, 2010, pág. 22), Desde la perspectiva del directorio, el incremento o aumento de la productividad produce en algún sentido el aumento de las

utilidades o rentabilidad a las empresas. En muchos casos la productividad es una manera más adecuada de incrementar las utilidades de las organizaciones, en lugar de incrementar las ventas. Desde la perspectiva de un trabajador, el aumento de la productividad conduce a una mejor oportunidad de incrementar los salarios y bonos, ya que aumenta la eficiencia de los mismos.

2.2.2.1 Indicadores de productividad

Eficiencia:

(Gutierrez, 2010, pág. 20), La eficiencia es el resultado de los recursos obtenidos frente a los utilizados

La fórmula de la eficiencia se obtiene de la medición de los siguientes indicadores:

$$Eficiencia = \frac{H - m. trabajadas}{H - m. Disponibles}$$

Eficacia:

(Gutierrez, 2010, pág. 21). Es la capacidad de conseguir los resultados planificados.

$$Eficacia = \frac{Prod. real}{Prod. programada.}$$

2.3 Definición de Términos

Orden de trabajo:

Documento que respalda el trabajo es la gestión más importante en el proceso de mantenimiento y el registro que soporta la historia del mantenimiento.

Mantenibilidad:

(Gonzales Fernandez, 2005, pág. 122) Es la acción a realizar frente a un componente o equipo, con la finalidad de conservar y que pueda cumplir sus funciones operativas.

Disponibilidad:

Es el porcentaje que se obtiene frente a la relación del tiempo operativo frente al tiempo estimado

Plan de mantenimiento:

Son tareas proactivas ya establecidas para realizar en un determinado activo con la intención de cumplir los objetivos de disponibilidad.

Inspección:

Son tareas frecuencias bajo rutas de larga y corta duración, para determinar la situación al momento de algo (maquina).

Mantenimiento Preventivo:

Son las tareas a intervenir bajo ya frecuencias establecidas.

Repuesto:

Es un componente necesario de un activo que garantiza su confiabilidad y calidad operativa

Activo:

Parte tangible o intangible de una empresa que tiene un valor propio y genera valor propio a la organización.

Eficacia:

Capacidad de los resultados propuestos y alcanzados

Eficiencia:

Capacidad de cumplir adecuadamente una función optimizando tiempos

Tiempo Estimado Total:

Es el Tiempo en el que un activo puede funcionar, considerando los tiempos de parada.

Tiempo muerto:

Es el tiempo de un activo, en el cual no esté produciendo nada.

Programación semanal:

Proceso que consiste en elaborar, concertar y presentar un cronograma de actividades que se espera ejecutar en un espacio de una semana.

Indicadores de mantenimiento:

Parámetros que se miden para llevar un control en la gestión del mantenimiento

2.4 Hipótesis

2.4.1 Hipótesis General

El Plan de mantenimiento preventivo influye positivamente en el incremento de la productividad de los equipos de chancado secundario en la Unidad Minera El Porvenir.

2.4.2 Hipótesis Específicas

- a. El plan de mantenimiento preventivo influye positivamente en la eficiencia de los equipos de chancado secundario en la Unidad Minera El Porvenir.
- b. El plan de mantenimiento preventivo incide directamente en la eficacia de los equipos de chancado secundario en la Unidad Minera El Porvenir

2.5 Variables.

2.5.1 Conceptualización de las variables

- a. Variable dependiente: Productividad
“Productividad es la condición de ser productivos [...] es la peculiaridad que indica que tan bien se está empleando los recursos como la mano de obra, maquinarias, capital y la energía” (Gutierrez, 2010, pág. 22),

- b. Variable independiente: Plan de mantenimiento preventivo

Según (Alpizar Villegas, 2008, pág. 230), “el mantenimiento Preventivo como las tareas a realizarse con el fin de minimizar la probabilidad de una avería del activo”.

2.5.2 Definición operacional de las variables

- a. Variable dependiente: Productividad

La productividad sirve para evaluar el rendimiento de activos, indicando los recursos versus resultados en un periodo, estos indicadores serán reflejados a través de la eficacia y eficiencia

$$.Eficiencia = \frac{H-m.trabajadas}{H-m.disponible} \quad Eficacia = \frac{Prod.real}{Prod.progr.}$$

- b. Variable independiente: Plan de mantenimiento preventivo

El plan va a permitir la identificación de las averías en los activos esto se dará a través de la observación en los efectos como los indicadores de Confiabilidad y disponibilidad, y así poder comparar un pre y post de lo implementado.

$$Disponibilidad = \frac{Tt - H.reparacion}{Tt}$$

*Tt: Tiempo total

*H. reparación: Paradas de equipo por fallas

$$Confiabilidad = \frac{TF}{NF}$$

*TF: Tiempo en funcionamiento

* NF: Número de averías (fallos)

2.5.3 Operacionalización de las variables.

Tabla 6: Operacionalización de variables.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
INDEPENDIENTE: MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Según (Gonzales Fernandez, 2005, pág. 122) el mantenimiento Preventivo es la actividad realizada para reducir una falla de un activo asimismo se usa para mejorar los beneficios operativos.	El mantenimiento preventivo nos permitirá identificar los fallos de las máquinas, esto será posible gracias a la observación de los resultados de los indicadores de Disponibilidad y Confiabilidad. Podremos comparar los resultados antes y después de la aplicación del mantenimiento preventivo	DISPONIBILIDAD	$Disponibilidad = \frac{Tt - H. muertas}{Tt}$
			CONFIABILIDAD	$Confiabilidad = \frac{TF}{n^{\circ}F}$
DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD	“Productividad es la cualidad o condición de ser productivos [...] es la cualidad que indica que tan bien se está utilizando los recursos” (Gutierrez, 2010, pág. 22),	La investigación se fundamenta en el estudio de la variable dependiente, la productividad cuyas dimensiones son: Eficiencia y Eficacia, las cuales serán controladas y evaluadas mediante sus indicadores	EFICIENCIA	$Eficiencia = \frac{H - m. trabajadas}{H - m. disponible}$
			EFICACIA	$Eficacia = \frac{prod. real}{prod. programadas}$

Fuente: elaboración propia.

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1 Metodología de investigación

En la presente investigación se utilizó el método científico, ya que este método abarca un conjunto de etapas y reglas que se deben de seguir para obtener una investigación con resultados aceptables y válidos para la comunidad científica. Asimismo, este método consiste también en formular cuestiones o problemas sobre la realidad, en base a la observación de la misma, con la finalidad de anticipar soluciones a los problemas y verificar con la misma realidad, mediante la observación de los hechos que ofrezca, la clasificación de ellos y su análisis.

3.2 Tipo de investigación

La presente es una investigación aplicada, porque busca conocer, interpretar y modificar una determinada realidad problemática: implementar la gestión de mantenimiento preventivo en la empresa objeto de unidad de análisis. Además, porque la presente tesis está más interesada en la implementación inmediata sobre una problemática, antes que el desarrollo de un conocimiento de valor universal teórico.

A su vez Por su enfoque el estudio de investigación es de tipo cuantitativo debido a que utilizaremos los datos recolectados del funcionamiento de las máquinas de la empresa para establecer los patrones de comportamiento de estas.

3.3 Nivel de investigación

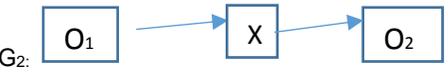
Es de carácter descriptivo-explicativo, El nivel descriptivo porque se describe como es la situación actual de los equipos se recoge información para medir las variables a estudiar y a su vez es explicativo por que se busca explicar la relación de las variables independiente y dependiente que son objeto de estudio.

3.4 Diseño de la investigación

Es de tipo cuasi experimental porque se aprecia todos los efectos ocasionados por la implementación del plan de mantenimiento en la productividad, en la tabla n° 5 se presenta el diseño de la investigación, conjuntamente con los ítems desarrollados.

El diseño que más se adapta a la investigación es con Grupo de Control y Post Prueba, asumiendo como grupo cuasi experimental las condiciones presentadas durante el periodo de julio a diciembre del 2018, siendo la Post Prueba, lo que se obtenga en el periodo enero a junio del 2019. Se requiere de dos grupos, uno cuasi experimental y otro de control, donde los elementos han sido asignados aleatoriamente, la comparación entre las pruebas de ambos grupos nos indica si hubo o no efecto de la manipulación.

Tabla 7: Diseño de la investigación

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	
Problema	¿De qué manera el plan de mantenimiento preventivo influye en la productividad de los equipos de chancado secundario en la Unidad Minera El Porvenir?	
Hipótesis	El Plan de mantenimiento preventivo influye positivamente en el incremento de la productividad de los equipos de chancado secundario en la Unidad Minera El Porvenir.	
Tipo de investigación	Investigación aplicada	
Objetivo de la investigación	Determinar la influencia del Plan de mantenimiento preventivo en la productividad de los equipos de chancado secundario en la Unidad Minera El Porvenir.	
Variables	Variable dependiente: Productividad Variable Independiente: Plan de mantenimiento preventivo	
Escala de medición	<u>Variable dependiente:</u> Productividad. Eficiencia Eficacia	<u>Variable independiente:</u> Plan de mantenimiento preventivo Disponibilidad Confiabilidad
Diseño de investigación	cuasi-experimental a nivel longitudinal correlacional-causal 	Donde: O1:Observacion antes del tratamiento X:Implementacion del plan de mantenimiento O2:Observacion después del tratamiento GE: Grupo experimental
Técnicas e instrumentos de recolección de datos	Técnicas: observación directa, análisis documental, entrevista Instrumentos: fichas de registro, orden de trabajo, reporte de trabajo, reportes de programa semanal.	
Técnicas de procesamiento y análisis de datos	Estadística descriptiva e inferencial	

Fuente: elaboración propia

3.5 Población y muestra

Población:

La población está constituida por las toneladas de mineral tratadas por las maquinas, las cuales son procesadas por la línea de chancado secundario, medido en un periodo de 24 semanas. Donde el pre test ha sido elegido por conveniencia del 01 de julio al 30 de diciembre del 2018 y el post test del 1 de enero al 30 de junio del 2019.

Muestra:

Dado que la muestra está conformada por el conjunto de elementos correspondientes a la población, la muestra será igual a las operaciones desarrolladas por los equipos de la etapa de chancado secundario, durante las 24 semanas, por tal razón la muestra viene a ser no probabilístico.

Muestreo:

El muestreo fue intencional, puesto que el investigador seleccionó la muestra de estudio y como la muestra es igual a la población no se requiere aplicar ningún método de muestreo.

3.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Como técnicas de investigación se utilizarán la observación directa, el análisis documental y entrevista.

La observación directa: Consiste en programar visitas para poder recaudar información sobre la capacidad de producción de las respectivas máquinas del proceso de producción

Análisis documental: consiste en Obtener información de la producción y de las maquinas según su historial a través de documentos, también es donde se trata de encontrar la información necesaria para comenzar las investigaciones.

Entrevista: Se realizó una entrevista al jefe de mantenimiento Nexa Resources con la finalidad de conocer más de la situación actual de la empresa, del área, de las maquinas con mayor frecuencia de fallas. Se utilizarán los siguientes

3.6.1 Instrumentos de recolección de datos:

Variable dependiente:

- Fichas de registro productividad, ver anexo 3.
- Orden de trabajo, ver anexo 6.
- programa semanal, ver anexo 7.
- Fecha técnica de equipos, ver anexo 8 al 18.

Variable Independiente:

- Reporte de registro plan de mantenimiento, ver anexo 4.
- Fichas técnicas, ver anexo 8 al 18
- Cuestionario, ver anexo 19

La técnica de análisis de datos es el estadístico descriptivo, con el fin de determinar la situación inicial y final del área de chancado secundario, en el periodo de estudio.

3.7 Procesamiento de la información

Se tabulará la información a partir de los datos obtenidos, haciendo uso del programa Microsoft Excel, posteriormente para el procesamiento y análisis correspondiente de la información, con la estadística descriptiva.

3.8 Técnicas y análisis de datos

3.8.1 Análisis descriptivo

Se utilizará la estadística descriptiva, para analizar los datos obtenidos en porcentajes, diagramas, cuadros, etc. de cómo la implementación del plan de mantenimiento incrementa la productividad de los equipos de chancado secundario. Los resultados se expresarán en datos de una situación antes y una situación después de la implementación.

3.8.2 Análisis Inferencial

Utilizando la estadística inferencial se analizará la hipótesis general y las específicas que se plantearon en la investigación. Con la aplicación de fórmulas de la estadística se trabajarán los datos recolectados, antes y después de la mejora, para luego ponerlo a prueba y decidir el rechazo o no de la hipótesis nula.

3.9 Materiales y recursos

Materiales

- Papel
- Computadora
- Celular
- Impresora
- Software: Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft Point, SAP PM, para el registro de información

Recursos

La ejecución de las tareas programadas implicó costos, los cuales requirieron estrategias para la consecución de la fuente de financiación que fue el área de mantenimiento planta.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1 Situación Actual

4.1.1 Descripción del circuito de chancado.

La etapa de chancado se subdivide en 3 etapas, chancado primario, secundario y terciario. El chancado secundario empieza a partir de la operatividad de banda Transportadora 2, quien recepciona el mineral proveniente de las tolvas de gruesos de chancado ´primario por medio de 2 vaivén NICO RH-550 48 por 14 del cual descarga a la banda transportadora 3 ,esta banda envía a la zaranda primaria METSO 20 por 8 donde el mineral de finos envía a la banda transportadora N°7 la que dirige a la banda transportadora N°8 que envía el mineral en la tolva de finos , pasando por la banda transportadora N°9 y la carga de mayor granulometría por medio de un chute de descarga hacia la chancadora cónica SANDVIK CH 660 la cual deriva el mineral de 1 7/16", derivando hacia la banda transportadora N°4 sucesivamente pasa por la banda transportadora N°5 y N°6 hasta llegar a la tolva reguladora, y es clasificada por medio de dos

zarandas ALLIS CHALMER 6 x 16 que envían a la banda transportadora N°8A la carga gruesa, y es donde se da inicio el proceso de chancado terciario.

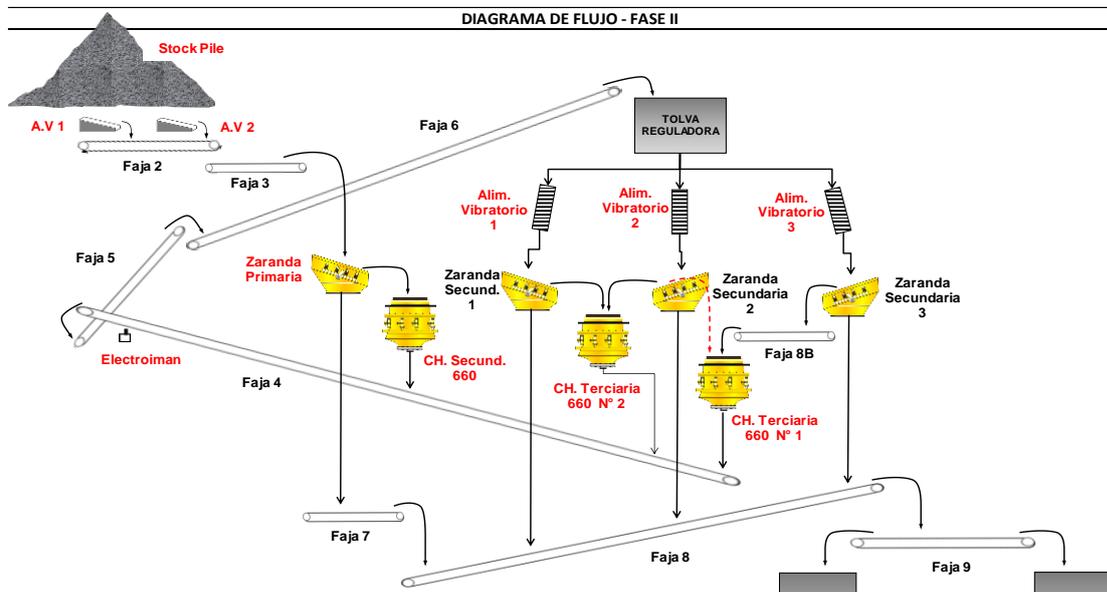


Figura 8: Diagrama de flujo
Fuente: Área de planeamiento.

4.1.2 Tipos de Mantenimiento que se aplican en la actualidad a los equipos.

Entre los tipos de mantenimiento que son aplicados a los equipos de la planta de la Unidad Minera El Porvenir, se encuentran:

Mantenimiento Correctivo: Consiste en la reparación de un equipo cuando presenta algún tipo de falla o avería. Este tipo de mantenimiento es altamente costoso, limita la vida útil de los equipos y ocasiona alteraciones en la disponibilidad de los equipos ya que su intervención requiere de recursos disponibles como mano de obra, materiales y tener stock de materiales costosos generan costos de almacenamiento este es el tipo de mantenimiento que se está aplicando a los equipos de fase II.

4.1.3 Descripción de las Maquinas de Chancado Secundario

En la actualidad las maquinas no tienen un registro histórico de los equipos adquiridos en un formato, es por tal razón que al momento de realizar la búsqueda de los códigos de los equipos se incurre en tiempos improductivos al momento que tener que generar reservas de materiales o generar ordenes de

trabajo Asimismo no cuentan con una ficha técnica lo cual dificulta realizar su mantenimiento preventivo Por ello se lista los equipos que cuenta el área de chancado de la planta concentradora. (Ver tabla 6).

Tabla 8: Equipos Área Chancado Secundario.

EQUIPOS ÁREA CHANCADO SECUNDARIO			
ÍTEM	CÓDIGO	EQUIPO	MARCA
1	70100699	Alimentador Vaivén N° 1	nico (National Iro Company)
2	70100702	Alimentador Vaivén N° 2	nico (National Iro Company)
3	70100705	Faja Transportadora N° 2	s/marca
4	70100708	Faja Transportadora N° 3	s/marca
5	70100711	Zaranda Primario	Metso S.A
6	70100715	Chancadora Secundario CH 660	Sandvick Perú S.A
7	70100719	Faja Transportadora N° 4	s/marca
8	70100723	Faja Transportadora N° 5	s/marca
9	70100726	Faja Transportadora N° 6	s/marca
10	70100729	Zaranda Secundario N° 1	Allis Challmers
11	70100733	Faja Transportadora N° 8	s/marca

Fuente: Elaboración propia

4.1.4 Evaluación del Plan de Mantenimiento

Este estudio se dirige a los activos de chancado secundario por ser una línea crítica en el proceso productivo del concentrado, es por ello necesario que se realice diagnósticos de la condición actual, considerando indicadores como son: productividad, eficiencia, eficacia, disponibilidad, confiabilidad;

4.1.5 Información de la condición Actual de la V.D: Productividad

Fueron calculados en relación a la eficiencia de las horas maquina programados para la ejecución de las tareas de mantenimiento y eficacia del cumplimiento de las toneladas producidas reales vs toneladas programadas durante las 24 semanas (6 meses) los cuales se encuentran según el análisis en 40557.29 ton/sem, de tal forma la productividad antes de su implementación del plan de mantenimiento fue de 82.98%. La obtención se obtuvo con las 11 máquinas en condiciones de funcionamiento durante 24 semanas según la siguiente tabla 8, se puede observar como fue el comportamiento de la productividad de forma semanal y el consolidado a las 24 semanas.

Tabla 9: Indicadores antes de la implementación – productividad

CÁLCULO DE LA PRODUCTIVIDAD ANTES DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO								
ITEM	SEMANAS	INDICADORES						PRODUCTIVIDAD ANTES EFICIENCIA* EFICACIA
		EFICIENCIA H.H.			EFICACIA TON			
		H.M. REAL	H.M. PROG	EFICIENCIA	Q. PROD.	Q. PROG	EFICACIA	
1	SEM 1	140	161	87%	37916.7	45500	83%	72.46%
2	SEM 2	149	161	93%	40354.7	45500	89%	82.08%
3	SEM 3	149	161	93%	40354.7	45500	89%	82.08%
4	SEM 4	154	161	96%	41708.3	45500	92%	87.68%
5	SEM 5	142	161	88%	38458.3	45500	85%	74.55%
6	SEM 6	147	161	91%	39812.5	45500	88%	79.89%
7	SEM 7	151	161	94%	40895.3	45500	90%	84.30%
8	SEM 8	148	161	92%	40083.3	45500	88%	80.98%
9	SEM 9	149	161	93%	40354.7	45500	89%	82.08%
10	SEM 10	148	161	92%	40083.3	45500	88%	80.98%
11	SEM 11	152	161	94%	41166.7	45500	90%	85.42%
12	SEM 12	154	161	96%	41708.3	45500	92%	87.68%
13	SEM 13	160	161	99%	43333.3	45500	95%	94.65%
14	SEM 14	155	161	96%	41979.7	45500	92%	88.82%
15	SEM 15	146	161	91%	39541.7	45500	87%	78.81%
16	SEM 16	149	161	93%	40354.7	45500	89%	82.08%
17	SEM 17	153	161	95%	41437.5	45500	91%	86.55%
18	SEM 18	143	161	89%	38729.7	45500	85%	75.60%
19	SEM 19	150	161	93%	40625	45500	89%	83.19%
20	SEM 20	151	161	94%	40895.3	45500	90%	84.30%
21	SEM 21	151	161	94%	40895.3	45500	90%	84.30%
22	SEM 22	153	161	95%	41437.5	45500	91%	86.55%
23	SEM 23	149	161	93%	40354.7	45500	89%	82.08%
24	SEM 24	151	161	94%	40895.8333	45500	90%	84.30%
				93.01%	40557.29		89.14%	82.98%

Fuente: Área de planeamiento.



Figura 9: Productividad antes de la implementación del mantto Preventivo.

Fuente: Elaboración propia

4.1.6 Datos de la Situación Actual de la V.I: Mantenimiento Preventivo

Para hallar la confiabilidad y disponibilidad de las máquinas antes de la implementación del Mantenimiento Preventivo, se ha tomado los datos de las operaciones correspondientes a 6 meses. La disponibilidad ha sido hallada a través de la fórmula tiempo operativo entre en tiempo total, donde nos da como promedio 89.14 % de disponibilidad.

Para hallar la confiabilidad de los equipos se hizo en relación a las horas de funcionamiento real de los equipos entre el número de averías por semana, en el cual se obtuvo un promedio de 12.8 horas de confiabilidad. Ver tabla 9.

Tabla 10: Mantenimiento preventivo antes

MEDICIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANTES DE SU IMPLEMENTACIÓN							
ITEM	SEMANAS	INDICADORES					
		DISPONIBILIDAD		CONFIABILIDAD		MANTENIMIENTO PREVENTIVO ANTES	
		H. PROG.	H. PARADA	H. FUNC.	N° FALLAS	DISPONIBILIDAD	CONFIABILIDAD
1	SEMANA 1	168	28	140	21	83.33%	7
2	SEMANA 2	168	19	149	11	88.69%	14
3	SEMANA 3	168	19	149	12	88.69%	12
4	SEMANA 4	168	14	154	11	91.67%	14
5	SEMANA 5	168	26	142	17	84.52%	8
6	SEMANA 6	168	21	147	11	87.50%	13
7	SEMANA 7	168	17	151	11	89.88%	14
8	SEMANA 8	168	20	148	13	88.10%	11
9	SEMANA 9	168	19	149	5	88.69%	30
10	SEMANA 10	168	20	148	19	88.10%	8
11	SEMANA 11	168	16	152	19	90.48%	8
12	SEMANA 12	168	14	154	14	91.67%	11
13	SEMANA 13	168	8	160	23	95.24%	7
14	SEMANA 14	168	13	155	10	92.26%	16
15	SEMANA 15	168	22	146	23	86.90%	6
16	SEMANA 16	168	19	149	17	88.69%	9
17	SEMANA 17	168	15	153	9	91.07%	17
18	SEMANA 18	168	25	143	17	85.12%	8
19	SEMANA 19	168	18	150	14	89.29%	11
20	SEMANA 20	168	17	151	11	89.88%	14
21	SEMANA 21	168	17	151	15	89.88%	10
22	SEMANA 22	168	15	153	8	91.07%	19
23	SEMANA 23	168	19	149	15	88.69%	10
24	SEMANA 24	168	17	151	5	89.88%	30
		438		331		89.14%	12.8

Fuente: Elaboración propia

En la figura 7, podemos visualizar como es la variación de la tendencia referente a la disponibilidad respecto a las 24 semanas que sirvieron para obtener los datos para el análisis.

En la figura 8, se puede observar como es la variación de la tendencia referente a la confiabilidad respecto a las 24 semanas que sirvieron para tener los datos para el análisis.



Figura 10: Disponibilidad Antes de la Mejora.
Fuente: planner.

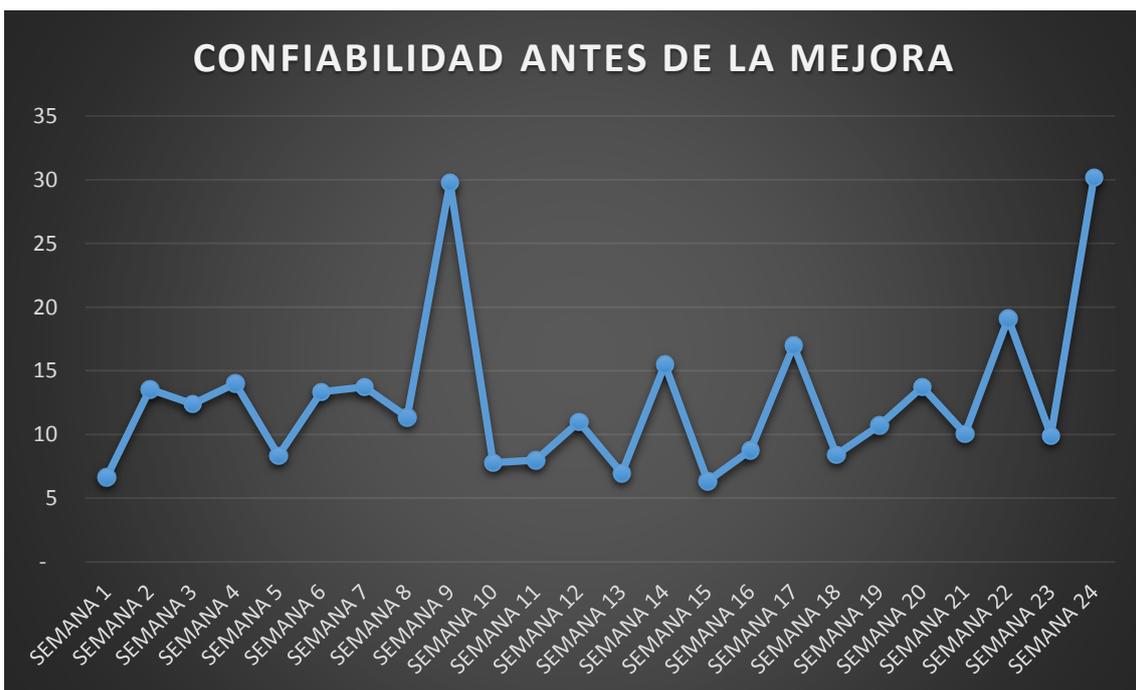


Figura 11 Confiabilidad Antes de la Mejora.
Fuente: planner.

Horas reparación

En la tabla 10, se presenta el tiempo de parada por equipo expresado en horas del área de chancado secundario de julio hasta diciembre del 2018.

Tabla 11: Horas reparación por equipo.

HORAS REPARACION DE LOS EQUIPOS DE JULIO A DICIEMBRE 2018	
MAQUINA	HORAS REPARACION
FAJA TRANSP. 2	27
ALIMENTADOR VAIVEN 1	35
ALIMENTADOR VAIVEN 2	19
FAJA TRANSP. 3	33
ZARANDA METSO	16
CHANCADORA SANDVICK CH660	16
FAJA TRANSP. 4	23
FAJA TRANSP. 5	30
FAJA TRANSP. 6	31
ZARANDA ALLIS CHAMMERS	17
FAJA TRANSP. 8	23
TOTAL	270

Fuente: Planner mantenimiento planta.

Cantidad de fallas

En la tabla 11, se presenta la cantidad de fallas expresado en número de veces de cada equipo de chancado secundario.

Tabla 12: Cantidad de Fallas por equipo.

FALLAS DE LOS EQUIPOS DE JULIO A DICIEMBRE 2018	
MAQUINA	N° DE FALLAS
FAJA TRANSP. 2	43
ALIMENTADOR VAIVEN 1	33
ALIMENTADOR VAIVEN 2	5
FAJA TRANSP. 3	21
ZARANDA METSO	24
CHANCADORA SANDVICK CH660	55
FAJA TRANSP. 4	32
FAJA TRANSP. 5	19
FAJA TRANSP. 6	38
ZARANDA ALLIS CHAMMERS	20
FAJA TRANSP. 8	41
TOTAL	331

Fuente: planner

Frecuencia de fallas

En la tabla 12, se presenta la frecuencia de fallas expresado en número de veces con relación al tiempo operativo de las máquinas de chancado secundario desde julio hasta diciembre del 2018.

Tabla 13: Frecuencia de Fallas por equipo.

FRECUENCIA DE FALLAS DE LOS EQUIPOS DE JULIO - DICIEMBRE 2018		
MAQUINA	HORAS DISPONIBLES	FRECUENCIA DE FALLOS/HORAS
FAJA TRANSP. 2	3738	87
ALIMENTADOR VAIVEN 1	3738	113
ALIMENTADOR VAIVEN 2	3738	748
FAJA TRANSP. 3	3738	178
ZARANDA METSO	3738	156
CHANCADORA SANDVICK CH660	3738	68
FAJA TRANSP. 4	3738	117
FAJA TRANSP. 5	3738	197
FAJA TRANSP. 6	3738	98
ZARANDA ALLIS CHAMMERS	3738	187
FAJA TRANSP. 8	3738	91

Fuente: planner mantenimiento planta.

4.2 Propuesta de mejora

Frente a los datos recopilados se propuso implementar el mantenimiento preventivo con la finalidad de incrementar la productividad del área chancado secundario, sabiendo que las alteraciones en el procesamiento de concentrado se deben a los paros de los equipos y los correctivos que se ejecutan en una guardia normal. Teniendo en cuenta el desvío principal, la disponibilidad, confiabilidad y productividad se ven afectados corroborándose con los indicadores de eficacia y eficiencia semanales, ya que la producción proyectada tiende a no cumplirse en muchas situaciones por los paros imprevistos de equipo (mantenimientos correctivos), reparaciones planificadas, y además la depreciación de las maquinarias.

El plan de mantenimiento preventivo tiene dos etapas la planeación y el control, este se llevó a cabo de manera semanal, bimestral, trimestral mediante revisiones los cuales serán realizados por los planner, supervisor y el jefe de mantenimiento, que de observar algún desperfecto procederá a realizar las correcciones necesarias a fin de evitar paradas imprevistas.

La implementación del mantenimiento preventivo se llevará de acuerdo a la estructura establecida por (Alpizar Villegas, 2008, pág. 237).

Planeación

Para la planificación se tiene que seguir los siguientes puntos.

a. Análisis inicial:

Se recopila información histórica relevante a los equipos en estudio (ordenes de trabajo, fichas de registro, reportes semanales.)

b. Documentación del plan de mantenimiento:

Análisis de los datos proporcionados referente a todas las fallas de un periodo

Diseño de formatos de gestión del plan mantenimiento.

Codificar e inventariar todas las máquinas existentes en chancado secundario.

Apertura de fichas técnicas.

Inventario y costeo de repuestos críticos.

Herramientas de poder y manual a utilizar.

c. Tareas de mantenimiento.

d. Definir intervalos y frecuencias de mantenimiento

e. Diseño del plan de mantenimiento-

f. Definición de los recursos a utilizar

Control

Se realiza mediante el procesamiento de las órdenes de trabajo y reportes que son entregados por parte de los técnicos, en los cuales están detallado los tiempos de intervención, tipo de trabajo, recursos utilizados, etc., para posteriormente procesar la información.

Al implementar del mantenimiento preventivo permite mejorar la disponibilidad de los equipos, minimizar las tareas correctivas, costos de parada de equipo el cual se puede mostrar en los indicadores de eficacia y eficiencia

4.3 Implementación del plan de mantenimiento preventivo a los equipos.

4.3.1 Planeación

- a. **Análisis inicial:** Se solicitó a la jefatura de mantenimiento planta Ing. Ernesto Paquiyauri Escobar, la documentación existente de las máquinas y/o equipos, donde nos brindó manuales de las máquinas con las que cuenta el área, la implementación del mantenimiento preventivo se dará a las 11 máquinas con que cuenta el área de chancado secundario.
- b. **Documentos del plan de mantenimiento:** El área de mantenimiento planta no contaba con registro sólido sobre las tareas que fueron realizados ni de los repuestos existentes es por tal razón que se realiza lo siguiente.

Revisión de la información: Al realizar la revisión de toda la información del área de mantenimiento planta no se contaba con un sólido registro histórico de todos los trabajos realizados por equipo, es por ello que se procede a tener un control de las ordenes de trabajo.

Diseño de formatos de gestión del plan de mantenimiento: Se diseñó formatos con la finalidad de analizar información de ordenar los procesos de mantenimiento y facilitar la información real y el control de lo realizado.

- Formato de orden de trabajo. (Ver anexo 05)
- Formato de reporte de trabajo diario. (Ver anexo 06)
- Formato de cumplimiento semanal (Ver anexo 7) y

Codificación de máquina: Actualmente se instaló una Zaranda secundaria, remplazando a la anterior por tener constantes paros de reparación, este con el fin de aumentar la productividad y reducir los riegos de parada de la línea, por tal razón es que se implementó un formato para registrar y codificar los equipos.

Para codificar los equipos se registró de forma secuencial en el sistema SAP con la finalidad de poder reconocer fácilmente los equipos y gestionarlos.

Tabla 14: Formato hoja de vida del Equipo.

FORMATO HOJA DE VIDA DEL EQUIPO			FECHA ADQUISICIÓN:	18/10/2019
ÁREA:	PLANTA CONCENTRADORA		LUGAR:	CHANCADO SECUNDARIO
EQUIPO PROPIO	X	EQUIPO EN LEASING	EQUIPO ARRENDADO	
IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO				
Zaranda Secundario N° 2				
MARCA	MODELO		CÓDIGO SAP	FABRICANTE
Sandvick Perú S.A	MSO1850D		70100733	Sandvik
PESO	VELOCIDAD		CARGA ESTÁTICA	POTENCIA DE MOTOR
6732 Kg.	740-990 RPM		15000 N	18,5 KW

Fuente: Elaboración Propia.

Inventario de máquinas: Tener inventariado las máquinas es importante para saber cuántos activos tiene la empresa. Es importante para saber cuál es su comportamiento en cuanto a su operatividad a través de un determinado tiempo para la tomar decisiones.

Tabla 15: Formato hoja de vida del Equipo.

N°	CÓDIGO	EQUIPO	MARCA	UBICACIÓN	DATOS TÉCNICOS		
					MF	P	FT
1	70100699	Alimentador Vaivén N° 1	National Iron Company	Chancado secundario.			X
2	70100702	Alimentador Vaivén N° 2	National Iron Company	Chancado secundario	X	X	X
3	70100705	Faja Transportadora N° 2	s/marca	Chancado secundario			X
4	70100708	Faja Transportadora N° 3	s/marca	Chancado secundario			X
5	70100711	Zaranda Primario	Metso S.A	Chancado secundario	X	X	X
6	70100715	Chancadora Sec.CH 660	Sandvick Perú S.A	Chancado secundario	X	X	X
7	70100719	Faja Transportadora N° 4	s/marca	Chancado secundario			X
8	70100723	Faja Transportadora N° 5	s/marca	Chancado secundario			X
9	70100726	Faja Transportadora N° 6	s/marca	Chancado secundario			X
10	70100729	Zaranda Secundario N° 1	Allis Challmers	Chancado secundario	X		X
11	70100733	Faja Transportadora N° 8	s/marca	Chancado secundario			X

MF=Manual Fabricante

P=Planos

FT=Ficha Técnica

Fuente: Elaboración Propia.

Apertura de fichas técnicas: Se ha procedido a elaborar las fichas técnicas de las máquinas y componentes del área de chancado secundario, se puede observar en la Figura 8 el modelo de las fichas técnicas y en anexos podremos encontrar las 11 fichas técnicas de las máquinas con que cuenta la empresa. (Ver anexo del N°05 al N°15)

Inventario y costeo de repuestos críticos: Debido a que actualmente el tipo de mantenimiento aplicado a las máquinas de la planta concentradora área de chancado secundario es el correctivo y basado en condición, no se tiene un registro histórico del consumo de los repuestos por orden de trabajo, ya que éstos se compran en cantidades desproporcionadas y en muchas veces son cargados los repuestos a otros equipos que en algunos casos suelen usar el mismo repuesto.

Por el momento se propone hacer el listado con el stock mínimo de los repuestos e insumos críticos para cada equipo y poder garantizar reparaciones oportunas.

Se puede observar en la tabla 15, el modelo del cuadro de stock de seguridad por equipo de los repuestos a utilizar y en anexos podremos encontrar los 11 cuadros de stock de seguridad de repuestos por equipo. (Ver anexo del 21 al 31).

Tabla 16: cuadro de Stock de repuestos según condiciones de uso.

CONTROL DE STOCK REPUESTOS Y CONSUMIBLES EQUIPOS CHANCADO II			
CÓDIGO SAP	DESCRIPCIÓN	STOCK SEGURIDAD	UNIDAD
Zaranda Primaria Metso LH 8'X20'			
953266	rodamiento de rodillo cónico 30207 j2/q	4	Unid.
963593	rodamiento de rodillo 30208 j2/q	4	Unid
359662	anillo sellador 60.00x82.00x12.00 r-2 bn7 (28604)	4	Unid
1041035	Tornillo cabeza cilíndrica sext. iso4762-m12x25-8.8-a3a	12	Unid
954664	eje cardan lz-700	3	Unid
971461	perno iso4762-m12x30-8.8	12	Unid
968717	correa - v 5v710, rma ip22	10	Unid
983540	amortiguador l.12122	6	Unid
953059	rodamiento rodillos esféricos 22328 ccja/w33va405	2	Unid
968613	respiradero bfp4g10w1.x	4	Unid
1036368	anillo de goma	6	Unid
1036369	anillo de goma	6	Unid
1036370	reten tra01600-vcbvr, 160x190x15	6	Unid
1036371	empaquetadura v-140	6	Unid
1036372	manguera sae 100 r6 3/8"xl500 w	3	Unid
1036373	manguera sae 100 r6 3/8"xl1000 w	3	Unid
1036374	ensamble de mangueras	4	Unid
960705	Tornillo hex. iso4017-m20x40-8.8 a3a	6	Unid
1034674	Tornillo hex. iso8676-m24x2.0x120-10.9	6	Unid
1034675	Tuerca hex. iso8673-m24x2.0-10-unpltd	6	Unid

Fuente: Elaboración Propia.

Para implementar el mantenimiento no solo se requiere de una lista de repuestos, sino también es necesario contar con materiales consumibles que se requieren para reducir tiempos y facilitar las intervenciones a los equipos.

Tabla 17: Costo de Stock de Repuestos Y Consumibles Estratégicos.

EQUIPOS	REPUESTOS	CÓDIGO SAP	CANTIDAD	U/M	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL S/.	COSTO TOTAL \$
VAIVÉN NICO RH-550 N° 1	Rodamiento de Bolas 6206 2Z	981707	4	UN	15.68	62.72	19.01
	Filtro de aceite N°EP-247	962537	1	UN	45.73	45.73	13.86
	Gasket Kit P/N 919682	952601	1	UN	193.04	193.04	58.50
VAIVÉN NICO 36''X10' N° 2	Rotula Iko SBB 28 de 1 3/4''	971182	4	UN	106.71	426.84	129.35
	Cilindro Hidráulico Hanna MP12-HCC 3.25''x14''	973285	1	UN	6559.49	6559.49	1987.72
FAJA TRANSPORTADORA N° 2	polín de carga ctn620-30	976689	10	UN	112.19	1121.9	339.97
	Rodamiento de Rodillos 22220 CK	951801	2	UN	540.93	1081.86	327.84
	Rodamiento de Rodillos 22215 CK	965385	2	UN	272.31	544.62	165.04
	polín de impacto cti620-30	977235	15	UN	177.56	2663.4	807.09
	faja transportadora de 30'' x 4 lonas	953830	83	MT	238.67	19809.61	6002.91
FAJA TRANSPORTADORA N° 3	Faja Transportadora de 36'' x 4 lonas	959446	25	MTS	302.45	7561.25	2291.29
	Faja 3V 800	980907	4	UN	16.48	65.92	19.98
ZARANDA PRIMARIA METSO LH 8'X20'	rodamiento de rodillo cónico 30207 j2/q	953266	4	UN	172.61	690.44	209.22
	rodamiento de rodillo 30208 j2/q	963593	4	UN	77.9	311.6	94.42
CHANCADORA SEC. SANDVIK CH660	air filter p10102 r1/4" n/p 912.0114-00	967856	1	UN	91.51	91.51	27.73
	mantle b n/p 442.8820-01 (m1)	967368	1	UN	18377.86	18377.86	5569.05
	bowl (cóncavo) "c" n/p 442881402	960180	1	UN	20547.63	20547.63	6226.55
	ACEITE MOBILGEAR 600 XP 150	972460	55	GLN	23.27	1279.85	387.83

EQUIPOS	REPUESTOS	CÓDIGO SAP	CANTIDAD	U/M	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL S/.	COSTO TOTAL \$
FAJA TRANSPORTADORA N° 4	Faja Transportadora de 30'' x 4 lonas	953830	150	MTC	238.67	35800.5	10848.64
	Reten TSNA 516	959635	4	UN	39.37	157.48	47.72
	Rodamiento de Rodillos 22215 CCK	965385	4	UN	272.31	1089.24	330.07
FAJA TRANSPORTADORA N° 5	Faja Transportadora de 30''x4 lonas	953830	20	MTS	238.67	4773.4	1446.48
	Rodamiento de Rodillos 22220 CK	951801	2	UN	540.93	1081.86	327.84
	Buje HA 320	954711	2	UN	141.57	283.14	85.80
	Buje HA 315	972549	2	UN	104.25	208.5	63.18
FAJA TRANSPORTADORA N° 6	Faja Transportadora 30''x4 lonas	953830	130	MTS	238.67	31027.1	9402.15
	Rodamiento de Rodillos 22226 CK W33	969273	2	UN	804.22	1608.44	487.41
	Rodamiento de Rodillos 22217 CK	956064	2	UN	362.32	724.64	219.59
ZARANDA SECUNDARIO N° 1	Rodamiento de rodillo No 22322 CCJAW33	952582	2	UN	1199.09	2398.18	726.72
	Oring P/N 3630-0 1/8"	978092	2	UN	34	68	20.61
	Oring P/N 3635-0 (oring 5/32" x 11" Ø interior)	967929	2	UN	94.09	188.18	57.02
	Plancha de caucho dentada de 60mm tipo PML	960148	2	UN	936.43	1872.86	567.53
	Faja en "V" C-128	970965	4	UN	45.15	180.6	54.73
FAJA TRANSPORTADORA N° 8	Faja Transportadora 24''x4 lonas	953830	156	MTS	238.67	37232.52	11282.58
	Polin de carga CTN-24	952312	30	UN	88.19	2645.7	801.73
	Rodamiento de Rodillos 22222 CK W33	967045	2	UN	679.18	1358.36	411.62
	Rodamiento de Rodillos 22215 CK	965385	2	UN	272.31	544.62	165.04
	Reten TSNA 515	963212	4	UN	61.21	244.84	74.19
CONSUMIBLES	grapa flexco de 1 1/2" 190	950443	3	UN	137.49	412.47	124.99
	Guardilla color rojo faja n°6 shore A de 1/2"x6"	965547	30	M	144.99	4349.7	1318.09
	platina tritten de 1/2"x5"x120"	1036122	2	UN	1673.57	3347.14	1014.28
	solvente tip top x 1 litro	958955	2	UN	40.37	80.74	24.47
TOTAL						S/ 213,113.48	\$64,579.84

Fuente: Elaboración propia.

Herramientas a usar

Se implementó cajas de herramientas con las herramientas básicas a los técnicos con el fin de minimizar los tiempos de traslado al almacén y darles las condiciones para realizar un trabajo en un tiempo determinado En la tabla 17, se muestra las herramientas que se implementaron por cada caja de herramientas para realizar las actividades de mantenimiento preventivo.(Ver. Anexo 32)

Tabla 18: Herramientas implementadas por técnico.

MANTENIMIENTO MECÁNICO PLANTA			
CÓDIGO	HERRAMIENTAS A USAR	CANTIDAD	U/M
1022184	JUEGO DE LLAVE MIXTA 10 -32 MM	1	UNIDAD
1018032	LLAVES HEXAGONALES DE 1.5 A10 MM(9 PZAS)	1	UNIDAD
1055942	LLAVE FRANCESA CRESCENT DE 10"	1	UNIDAD
957876	CINCEL ACERO PUNTA10" MAJOR CON MANGO	1	UNIDAD
1014631	FLEXÓMETRO DE 5 MTS	1	UNIDAD
1006103	MARTILLO PARA MECÁNICO 2LB	1	UNIDAD
1008033	LLAVE STYLSON DE 8"	1	UNIDAD
1013552	KIT DE DESARMADORES	1	UNIDAD

Fuente: Elaboración Propia.

c. Tareas de Mantenimiento

Las tareas de mantenimiento a realizar han sido determinadas conforme a las recomendaciones de los fabricantes, análisis de fallas. Por medio de estas tareas se identificará desperfectos que serán eliminados a través de una acción preventiva.

Tareas de inspección: son tareas sensoriales que sirven para averiguar y evaluar el estado real de los equipos por ello se realizó cartillas de verificación en este documento se indica los puntos que se deben inspeccionar periódicamente en cada máquina antes y durante su operación, los intervalos de inspección fueron determinados por las recomendaciones de los fabricantes, recomendación de los mantenedores los cuales fueron programados de acuerdo a la criticidad funcional de los equipos

Tareas de conservación: Estas actividades ayudan a mantener en funcionamiento los equipos, tienen un carácter preventivo al igual que la inspección se realiza a intervalos regulares a los equipos del área de chancado esta tarea abarca la lubricación y ajustes

Tareas de reparación: se establecieron los intervalos y tareas de cambios de componentes según los manuales de los fabricantes, juicio de experto, y condiciones del área de chancado.

d. Definir intervalos y frecuencias de mantenimiento:

Plan de inspección: Fueron elaborados por el planner de mantenimiento, con información brindada por parte de la supervisión y jefe de mantenimiento con el cual se Verificará el nivel de aceite; lubricar; revisar circuitos alrededor de la máquina, toma de temperaturas a los equipos. Ver tabla 18.

Tabla 19: Plan de Inspección preventiva Semanal.

EQUIPOS DE CHANCADO SECUNDARIO		J	V	S	D	L	M	M
1	ALIMENTADOR VAIVEN N° 01							
2	ALIMENTADOR VAIVEN N° 02							
3	FAJA TRANSPORTADORA N° 02							
4	FAJA TRANSPORTADORA N° 03							
5	ZARANDA PRIMARIA METSO 8' x 20'							
6	CHANCADORA SEC. SANDVIK CH-660							
7	ZARANDA SECUNDARIA N° 01							
8	FAJA TRANSPORTADORA N° 04							
9	FAJA TRANSPORTADORA N° 05							
10	FAJA TRANSPORTADORA N° 06							
11	FAJA TRANSPORTADORA N° 08							X

Fuente: Elaboración Propia.

Planes de mantenimiento: fueron elaborados por el planner con información brindada por parte de la supervisión y jefe de mantenimiento con el cual se determinó frecuencias con la que serán medidas las intervenciones y estas son: diarias, mensuales, trimestrales. Tal como se muestran en las tablas 19, 20 y 21, los planes de mantenimiento de los 11 equipos que conforman el chancado secundario (ver anexos del 33 al 43).

e. **Diseño del plan de mantenimiento**

Para cumplir con este paso se ha procedido a elaborar formatos según sea el caso, serán llenados al realizar cada operación de mantenimiento.

Mantenimiento rutinario: Son las verificaciones sensoriales que se realiza al equipo los cuales serán ejecutados por los mecánicos de turno, estos formatos serán rellenos de acuerdo a las observaciones que se encuentren en el equipo para posteriormente sean tratadas por el planner.

Aviso de trabajo: Es el formato donde se hace mención a las anomalías, fallas, en el cual se hace seguimiento a los trabajos llamados imprevistos o fuera de lo programado y estos se realizan diariamente por parte de los operarios quienes reportan a la supervisión para su inclusión en la programación semanal, ver Tabla 22.

Orden de trabajo: Es el documento en que se registran los datos para el desarrollo del mantenimiento si este es preventivo o correctivo, así mismo se indica la fecha, la mano de obra que se requiere. Este formato se elabora antes de iniciar el mantenimiento preventivo semanal, mensual o trimestral, ver (Anexo 6).

Reserva de materiales por orden de trabajo: Se realiza para el retiro de los materiales que requieran cada orden de trabajo, es en este vale donde se hará mención de cada repuesto e insumo a utilizar como también las cantidades y su costo total, para su recepción por parte de almacén tendrá que estar autorizado con la firma y sello del jefe de planeamiento o mantenimiento.

Programas de mantenimiento semanal, mensual, anual: Son las tareas que serán ejecutadas por los técnicos Bajo la supervisión de campo y el jefe de mantenimiento, en estos mantenimientos su complejidad es mayor por realizarse tareas de lubricación, revisiones, y cambio de componentes según sus frecuencias de intervención (Ver Anexos del 20 al 30).

Tabla 23: Avisos de Mantenimiento.

AVISOS DE PROGRAMA DE MANTENIMIENTO SEMANAL				
FECHA:				
ACTIVIDAD	EQUIPO	EMPRESA	PERSONAL	HORAS

Fuente: Elaboración Propia.

f. Definir los recursos:

Jefe de Mantenimiento: Evalúa y Autoriza las órdenes de trabajo; Revisa y aprueba el mantenimiento preventivo.

Planner de mantenimiento: gestiona los materiales, gestiona los requerimientos externos e internos para ejecución de la orden, asegura que se tenga todo lo necesario para la ejecución, autorizaciones, medios de comunicación orden de mantenimiento, lleva el control de cumplimiento de órdenes de trabajo, realiza manejo de indicadores de mejora.

Supervisor de mantenimiento: Realiza el seguimiento al cumplimiento de las órdenes de trabajo y brinda el soporte técnico a los mecánicos de mantenimiento frente a cualquier problema.

Técnicos de mantenimiento: Realizan las revisiones y ejecución de los mantenimientos programados, los cuales son ordenados por el supervisor del área de chancado secundario.

g. Capacitación al Personal

Se desarrolló una reunión con todo el personal de mantenimiento, con el fin de explicarles la implementación del mantenimiento preventivo, así mismo se indicó los beneficios que obtiene el área de mantenimiento planta para la Mejora y se programó los días de capacitación en los cuales no se viera afectado los programas de mantenimiento, dicha capacitación fue dictada por el Jefe de mantenimiento planta Ing. Ernesto Paquiyauri, se entregó al personal los formatos que se utilizarán y se les explicó como

es el procedimiento de rellenado de las ordenes de trabajo y cuál es su importancia para el área de mantenimiento planta, ver anexo 33.

Se realizó la capacitación en SAP dirigida a los planner de mantenimiento para gestionar adecuadamente los indicadores, los recursos para los mantenimientos, y la gestión de planes de mantenimiento de la planta concentradora.

Plan de capacitación:

- **Capacitación ordenes de trabajo:** La capacitación fue impartida por el jefe de mantenimiento, quien se encargó de explicar en qué consiste la planeación del mantenimiento preventivo y explicó lo relacionado a la parte técnica y su cumplimiento de las órdenes.

Lugar de la capacitación: Sala de reuniones – taller mantenimiento planta concentradora,

Duración: 1.5 horas diarias por 3 días

Temas: Primer día se impartió el curso breve de la importancia de las órdenes de trabajo y su cierre técnico, el segundo día se concluyó con la explicación de la implementación del mantenimiento preventivo, indicando las responsabilidades que se deben cumplir y el tercer día fue para resolver dudas de los técnicos, ver tabla 23.

- **Capacitación curso SAP:** Para esta capacitación el ponente fue externo (Itssystem) quien profundizo temas de planificación y control de mantenimiento, con una duración de 8 horas por día, durante 7 días.

Tabla 24: Plan de ejecución de la Capacitación.

PLAN DE EJECUCIÓN DE LA CAPACITACIÓN		
DÍA-HORARIO	TEMA	RESPONSABLE
03-oct-18 07:00:00 A 08:30:01	Avisos de trabajo Ordenes de trabajo Cierre Técnico	Jefe de Mantenimiento Planta
04-oct-18 07:00:00 - 08:30:00	importancia de los Planes de Mantenimiento	Jefe de Mantenimiento Planta
05-oct-18 07:00:00 - 08:30:00	Aclaración de Dudas	Jefe de Mantenimiento Planta

Fuente: Elaboración Propia.

Al finalizar se acordó que la ejecución del mantenimiento preventivo empezaría el jueves 2 de enero del 2019. Así mismo, el último día de la capacitación se procedió a firmar el formato de los participantes que asistió a la capacitación y el acta de conformidad de capacitación por parte del jefe de mantenimiento planta. (Ver Anexo 32). Los materiales utilizados para la capacitación del personal técnico y del área de planeamiento fueron:

- Formatos y planes de mantenimiento semanal implementados.
- Cuaderno de apuntes.
- Impresiones de los formatos implementados.
- Laptop.

4.3.2 Control

Reporte de trabajo: Para el control Se hará a través de los reportes de trabajo los cuales son las órdenes de trabajo rellenas según lo indicado y entregadas por los técnicos al supervisor quien se encarga de revisar y validar con su firma el trabajo y entregar al planner de mantenimiento quien se encarga de procesar.

Registro del cierre técnico de las órdenes de trabajo: Es el tratamiento realizado a las órdenes de trabajo, el planner es el responsable de ingresar la información como son cantidad de horas reales empleadas en el mantenimiento, repuestos utilizados, cantidad de mecánicos que intervinieron la actividad, toda esta información es almacenada en el sistema SAP con la finalidad de gestionar indicadores de mantenimiento y productividad.

Cumplimiento del plan semanal de mantenimiento

Para poder cumplir con este paso se ha procedido a elaborar un formato en Excel de las órdenes programadas vs las ejecutadas con el cual se determina la eficacia del cumplimiento semanal, este cuadro es actualizado extrayendo datos del SAP al término de la semana con el fin de medir la tendencia del cumplimiento de órdenes semanales.

4.4 Presentación de resultados.

Después de la implementación se visualiza la mejora en nuestras variables, estos datos fueron obtenidos desde enero a junio del 2019. El dato recolectado para hallar el aumento en la productividad al implementarse el mantenimiento preventivo se encuentra en un promedio de 41668.84ton/día, con una productividad del 87.54% en cuanto a Tonelaje, estos resultados son obtenidos del funcionamiento de las 11 máquinas durante 24 semanas.

Tabla 25: Medición de la V.D, Productividad después de la Mejora

MEDICION DE LA PRODUCTIVIDAD DESPUES DE LA IMPLEMENTACION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO								
ITEM	SEMANAS	INDICADORES						PRODUCTIVIDAD DESPUES EFICIENCIA*EFICACIA TON
		EFICIENCIA H.H.			EFICACIA TON			
		H.M. REAL	H.M. PROG	EFICIENCIA	Q. PROD.	Q. PROG	EFICACIA	
1	SEM 1	153	161	95%	41437.50	45500	91%	86.55%
2	SEM 2	150	161	93%	40625.00	45500	89%	83.19%
3	SEM 3	157.5	161	98%	42656.25	45500	94%	91.71%
4	SEM 4	151	161	94%	40895.83	45500	90%	84.30%
5	SEM 5	152	161	94%	41166.67	45500	90%	85.42%
6	SEM 6	157.5	161	98%	42656.25	45500	94%	91.71%
7	SEM 7	151	161	94%	40895.83	45500	90%	84.30%
8	SEM 8	152	161	94%	41166.67	45500	90%	85.42%
9	SEM 9	149	161	93%	40354.17	45500	89%	82.08%
10	SEM 10	155	161	96%	41979.17	45500	92%	88.82%
11	SEM 11	161	161	100%	43604.17	45500	96%	95.83%
12	SEM 12	153	161	95%	41437.50	45500	91%	86.55%
13	SEM 13	151	161	94%	40895.83	45500	90%	84.30%
14	SEM 14	157.5	161	98%	42656.25	45500	94%	91.71%
15	SEM 15	153	161	95%	41437.50	45500	91%	86.55%
16	SEM 16	156	161	97%	42250.00	45500	93%	89.97%
17	SEM 17	154	161	96%	41708.33	45500	92%	87.68%
18	SEM 18	154	161	96%	41708.33	45500	92%	87.68%
19	SEM 19	157	161	98%	42520.83	45500	93%	91.13%
20	SEM 20	155	161	96%	41979.17	45500	92%	88.82%
21	SEM 21	153	161	95%	41437.50	45500	91%	86.55%
22	SEM 22	153	161	95%	41437.50	45500	91%	86.55%
23	SEM 23	152	161	94%	41166.67	45500	90%	85.42%
24	SEM 24	155	161	96%	41979.17	45500	92%	88.82%
				96%			92%	87.54%

Fuente: planner Mantenimiento Planta Nexa.

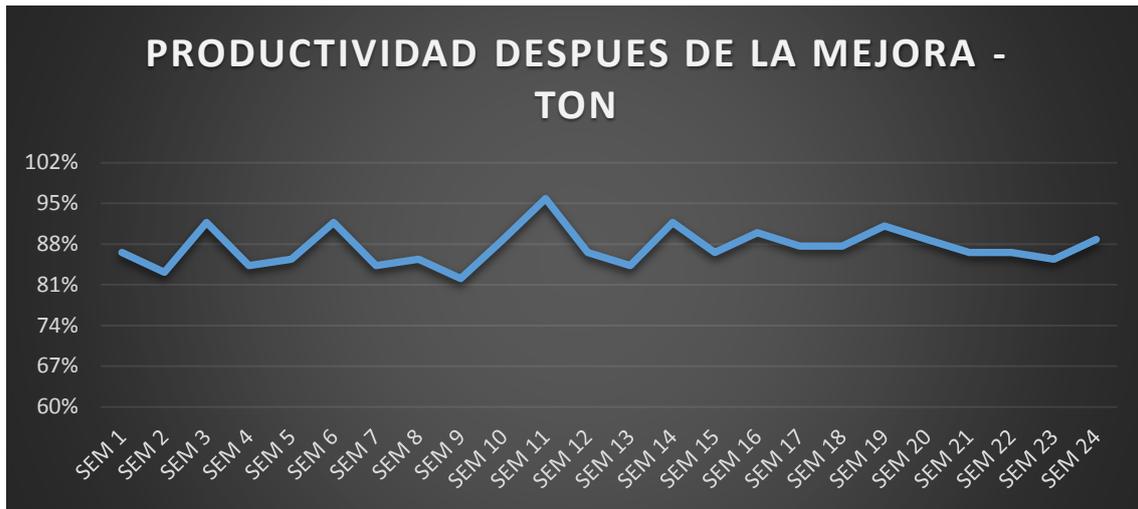


Figura 14: Grafica de la productividad después de la mejora –Tonelaje (TON)
Fuente: planner Mantenimiento Planta Nexa.

Después de la implementación del mantenimiento preventivo durante las 24 semanas podemos ver que el número de horas reparación se redujo en 98.5 horas, el número de fallas se redujo en 73 fallos teniendo así nuestra variable independiente en cuanto a sus indicadores de disponibilidad han incrementado en un 2.44%, y la confiabilidad de las maquinas se incrementó 5.71 horas, ver tabla 26.

Tabla 26: Medición de la V.I Confiabilidad y Disponibilidad después de la Mejora.

MEDICION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DESPUES DE SU IMPLEMENTACION							
ITEM	SEMANAS	INDICADORES					
		DISPONIBILIDAD		CONFIABILIDAD		MANTENIMIENTO PREVENTIVO DESPUES	
		H. TOTAL	H. PARADA	H. FUNC.	N° FALLAS	DISPONIBILIDAD	CONFIABILIDAD
1	SEM 1	168	15	153	13	91.07%	12
2	SEM 2	168	18	150	17	89.29%	9
3	SEM 3	168	10.5	157.5	8	93.75%	20
4	SEM 4	168	17	151	15	89.88%	10
5	SEM 5	168	16	152	11	90.48%	14
6	SEM 6	168	10.5	157.5	11	93.75%	14
7	SEM 7	168	17	151	6	89.88%	25
8	SEM 8	168	16	152	17	90.48%	9
9	SEM 9	168	19	149	14	88.69%	11
10	SEM 10	168	13	155	14	92.26%	11
11	SEM 11	168	7	161	11	95.83%	15
12	SEM 12	168	15	153	10	91.07%	15
13	SEM 13	168	17	151	2	89.88%	76
14	SEM 14	168	10.5	157.5	8	93.75%	20

15	SEM 15	168	15	153	10	91.07%	15	
16	SEM 16	168	12	156	6	92.86%	26	
17	SEM 17	168	14	154	17	91.67%	9	
18	SEM 18	168	14	154	17	91.67%	9	
19	SEM 19	168	11	157	14	93.45%	11	
20	SEM 20	168	13	155	12	92.26%	13	
21	SEM 21	168	15	153	5	91.07%	31	
22	SEM 22	168	15	153	8	91.07%	19	
23	SEM 23	168	16	152	6	90.48%	25	
24	SEM 24	168	13	155	6	92.26%	26	
		4032	339.5			91.58%		18.5

Fuente: planner Mantenimiento Planta Nexa.



Figura 15: Grafica de Disponibilidad Después De la Mejora.

Fuente: planner Mantenimiento Planta Nexa.



Figura 16: Grafica de Confiabilidad Después De la Mejora.

Fuente: planner Mantenimiento Planta Nexa.

Horas reparación

En la tabla 27, se presenta el tiempo de parada por equipo expresado en horas del área de chancado secundario después de la implementación del mantenimiento preventivo.

Tabla 27: Horas reparación por equipo

HORAS REPARACION DE LOS EQUIPOS DE ENERO A JUNIO 2019 – DESPUÉS	
MAQUINA	HORAS REPARACION
FAJA TRANSP. 2	18
ALIMENTADOR VAIVEN 1	15
ALIMENTADOR VAIVEN 2	13
FAJA TRANSP. 3	19
ZARANDA METSO	14
CHANCADORA SANDVICK CH660	13
FAJA TRANSP. 4	18
FAJA TRANSP. 5	20
FAJA TRANSP. 6	15
ZARANDA ALLIS CHAMMERS	13
FAJA TRANSP. 8	13
TOTAL	171

Fuente: planner mantenimiento planta

Cantidad de fallas

En la tabla 28, se presenta la cantidad de fallas expresado en número de veces de cada equipo de chancado secundario después de la implementación del mantenimiento preventivo.

Tabla 28: Cantidad de Fallas por equipo.

FALLAS DE LOS EQUIPOS DE ENERO A JUNIO 2019 - DESPUÉS	
MAQUINA	Nº DE FALLAS
FAJA TRANSP. 2	34
ALIMENTADOR VAIVEN 1	24
ALIMENTADOR VAIVEN 2	5
FAJA TRANSP. 3	20
ZARANDA METSO	23
CHANCADORA SANDVICK CH660	37
FAJA TRANSP. 4	29
FAJA TRANSP. 5	15
FAJA TRANSP. 6	36
ZARANDA ALLIS CHAMMERS	15
FAJA TRANSP. 8	20
TOTAL	258

Fuente: planner mantenimiento planta

Frecuencia de fallas

En la tabla 29, se presenta la frecuencia de fallas expresado en número de veces con relación al tiempo operativo de las máquinas después de la implementación

Tabla 29: Frecuencia de Fallas por equipo.

FRECUENCIA DE FALLAS/HORAS POR EQUIPOS – DESPUÉS	
MAQUINA	FALLAS / HORAS
FAJA TRANSP. 2	111
ALIMENTADOR VAIVEN 1	158
ALIMENTADOR VAIVEN 2	757
FAJA TRANSP. 3	189
ZARANDA METSO	165
CHANCADORA SANDVICK CH660	102
FAJA TRANSP. 4	130
FAJA TRANSP. 5	252
FAJA TRANSP. 6	105
ZARANDA ALLIS CHAMMERS	252
FAJA TRANSP. 8	189

Fuente: planner mantenimiento planta.

4.4.1 Análisis descriptivo

Tabla 30: Comparativo de productividad

SEMANAS	PRODUCTIVIDAD ANTES EFICIENCIA*EFICACIA TON	PRODUCTIVIDAD DESPUES EFICIENCIA*EFICACIA TON
SEMANA 1	72.46%	86.55%
SEMANA 2	82.08%	83.19%
SEMANA 3	82.08%	91.71%
SEMANA 4	87.68%	84.30%
SEMANA 5	74.55%	85.42%
SEMANA 6	79.89%	91.71%
SEMANA 7	84.30%	84.30%
SEMANA 8	80.98%	85.42%
SEMANA 9	82.08%	82.08%
SEMANA 10	80.98%	88.82%
SEMANA 11	85.42%	95.83%
SEMANA 12	87.68%	86.55%
SEMANA 13	94.65%	84.30%
SEMANA 14	88.82%	91.71%
SEMANA 15	78.81%	86.55%
SEMANA 16	82.08%	89.97%
SEMANA 17	86.55%	87.68%
SEMANA 18	75.60%	87.68%
SEMANA 19	83.19%	91.13%
SEMANA 20	84.30%	88.82%
SEMANA 21	84.30%	86.55%
SEMANA 22	86.55%	86.55%
SEMANA 23	82.08%	85.42%
SEMANA 24	84.30%	88.82%

Fuente: Elaboración propia.

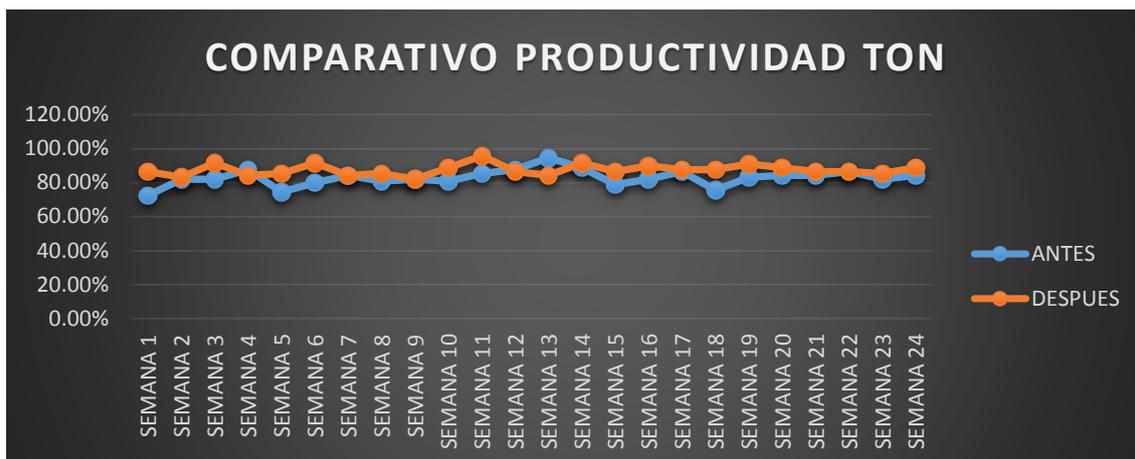


Figura 17: Comparativo Productividad Tonelaje. Antes – Después.
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31: Comparativo de disponibilidad y confiabilidad.

SEMANAS	ANTES		DESPUES	
	DISPONIBILIDAD	CONFIABILIDAD	DISPONIBILIDAD	CONFIABILIDAD
SEMANA 1	0.8	6.7	0.9	11.8
SEMANA 2	0.9	13.5	0.9	8.8
SEMANA 3	0.9	12.4	0.9	19.7
SEMANA 4	0.9	14.0	0.9	10.1
SEMANA 5	0.8	8.4	0.9	13.8
SEMANA 6	0.9	13.4	0.9	14.3
SEMANA 7	0.9	13.7	0.9	25.2
SEMANA 8	0.9	11.4	0.9	8.9
SEMANA 9	0.9	29.8	0.9	10.6
SEMANA 10	0.9	7.8	0.9	11.1
SEMANA 11	0.9	8.0	1.0	14.6
SEMANA 12	0.9	11.0	0.9	15.3
SEMANA 13	1.0	7.0	0.9	75.5
SEMANA 14	0.9	15.5	0.9	19.7
SEMANA 15	0.9	6.3	0.9	15.3
SEMANA 16	0.9	8.8	0.9	26.0
SEMANA 17	0.9	17.0	0.9	9.1
SEMANA 18	0.9	8.4	0.9	9.1
SEMANA 19	0.9	10.7	0.9	11.2
SEMANA 20	0.9	13.7	0.9	12.9
SEMANA 21	0.9	10.1	0.9	30.6
SEMANA 22	0.9	19.1	0.9	19.1
SEMANA 23	0.9	9.9	0.9	25.3
SEMANA 24	0.9	30.2	0.9	25.8
TOTAL	89.14%	12.8	91.58%	18.5

Fuente: Elaboración propia.

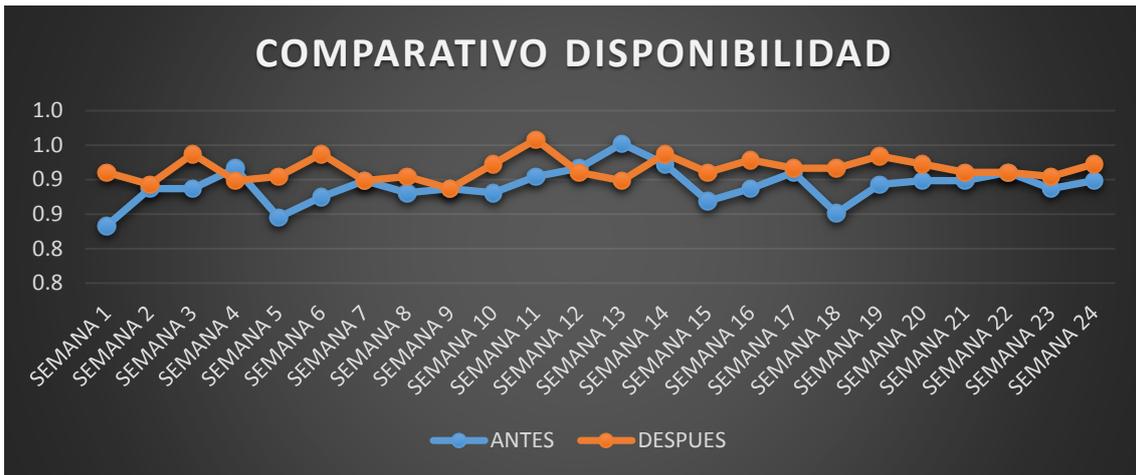


Figura 18: Comparativo Disponibilidad Antes – Después.
Fuente: Elaboración propia.

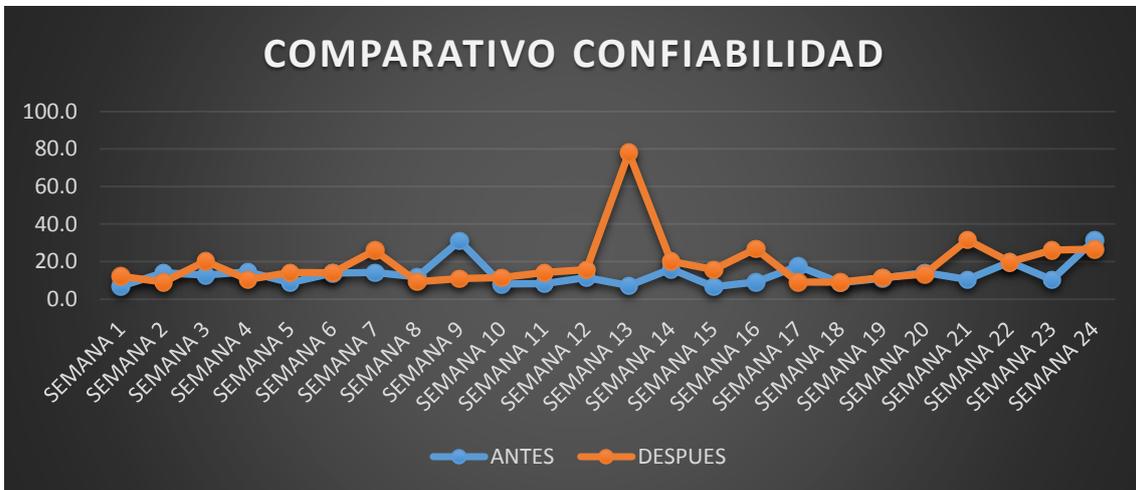


Figura 19: Comparativo Confiabilidad Antes – Después.
Fuente: planner Mantenimiento Planta Nexa.

Tabla 32: Comparativo de Frecuencias de fallas/horas por equipo.

CUADRO COMPARATIVO FRECUENCIA DE FALLAS/HORAS POR EQUIPOS - ANTES Y DESPUÉS		
MAQUINA	ANTES	DESPUÉS
FAJA TRANSP. 2	87	111
ALIMENTADOR VAIVEN 1	113	158
ALIMENTADOR VAIVEN 2	748	757
FAJA TRANSP. 3	178	189
ZARANDA METSO	156	165
CHANCADORA SANDVICK CH660	68	102
FAJA TRANSP. 4	117	130
FAJA TRANSP. 5	197	252
FAJA TRANSP. 6	98	105
ZARANDA ALLIS CHAMMERS	187	252
FAJA TRANSP. 8	91	189

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 33: Comparativo horas reparación por equipo.

CUADRO COMPARATIVO HORAS REPARACION POR EQUIPOS -ANTES Y DESPUÉS		
MAQUINA	ANTES	DESPUÉS
FAJA TRANSP. 2	27	18
ALIMENTADOR VAIVEN 1	35	15
ALIMENTADOR VAIVEN 2	19	13
FAJA TRANSP. 3	33	19
ZARANDA METSO	16	14
CHANCADORA SANDVICK CH660	16	13
FAJA TRANSP. 4	23	18
FAJA TRANSP. 5	30	20
FAJA TRANSP. 6	31	15
ZARANDA ALLIS CHAMMERS	17	13
FAJA TRANSP. 8	23	13
TOTAL PROMEDIO	24.5	15.5

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 34: Comparativo N° fallas por equipo Antes – Después.

CUADRO COMPARATIVO N° FALLAS POR EQUIPOS - ANTES Y DESPUÉS		
MAQUINA	ANTES	DESPUÉS
FAJA TRANSP. 2	43	34
ALIMENTADOR VAIVEN 1	33	24
ALIMENTADOR VAIVEN 2	5	5
FAJA TRANSP. 3	21	20
ZARANDA METSO	24	23
CHANCADORA SANDVICK CH660	55	37
FAJA TRANSP. 4	32	29
FAJA TRANSP. 5	19	15
FAJA TRANSP. 6	38	36
ZARANDA ALLIS CHAMMERS	20	15
FAJA TRANSP. 8	41	20
TOTAL PROMEDIO	30	23

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 35: Resumen antes y después Test.

PORCENTAJE DEL PRE Y POST TEST					
	PRODUCTIVIDAD	EFICIENCIA	EFICACIA	DISPONIBILIDAD	COONFIABILIDAD
PRE	82.98%	93.01%	89.14%	89.14%	12.78
POST	87.54%	95.56%	91.58%	91.58%	18.49
INCREMENTO	4.57%	2.55%	2.44%	2.44%	5.71

Fuente: Elaboración Propia.

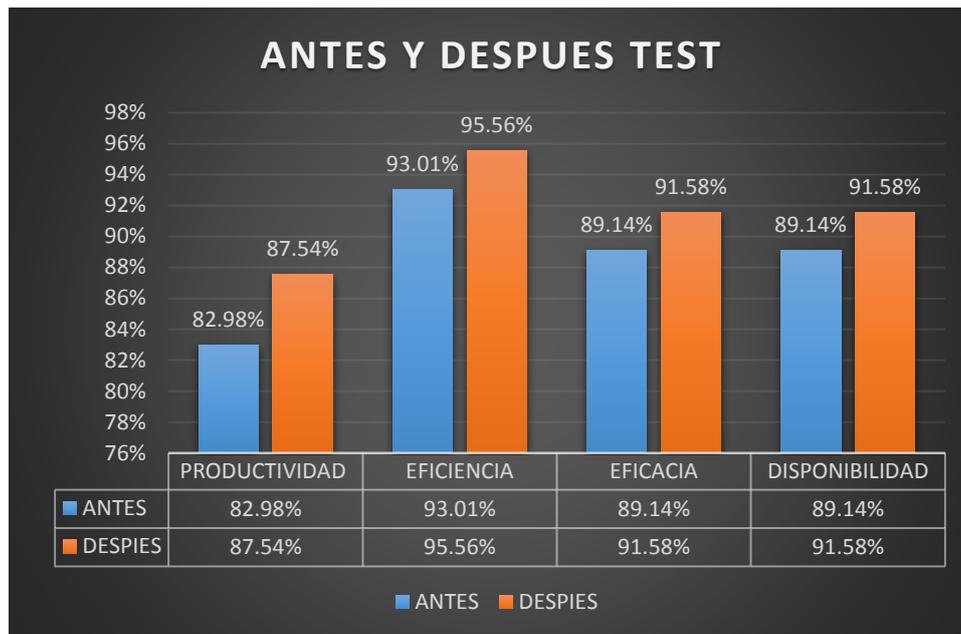


Figura 20: Resumen del antes y después Test.

Fuente: Elaboración propia.

4.4.2 Análisis inferencial

Resultados estadística inferencial

Hipótesis general

Ho: El Plan de mantenimiento preventivo no influye en la productividad de los equipos de chancado secundario en la Unidad Minera El Porvenir.

Ha: El Plan de mantenimiento preventivo influye positivamente en el incremento de la productividad de los equipos de chancado secundario en la Unidad Minera El Porvenir.

Regla de decisión

Ho: Media de la productividad pre \geq Media de la productividad post

Ha: Media de la productividad pre $<$ Media de la productividad post

Tabla 36 Análisis estadístico para la hipótesis general

PRODUCTIVIDAD	N	MEDIA	DESVIACIÓN TÍPICA
PRE	24	0.8297502	0.04790891
POST	24	0.8754386	0.03253971

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la comparación de la tabla 37, el promedio de la productividad antes del plan de mantenimiento preventivo fue de 0.8297 y esta

es menor que la media posterior al plan que es de 0.8754, por tal razón se cumple la hipótesis alterna que plantea que la media de la productividad pre es menor que la media de la productividad post por lo tanto se acepta la hipótesis alterna que menciona que “El Plan de mantenimiento preventivo influye positivamente en el incremento de la productividad de los equipos de chancado secundario en la Unidad Minera El Porvenir”

Hipótesis específica 01

Ho: El plan de mantenimiento preventivo influye negativamente en la eficiencia de los equipos de chancado secundario en la Unidad Minera El Porvenir.

Ha: El plan de mantenimiento preventivo influye positivamente en el incremento de la eficiencia de los equipos de chancado secundario en la Unidad Minera El Porvenir.

Regla de decisión

Ho: Media de la eficiencia pre \geq Media de la eficiencia post

Ha: Media de la eficiencia pre $<$ Media de la eficiencia post

Tabla 37. Análisis estadístico para la hipótesis específica 01

EFICIENCIA	N	MEDIA	DESVIACIÓN TÍPICA
PRE	24	0.9301242	0.026934149
POST	24	0.9556159	0.017674462

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla 38, se realiza una comparación de la eficiencia, teniendo como promedio de la eficiencia 0.9301 antes del plan de mantenimiento preventivo y esta es menor que la media posterior al plan que es de 0.9556, por tal razón se cumple la hipótesis alterna que plantea que la media de la eficiencia pre es menor que la media de la eficiencia post, por lo tanto se acepta la hipótesis alterna que menciona que “El plan de mantenimiento preventivo influye positivamente en el incremento de la eficiencia de los equipos de chancado secundario en la Unidad Minera El Porvenir”.

Hipótesis específica 02

Ho: El plan de mantenimiento preventivo no incide directamente en la eficacia de los equipos de chancado secundario en la Unidad Minera El Porvenir.

Ha: El plan de mantenimiento preventivo incide directamente en la eficacia de los equipos de chancado secundario en la Unidad Minera El Porvenir.

Regla de decisión

Ho: Media de la eficacia pre \geq Media de la eficacia post

Ha: Media de la eficacia pre $<$ Media de la eficacia post

Tabla 38 Análisis estadístico para la hipótesis específica 02

EFICACIA	N	MEDIA	DESVIACIÓN TÍPICA
PRE	24	0.8913690	0.025811893
POST	24	0.9157986	0.016938026

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla 39, se compara la eficacia, teniendo que el promedio de la eficacia antes del plan de mantenimiento fue de 0.8913 y esta es menor que la media posterior al plan que es de 0.9157, por tal razón se cumple la hipótesis alterna, que plantea que la media de la eficacia pre es menor que la media de la eficacia post, por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna que menciona que “El plan de mantenimiento preventivo incide directamente en la eficacia de los equipos de chancado secundario en la Unidad Minera El Porvenir.

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 Discusión general

Al implementar el plan de mantenimiento preventivo para incrementar la productividad del área de chancado secundario en la unidad Minera el Porvenir., podemos decir que cuando una empresa implementa un plan de mantenimiento preventivo este influye positivamente en los resultados de eficiencia y eficacia de sus equipos y por ende la productividad de su planta. Por tanto llego a reforzar lo Establecido por ROMERO Pérez, |Alan en su tesis titulada Aplicación del Mantenimiento Productivo Total para mejorar la productividad en el proceso de cereales extruidos de la empresa molino El Triunfo S.A, Callao – 2016, donde su problema principal era los tiempos improductivos en las actividades, todo ello a falta de una correcta gestión en el mantenimiento con el objetivo principal de asegurar el nivel de producción y maximizar los trabajos programados, el autor no indica que la productividad de la maquinaria ha mejorado en un 22.6% respecto a la inicial, antes producía 284.4 kg/hora máquina y después de la aplicación aumento a 348.7 kg/hora máquina; es así que luego de implementar el plan como parte de una adecuada gestión , se logró mejorar la productividad de 82.98% a 87.54%.incrementando la disponibilidad de los equipos.

5.2 Discusión específica:

Por otra parte con la investigación se comprueba que la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la Unidad Minera el Porvenir influye positivamente en la eficiencia de las horas máquina que inicialmente se tenía 93.01% y después de la implementación se logró un 95.56% Este resultado concuerda con la investigación de Chávez Huamán, Diego en su tesis titulada Diseño e implementación de un programa de mantenimiento preventivo para incrementar la productividad en el área de telares de la empresa textil INVERSIONES TEXJUBER S.R.L, 2016, donde se logró aumentar la eficiencia operacional de producción en un 18.75% con una producción agregada de 48,300.26 metros de tela cruda respecto al primer índice tomado en un pre-test la cual fue un 67.46% y un post-test después de 86.21%. Al igual que en la empresa Tejidos Global S.A.C. que luego de la aplicación del mantenimiento preventivo, se evidenció la optimización del tiempo de horas máquinas, de modo que se logró mejorar la eficiencia a 80,75%.

Finalmente, con la investigación se comprueba que la implementación del plan de mantenimiento influye positivamente en la eficacia se obtuvo el valor de 91.58%, con esto se aprueba la hipótesis: El plan de mantenimiento preventivo mejora la eficacia del proceso de chancado secundario de la Unidad Minera El Porvenir Este resultado tiene relación y concuerda con los resultados y conclusiones de la tesis de Ángel y Olaya (2014), quienes señalan en su investigación que con la creación del plan de mantenimiento preventivo se logró como resultado mayor producción, rapidez, eficiencia y control en el desarrollo de las actividades. Los investigadores dan como resultado que la implementación del diseño ha aumentado la calidad de los equipos en un 25%, además que los fallos y paradas también han sido reducidos en un 8%. En la empresa Tejidos Global S.A.C, es así que luego de analizar los indicadores de eficacia los planes de mantenimiento preventivo mejoran la eficacia respecto a la gestión de órdenes de trabajo en 97.50% y respecto a la producción en 95% como parte de una adecuada gestión de mantenimiento en la empresa Nexa Resources.

CONCLUSIONES

1. Los resultados alcanzados en la contrastación de la hipótesis nos indica que el plan de mantenimiento preventivo influye positivamente en el incremento de la productividad de los equipos de chancado secundario, viéndose reflejado en la comparación de las medias de antes que era de 37753.63 Ton/semana, o también expresado como el 82.98%, con el después que era de 39832.46 Ton/semana, o también expresado como 87.54%, donde se puede ver el incremento de la productividad de un 4.57% o también de 2078.82 Ton/semana. Fue posible este incremento principalmente por la implementación del plan de mantenimiento preventivo y el adecuado desarrollo en los equipos del área, así como también la reducción de eventos no planificados (paradas correctivas), reducción de horas reparación, reducción de fallas de los equipos.
2. El plan de mantenimiento preventivo influye positivamente en la eficiencia de las horas maquina programadas vs las horas maquina reales utilizadas en las operaciones del proceso de chancado secundario, queda demostrado en la prueba de medias realizada con el análisis estadístico, notando que la media del antes era de 93.01%, mientras que la media del después es de 95.56%, notándose un incremento de 2.55%. Principalmente se debe a que en un inicio solo se efectuaba el mantenimiento correctivo lo cual no garantizaba la existencia de los repuestos en almacén y es por tal razón que se generaban tiempos ocios por parte de los mecánicos, al realizar la implementación del plan de mantenimiento se cumplió los procedimiento de trabajo, se estableció tiempos en base a los datos históricos y análisis de fallas y según las condiciones de trabajo, se programó los planes de mantenimiento de los equipos, estos programas son semanales para llevar un mejor control respecto al cumplimiento de las ordenes de trabajo(mantenimiento) y la eficiencia de las horas maquina esto permitió que las reparaciones sean más confiables y se aumentara las horas de producción por tanto la disponibilidad de las máquinas.
3. De la misma manera podemos indicar que el plan de Mantenimiento Preventivo incide directamente en la eficacia de los equipos de chancado secundario, se demostró en la prueba de medias con el análisis estadístico, donde se corrobora la hipótesis, apreciándose que la media anterior respecto a la eficacia del cumplimiento de producción era de 89.14%, mientras que la media del después respecto a la eficacia del cumplimiento de producción fue de 91.58%, notándose una mejora del 2.44% para la eficacia en el área de chancado secundario. se observa que al cumplir los planes aumenta la confiabilidad de los equipos y se reduce los tiempos de paros imprevistos teniendo mayor disponibilidad.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a la empresa Nexa Unidad Minera el Porvenir implementar el plan de mantenimiento preventivo a todos sus equipos ya que contribuye a llevar un mejor control en cuanto a los tiempos de intervención sin afectar a la producción, con el objetivo de seguir mejorando la productividad en la empresa, por ello es vital continuar y dar seguimiento al cronograma de mantenimientos preventivos propuestos.
2. Se recomienda revisar constantemente el plan de mantenimiento preventivo de los equipos, a fin de actualizarlo y mejorarlo en los aspectos que sean convenientes para generar resultados más eficaces y eficientes; esto significa revisar las actividades y rutinas de mantenimiento, sus frecuencias de aplicación y el tiempo de ejecución.
3. Se recomienda el seguimiento a la ejecución de los planes de inspección durante la frecuencia establecida a los equipos en estudio.
4. Se recomienda llevar un riguroso control a las órdenes de trabajo de los planes de mantenimiento implementadas a los equipos que permanecerán en el área de chancado secundario. para obtener un amplio registro del comportamiento de los equipos y determinar las condiciones en que se encuentran los mismos, con el propósito de evitar que reaparezcan las fallas identificadas en un tiempo mayor al planificado.
5. Se recomienda llevar el cálculo de la data de fallas, ya que permitirá tener un mejor registro de datos del comportamiento del equipo en un período de tiempo específico. Tomando como referencia la muestra del cálculo de los indicadores de gestión de mantenimiento propuesto.
6. Se recomienda revisar el programa de mantenimiento semanal, mensual y realizar el cálculo de los indicadores de eficacia del cumplimiento de órdenes de trabajo y producción, eficiencia, disponibilidad, confiabilidad para evaluar el comportamiento del área de chancado y poder tomar acciones de mejora continua.
7. Se recomienda la ejecución de los planes de mantenimiento preventivo mecánico propuestos en este estudio en la frecuencia establecida.
8. Adicionalmente se recomienda implementar un plan de seguridad y salud para prevenir alguna enfermedad profesional o accidente laboral.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Acero Navarro, E. (2003). *Plan de Mantenimiento Preventivo de los Equipos Electromecánicos de la Refinería Shushufindi*. Escuela Politécnica Nacional, Quito.
2. Alpizar Villegas, E. (2008). *Gestión del mantenimiento* (Vol. 5). Recuperado el 23 de julio de 2018
3. Arata, Luciano Furnaletto Adolfo. (2005). *Manual de Gestión de Activos y Mantenimiento*. Santiago de Chile: Ril.
4. Calderon Oscanoa, P. d. (2012). Rediseño de procesos para la mejora del control, optimización de la productividad y reducción de los costos en el área de mantenimiento de la empresa de gases industriales Aga S.A. *Universidad Nacional de Ingeniería*. Lima.
5. Duffuaa, s., & Campbell, J. (2012). *Sistemas de Mantenimiento, Planeación y Control*. Mexico: Limusa.
6. Gonzales Fernandez, F. (2005). *Teoría y Práctica del Mantenimiento Industrial Avanzado*. fundacion Confemetal 2da edición.
7. Gutierrez, H. (2010). *Calidad total y productividad* (3 ed.). Mexico, Mexico: McGraw-Hill,2010. pp. 238.
8. Lenahan, Ton. (2005). *Gestión de Mantenimiento con Paradas*. EEUU.
9. (2001). *Proceso de Implantación y Desarrollo de Mantenimiento Total de la Producción*.
10. Rivera Rubio, M. E. (2011). *Implementación de un Sistema de Mantenimiento industrial*.
11. Tecsup. (2018). *Planificación y programación de mantenimiento*. Lima.

ANEXOS

ANEXO 1: Matriz de consistencia.

TEMA: PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LOS EQUIPOS DE CHANCADO SECUNDARIO EN UNA EMPRESA MINERA					
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	METODOLOGIA
Problema general	Objetivo general	Hipotesis general	Variable independiente:	Dimensiones:	Metodo: científico
¿De qué manera el plan de mantenimiento preventivo influye en la productividad de los equipos de chancado secundario en la Unidad Minera El Porvenir?	Determinar la influencia del Plan de mantenimiento preventivo en la productividad de los equipos de chancado secundario en la Unidad Minera El Porvenir.	El Plan de mantenimiento preventivo influye positivamente en el incremento de la productividad de los equipos de chancado secundario en la Unidad Minera El Porvenir.	Plan de mantenimiento preventivo	Disponibilidad Confiability	Tipo de investigacion: aplicada Nivel de investigacion: descriptivo y explicativo Diseño de investigacion: cuasi experimental a nivel longitudinal, correlacional-causal GE: 01 →X → 02 Dónde: X: implementación del Plan de mantenimiento preventivo G.E. Grupo Experimental. 01 Pre-Test 02 Post-Test
Problema Especificos	Objetivo Especificos	Hipotesis Especificos	Variable dependiente:	Dimensiones:	02 Post-Test
a) ¿Cuál es la influencia del plan de mantenimiento preventivo en la eficiencia de los equipos de chancado secundario en la Unidad Minera El Porvenir?	a) Establecer la influencia del plan de mantenimiento preventivo en la eficiencia de los equipos de chancado secundario en la Unidad Minera El Porvenir.	a) El plan de mantenimiento preventivo influye positivamente en la eficiencia de los equipos de chancado secundario en la Unidad Minera El Porvenir	Productividad	Eficiencia Eficacia	Poblacion: esta constituido por la produccion de 24 semanas Donde el pre test ha sido elegido por conveniencia del 01 de julio del 2018 al 30 de diciembre del 2018 y el post test del 1de enero al 30 de junio del 2019 Muestra: las operaciones desarrolladas durante las 24 semanas, muestreo no probabilistico Técnicas e instrumentos de recoleccion de datos : Técnicas: observación directa, análisis documental Instrumentos: fichas de registro, orden de trabajo, reporte de trabajo, reportes de programa semanal. Técnicas Estadísticas de Análisis y Procesamiento de Datos: Estadística descriptiva y analisis inferencial
b) ¿En que medida el plan de mantenimiento preventivo incide en la eficacia de los equipos de chancado secundario en la Unidad Minera El Porvenir?	b) Definir en que medida el plan de mantenimiento preventivo incide en la eficacia de los equipos de chancado secundario en la Unidad Minera El Porvenir.	b) El plan de mantenimiento preventivo incide directamente en la eficacia de los equipos de chancado secundario en la Unidad Minera El Porvenir.			



**FORMATO: VALIDEZ DEL CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA
VARIABLE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PRODUCTIVIDAD**

N°	VARIABLES/DIMENSIONES	Permanencia		Relevancia		Claridad		Sugerencias
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
	VARIABLE INDEPENDIENTE :MANTENIMIENTO PREVENTIVO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
		/		/		/		
	DIMENSION 1:	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	DISPONIBILIDAD	/		/		/		
	DIMENSION 2:	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
2	CONFIABILIDAD	/		/		/		
	VARIABLE DEPENDIENTE:PRODUCTIVIDAD	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
		/		/		/		
	DIMENSION 1:	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
3	EFICIENCIA	/		/		/		
	DIMENSION 2:	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
4	EFICACIA	/		/		/		

Opinión de aplicabilidad: aplicable no aplicable () aplicable despues de corregir ()

Apellidos y Nombres del experto

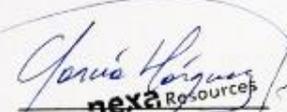
García Márquez Max

CIP: 50427

permanencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado

relevancia: El ítem es el apropiado para presentar al componente o dimensión específica del constructo

claridad: se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem , es conciso, exacto, y directo


nexa Resources
 Firma del experto informante
 Ing. Max García Márquez
 JEFE MANTENIMIENTO MECANICO
 U.M. EL PORVENIR

20 de Junio del 2018



FORMATO: VALIDEZ DEL CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PRODUCTIVIDAD

N°	VARIABLES/DIMENSIONES	Permanencia		Relevancia		Claridad		Sugerencias
		SI	NO	SI	NO	SI	NO	
	VARIABLE INDEPENDIENTE :MANTENIMIENTO PREVENTIVO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
		✓		✓		✓		
	DIMENSION 1:	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	DISPONIBILIDAD	✓		✓		✓		
	DIMENSION 2:	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
2	CONFIABILIDAD	✓		✓		✓		
	VARIABLE DEPENDIENTE:PRODUCTIVIDAD	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
		✓		✓		✓		
	DIMENSION1:	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
3	EFICIENCIA	✓		✓		✓		
	DIMENSION2:	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
4	EFICACIA	✓		✓		✓		las variables tienen relación frente a los instrumentos propuestos.

Opinion de aplicabilidad: aplicable no aplicable () aplicable despues de corregir ()

Apellidos y Nombres del experto FLORES VILA GUILLERMO YURI CIP: 151192

permanencia: El item corresponde al concepto teorico formulado
relevancia: El item es el apropiado para presentar al componente o dimension especifica del constructo
claridad: se entiende sin dificultad alguna el enunciado del item , es conciso, exacto, y directo



 Firma del experto informante
NOVES VILA GUILLERMO

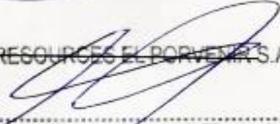
20 de 06 del 2018.

ANEXO 6: Formato de Orden de Trabajo.

	CONFIPETROL		Página:	1/1	
	ORDEN DE TRABAJO		Versión:	0	
			Elaborado por: Henry Chacon L Aprobado por: Ing. Ernesto P.		
Fecha:	Turno:	Hora:	Area:	N°	
Nombre del Supervisor:			Lugar:		
Lider de la Tarea			Nivel/Labora:		
Nombre del Colaborador:			Firma		
1.					
2.					
3.					
4.					
Compromiso del colaborador: Si marca (SI) continúe con la actividad y si marca (NO) no inicie la actividad y comuníquelo a su líder:				SI	NO
Fue entrenado en los ESTANDARES y PETS para desarrollar la actividad, conoce el procedimiento de la actividad que va a ejecutar?					
Actividades a Desarrollar			Croquis/Recomendaciones		
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					
Actividades Críticas a Desarrollar					
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
Controles de Seguridad					
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
Firma Trabajador			Firma Supervisor		

Elaborado por: Henry Chacon L (Planner de Mantenimiento)

Validado por: Ernesto Paquiyauri E. (Jefe de Mantenimiento)


 NEXA RESOURCES EL PORVENIR S.A.C

 Ernesto Paquiyauri Escobar
 JEFE MANTENIMIENTO MECÁNICO PLANTA
 CIP: 152138

ANEXO 7: Formato del programa semanal de mantenimiento preventivo



FORMATO PROGRAMA SEMANAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

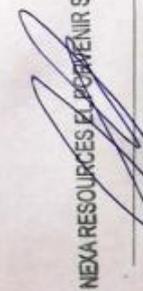
NOTA: Lo resultado son trabajos reprogramados

ITEM	TALLER	Sem	OT - MILPO	J	V	S	D	L	M	M	Description	Hrs	Personas	Total	Porc.	Costo																																																																																																																																					
				11	12	13	14	15	16	17																																																																																																																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">92% disponibilidad por mecanico</td> <td style="width: 15%; text-align: center;">11</td> <td style="width: 15%;">HRS/DIA</td> <td colspan="13"></td> </tr> <tr> <td>N° Personas</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>H.H Presupuesto</td> <td>99</td> </tr> <tr> <td>H.H planificados</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>H.H Diferencia eficiencia operativa</td> <td>99</td> </tr> <tr> <td>Total H.H Presupuesto</td> <td colspan="15" style="text-align: right;">693</td> </tr> <tr> <td>Total H.H planificados</td> <td colspan="15" style="text-align: right;">0</td> </tr> <tr> <td colspan="17" style="text-align: center; background-color: red; color: white;"> Total eficiencia operativa 0% </td> </tr> </table>																	92% disponibilidad por mecanico	11	HRS/DIA														N° Personas	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	H.H Presupuesto	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	H.H planificados	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	H.H Diferencia eficiencia operativa	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	Total H.H Presupuesto	693															Total H.H planificados	0															Total eficiencia operativa 0%																
92% disponibilidad por mecanico	11	HRS/DIA																																																																																																																																																			
N° Personas	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9																																																																																																																																					
H.H Presupuesto	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99																																																																																																																																					
H.H planificados	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																																																																																																																																					
H.H Diferencia eficiencia operativa	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99																																																																																																																																					
Total H.H Presupuesto	693																																																																																																																																																				
Total H.H planificados	0																																																																																																																																																				
Total eficiencia operativa 0%																																																																																																																																																					
												TOTAL	0	0	0	0%	\$0.00																																																																																																																																				

NEXA RECURSOS ELABORAR S.A.C

JEFE MANTENIMIENTO MECANICO PLANTA

CIP: 154139

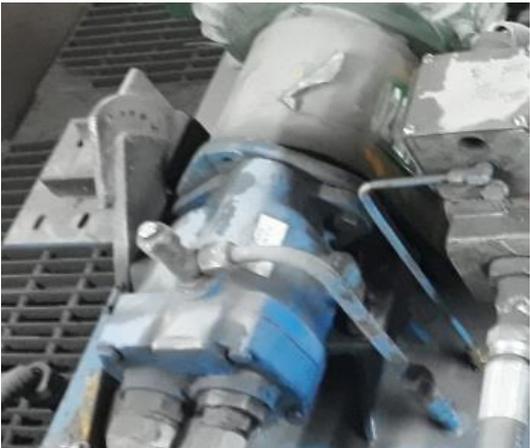


Sach-Henry Chacon Leon
Planner de mantenimiento
Firma de elaboracion

ANEXO 8: Ficha técnica de alimentador Vaivén 1

		ALIMENTADOR VAIVEN 1		UNIDAD MINERA EL PORVENIR		
Ubicación Técnica		7937-02-0102-01		Versión: 1.0		
Fecha recopilación de datos		07/11/2018		Cód. Interno:		
1. DATOS GENERALES			FOTO			
Denominación de activo:	ALIMENTADOR VAIVEN 1 F-II					
Descripción Proceso:	CHANCADO					
Descripción Sub - Proceso:	CHANCADO SECUNDARIO					
Área:	PLANTA CONCENTRADORA					
Código SAP:	70100699					
2. REGISTRO TECNICO DEL EQUIPO						
Marca	Nico	Año de fabricación				
Modelo	550H	Dimensiones	36" X 16 ft			
Serie	RH-550-200					
Fabricante	NICO(National Iron Compani)					
3. REGISTRO TECNICO DE COMPONENTES MECANICOS						
NOMBRE DEL COMPONENTE		BOMBA HIDRAULICA		LAYOUT		
Denominación de activo	BOMBA HIDRAULICA A					
Marca	VICKERS					
Modelo	PVB15-FRDY					
Serie	N/S					
Fabricante	VICKERS					
Velocidad nominal (motor)	1770 RPM					
Tipo	PISTONES					
Presion nominal	1500psi					
Presion maxima	1800psi					
Velocidad rotacional maxima	3600RPM					
Flujo maximo						
Torque						
Temperatura máxima de trabajo	60°C					
Cod. Limpieza ISO 4406	18/16/14					
Diámetro en la succión	2"					
Diámetro en la descarga	3/4"					
Acople	Acoplamiento Falk 40T-10					
NOMBRE DEL COMPONENTE		CILINDRO HIDRAULICO		LAYOUT		
Denominación de activo	CILINDRO HIDRAULICO					
Marca	Hanna					
Modelo	MP1-2H-CC					
Serie	H26449-A01					
Dimensiones	5.00"X12.00"					
NOMBRE DEL COMPONENTE:		RESERVORIO HIDRAULICO		LAYOUT		
Marca	S/M					
Modelo	S/M					
Serie	S/S					
Capacidad de tanque	80 GI					
Tipo de aceite	ACEITE NUTO H 46 GRANEL					
Dimensiones:						
Altura	19 Plg					
Ancho	36 Plg					
Largo	57 Plg					

ANEXO 9: Ficha técnica Equipo Alimentador Vaivén N° 2.

		ALIMENTADOR VAIVEN 2		UNIDAD MINERA EL PORVENIR		
Ubicación Técnica		7937-02-0102-02		Versión: 1.0		
Fecha recopilación de datos		09/11/2018		Cód. Interno:		
1. DATOS GENERALES			FOTO			
Denominación de activo:	ALIMENTADOR VAIVEN 2 F-II					
Descripción Proceso:	CHANCADO					
Descripción Sub - Proceso:	CHANCADO SECUNDARIO					
Área:	PLANTA CONCENTRADORA					
Código SAP:	70100702					
2. REGISTRO TECNICO DEL EQUIPO						
Marca	Nico	Año de fabricación				
Modelo	550H	Dimensiones	36" X 16 ft			
Serie	RH-550-200					
Fabricante	NICO(National Iron Compani)					
3. REGISTRO TECNICO DE COMPONENTES MECANICOS						
NOMBRE DEL COMPONENTE	BOMBA HIDRAULICA		LAYOUT			
Denominación de activo	BOMBA HIDRAULICA					
Marca	VICKERS					
Modelo	PVB15-FRDY					
Serie	S/S					
Fabricante	VICKERS					
Velocidad nominal (motor)	1750					
Tipo	PISTONES					
Presion nominal	1500psi					
Presion maxima	1800psi					
Velocidad rotacional maxima	3600RPM					
Flujo maximo						
Torque						
Temperatura máxima de trabajo	60°C					
Cod. Limpieza ISO 4406	18/16/14					
Diámetro en la succión	2"					
Diámetro en la descarga	3/4"					
Acople	40T-10					
NOMBRE DEL COMPONENTE	CILINDRO HIDRAULICO		LAYOUT			
Denominación de activo	CILINDRO HIDRAULICO					
Marca	Hanna					
Modelo	MP1-2H-CC					
Serie	S/S					
Dimensiones	3.25"X14.00"					
NOMBRE DEL COMPONENTE:	RESERVORIO HIDRAULICO		LAYOUT			
Marca	S/M					
Modelo	S/M					
Serie	S/S					
Capacidad de tanque	80 Gl					
Tipo de aceite	ACEITE NUTO H 46 GRANEL					
Dimensiones:						
Altura	19 Plg					
Ancho	36 Plg					
Largo	57 Plg					

Anexo 10: Ficha técnica Equipo Faja transportadora N° 2.

		FAJA TRANSPORTADORA N° 2		UNIDAD MINERA EL PORVENIR	
Ubicación técnica		7937-02-0102-01		Versión: 1.0	
Fecha recopilación de datos		12/11/2018		Cód. Interno:	
1. DATOS GENERALES			LAYOUT		
Denominación de activo:		FAJA TRANSPORTADORA N° 2 F-II			
Descripción Proceso:		CHANCADO			
Descripción Sub - Proceso:		CHANCADO SECUNDARIO			
Área:		PLANTA CONCENTRADORA			
Código SAP:		70100705			
2. REGISTRO TECNICO DEL EQUIPO					
1.- BANDA TRANSPORTADORA:					
DESARROLLO:		83 M			
TIPO DE BANDA:		EP			
NUMERO DE LONAS:		4			
CUBIERTA:		5/16" - 1/8"			
ANCHO:		30"			
ESPESOR TOTAL:		3/4"			
2.- ACOPLAMIENTOS:					
TIPO:		ACOPLAMINETO TIPO CADENA "XXXX"			
3.- POLEAS: D/A/d/l					
POLEA 1:		20"x32"			
POLEA 2:		24"x32"			
POLEA 3:		20"x32"			
POLEA 4:		20"x32"			
POLEA 5:		20"x32"			
4.- CHUMACERAS: Mod/Mod Rod					
CHUMACERA 1:		SSA 515-612			
CHUMACERA 2:		SSN 520			
CHUMACERA 3:		SSN 515-612			
CHUMACERA 4:		SSA 515-612			
CHUMACERA 5:		SSN 515-612			
5.- BASTIDORES:					
BASTIDORES DE CARGA TRIPLE NORMAL/CANTIDAD:		CTN-620-30 / 38			
BASTIDORES DE CARGA TRIPLE IMPACTO/CANTIDAD:		CTI-620-30 / 10			
BASTIDORES DE CARGA TRIPLE AUTOALINEANTE/CANTIDAD:		CTA-620-30 / 11			
BASTIDORES DE RETORNO SIMPLE CON DISCOS/CANTIDAD:		RSD-70-30 / 12			
BASTIDOR DE RETORNO SIMPLE CON DISCOS AUTOALINEANTE/CAN		RSDA-70-30 / 1			
6.- BACK STOP:					
TIPO:					
3. REGISTRO TECNICO DE COMPONENTES MECANICOS					
NOMBRE DEL COMPONENTE		REDUCTOR			
Denominación de activo		REDUCTOR		Tipo de Carga	
Marca		SEW		Condiciones de ambiente	
Modelo		NV 132M4		Ejecución del equipo	
Tipo		NV 132M4		Eje de salida DIAMETRO	
Serie		Sew Eurodrive		OBSERVACIONES	
Fabricante		Sew Eurodrive		LAYOUT	
Potencia de entrada		56KW			
Velocidad RPM entrada/salida		1750/47 RPM			
Torque					
Factor de servicio					
Relación de reducción		37.2			
Cantidad de lubricación		3 GI			
Tipo de lubricante		MOBIL GEAR 600XP320			
Tipo de acople salida de carga					

Anexo 11: Ficha técnica Equipo Faja transportadora N° 3.

nexa		FAJA TRANSPORTADORA N° 3		UNIDAD MINERA EL PORVENIR	
Ubicación técnica		7937-01-0102-04		Versión: 1.0	
Fecha recopilación de datos		15/11/2018		Cód. Interno:	
1. DATOS GENERALES			FOTO		
Denominación de activo:		FAJA TRANSPORTADORA N° 3 F-II			
Descripción Proceso:		CHANCADO			
Descripción Sub - Proceso:		CHANCADO SECUNDARIO			
Área:		PLANTA CONCENTRADORA			
Código SAP:		70100708			
2. REGISTRO TECNICO DEL EQUIPO					
1.- BANDA TRANSPORTADORA:					
DESARROLLO:		22.2M			
TIPO DE BANDA:		EP			
NUMERO DE LONAS:		4			
CUBIERTA:		8 - 2 MM			
ANCHO:		36"			
ESPESOR TOTAL:		5/8"			
2.- POLEAS: D/A/d/I					
POLEA 1:		24" x 38 1/2"			
POLEA 2:		25" x 39"			
					
3.- CHUMACERAS: Mod/Mod Rod					
CHUMACERA 1:		SAF 518			
CHUMACERA 2:		SAF 518			
4.- BASTIDORES:					
BASTIDORES DE CARGA TRIPLE NORMAL/CANTIDAD:		CTN-620-30 / 8			
BASTIDORES DE CARGA TRIPLE IMPACTO/CANTIDAD:		CTI-620-30 / 4			
BASTIDORES DE CARGA TRIPLE AUTOALINEANTE/CANTIDAD:		CTA-620-30 / 1			
BASTIDORES DE RETORNO SIMPLE CON DISCOS/CANTIDAD:		RSD-50-30 / 3			
5.- TRANSMISION:					
TIPO:		CORREAS EN V			
CORREA:		3V 900			
3. REGISTRO TECNICO DE COMPONENTES MECANICOS					
NOMBRE DEL COMPONENTE		REDUCTOR			
Denominación de activo		REDUCTOR		Transmision	
Marca		SUMITOMO		CORREAS EN V	
Modelo		315J-14 CLO185849		Fajas/Cantidad	
Serie		N/S		3V - 900 / 5 Uni	
Tamaño		OBSERVACIONES			
Fabricante		SUMITOMO		LAYOUT	
Potencia de entrada		18.5 KW			
Velocidad RPM entrada/salida		1765/ 70 RPM			
Torque					
Factor de servicio					
Relación de reducción		25.3			
Cantidad de lubricación		3 GL			
Tipo de lubricante		MOBIL GEAR 600XP320			

Anexo 12: Ficha técnica Equipo Zaranda primario.

	ZARANDA PRIMARIA		UNIDAD MINERA EL PORVENIR
Ubicación:	7937-02-0102-05	Versión: 1.0	
Fecha recopilación de datos:	17/11/2018	Cód. Interno:	
1.- DATOS GENERALES			
Denominación de activo:	ZARANDA PRIMARIA		
Descripción Proceso:	CHANCADO		
Descripción Sub - Proceso:	CHANCADO SECUNDARIO		
Área:	PLANTA CONCENTRADORA		
Código SAP:	70100711		
2. REGISTRO TECNICO DEL EQUIPO			
Marca:	METSO	Año de fabricacion	x
Modelo:	LH 8"X20"	Tipo:	MSO
Serie:	N/S	Nro de Niveles/DECK1/DECK2	2 Nv/20mm/10mm
Peso Kg		Tipo de transmision:	CORREA TRAPEZOIDAL
Amortiguador:	L.12122	Polea motor	SIN DATOS
Altura de caída maxima	750mm	Polea zaranda	SIN DATOS
Rango de inclinacion	15° a 20°	Rodamientos	22324CCJA/W33VA405
Temperatura de mineral	+80°C	MECANISMO VIBRADOR	
Temperatura ambiente	-20°C a 80°C	Tipo	V140-A
Aceleracion max	5.0 xG	Long	2445mm
		Rodamiento	8102FA
		TRANSMISION	
		Tipo	FAJAS - CARDAN
		Correa de transmision/cantidad	5V710 / 5
		Acoplamiento / tipo	EJE CARDAN / LZ
		Long de acoplamiento cardan	700

Anexo 13: Ficha técnica Equipo Chan. Sec. CH 660.

		CHANCADORA SECUNDARIA SANDVIK CH 660		UNIDAD MINERA EL PORVENIR					
Ubicación:		7937-02-0102-06		Versión: 1.0					
Fecha recopilación de datos:		19/11/2018		Cód. Interno:					
1.- DATOS GENERALES									
Denominación de activo:	CHANCADORA SECUNDARIA SANDVIK CH 660								
Descripción Proceso:	CHANCADO								
Descripción Sub - Proceso:	CHANCADO SECUNDARIO								
Área:	PLANTA CONCENTRADORA								
Código SAP:	70100715								
2. DATOS DEL EQUIPO									
Marca:	SANDVIK	Año fabricación							
Modelo:	CH660	Tipo de transmisión:	CORREA TRAPEZOIDAL						
Serie:	S/D	Polea motor							
Peso		Polea chancadora							
Fabricante	SANDVIK	Faja/Cantidad	SPC3150/14						
Camara de trituracion	M	Radio de Excentricidad instalado	36 mm						
Manto	B	Radio de excentricida posible	44mm						
Interconcavo	M								
3. REGISTRO TECNICO DE COMPONENTES MECANICOS									
NOMBRE DEL COMPONENTE:		SISTEMA HYDROSET							
Marca:	SANDVIK	LAYOUT							
Tipo:	CTHS660:01								
Serie:	1240576								
Capacidad	22.5 Gl								
Peso:	560 Kg								
Bomba Hydroset	PUMP PHI P3BAN1003CL10B01 P/N 906037700								
Temperatura min-máxima	5°C a 40°C								
Humedad relativa max	80%								
Tipo Aceite:	MOBILGEAR 600XP68								
NOMBRE DEL COMPONENTE:						SISTEMA DE LUBRICACION Y ENFRIAMIENTO			
Marca:	SANDVIK					LAYOUT			
Tipo:	CTHS660:01								
Serie:	1240576								
Capacidad	110 Gl								
Peso:	700KG								
Bomba Hydroset	PUMP PHI P3BAN1003CL10B01 P/N 906037700								
Temperatura min-máxima	5°C a 40°C								
Humedad relativa max	80%								
Bomba Lubricacion	LUBRICATION OIL PUMP LO9502V 906014100								
Tipo Aceite:	MOBILGEAR 600XP150								
NOMBRE DEL COMPONENTE:						ENFRIADOR DE ACEITE			
Volumen-aceite	14 L	LAYOUT							
Material	ALUMINIO								
Caida de presion de aceite	0.16 MPa								
Velocidad	1740 RPM								
Caudal de aire max.	10764 M³/H								
Presion de apertura de valvula	8MPa								

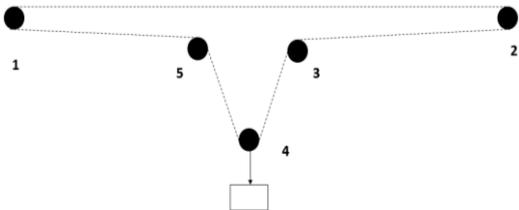
Anexo 14: Ficha técnica Equipo Faja transportadora N° 4.

		FAJA TRANSPORTADORA N°4		UNIDAD MINERA EL PORVENIR	
Ubicación técnica		7937-02-0102-01		Versión: 1.0	
Fecha recopilación de datos		21/11/2018		Cód. Interno:	
1. DATOS GENERALES			LAYOUT		
Denominación de activo:		FAJA TRANSPORTADORA N°4 F-II			
Descripción Proceso:		CHANCADO			
Descripción Sub - Proceso:		CHANCADO SECUNDARIO			
Área:		PLANTA CONCENTRADORA			
Código SAP:		70100719			
2. REGISTRO TECNICO DEL EQUIPO					
1.- BANDA TRANSPORTADORA:					
DESARROLLO:		150M			
TIPO DE BANDA:		EP			
NUMERO DE LONAS:		4			
CUBIERTA:		8 - 2			
ANCHO:		30"			
ESPESOR TOTAL:		5/8"			
2.- ACOPLAMIENTOS:					
FALK					
3.- POLEAS: D/A/d/l					
POLEA 1:		20"x32"			
POLEA 2:		24"x32"			
POLEA 3:		20"x32"			
POLEA 4:		20"x32"			
POLEA 5:		20"x32"			
4.- CHUMACERAS: Mod/Mod Rod					
CHUMACERA 1:		SNA 517			
CHUMACERA 2:		SNA 526			
CHUMACERA 3:		SNA515-612			
CHUMACERA 4:		SNA515-612			
CHUMACERA 5:		SNA515-612			
5.- BASTIDORES:					
BASTIDORES DE CARGA TRIPLE NORMAL/CANTIDAD:		CTN-620-30 / 45			
BASTIDORES DE CARGA TRIPLE IMPACTO/CANTIDAD:		CTI-620-30 / 12			
BASTIDORES DE CARGA TRIPLE AUTOALINEANTE/CANTIDAD:		CTA-620-30 / 2			
BASTIDORES DE RETORNO SIMPLE CON DISCOS/CANTIDAD:		RSD-70-30 / 15			
BASTIDOR DE RETORNO SIMPLE CON DISCOS AUTOALINEANTE/CAN		RSDA-70-30 / 2			
6.- BACK STOP:					
TIPO:					
3. REGISTRO TECNICO DE COMPONENTES MECANICOS					
NOMBRE DEL COMPONENTE		MOTOREDUCTOR FAJA N°4			
Denominación de activo		Tipo de Carga		AXIAL	
Marca		Condiciones de ambiente		POLUCION	
Tipo		Eje de salida DIAMETRO			
Serie		56.73888649010001.16			
Fabricante		SEW EURODRIVE		OBSERVACIONES	
Potencia de entrada		56kw			
Velocidad RPM entrada/salida		1780/78.2 RPM			
Torque					
Factor de servicio		2.64			
Relación de reducción		22.757			
Cantidad de lubricación		4 GL			
Tipo de lubricante		MOBILGEAR 600XP68			
Características de Trabajo a realizar		TRANSPORTE DE MINERAL			
Tipo de acople entre motor eléctrico		1090 T10D			
Tipo de acople salida de carga		1120 T10D			
LAYOUT					
					

Anexo 15: Ficha técnica Equipo Faja transportadora N° 5.

nexa		FAJA TRANSPORTADORA N°5		UNIDAD MINERA EL PORVENIR	
Ubicación técnica		7937-02-0102-08		Versión: 1.0	
Fecha recopilación de datos		19/11/2018		Cód. Interno:	
1. DATOS GENERALES			LAYOUT		
Denominación de activo:		FAJA TRANSPORTADORA N°5 F-II			
Descripción Proceso:		CHANCADO			
Descripción Sub - Proceso:		CHANCADO SECUNDARIO			
Área:		PLANTA CONCENTRADORA			
Código SAP:		70100723			
2. REGISTRO TECNICO DEL EQUIPO					
1.- BANDA TRANSPORTADORA:					
DESARROLLO:		15.3M			
TIPO DE BANDA:		EP			
NUMERO DE LONAS:		4			
CUBIERTA:		8 - 2			
ANCHO:		30"			
ESPESOR TOTAL:		5/8"			
2.- ACOPLAMIENTOS:					
TIPO:		ACOPLAMIENTO DE GOMA			
3.- POLEAS: D/A/d/I					
POLEA 1:		20"x32"			
POLEA 2:		24"x32"			
					
4.- CHUMACERAS: Mod/Mod Rod					
CHUMACERA 1:		SSA 515-612			
CHUMACERA 2:		SNA 520-617(SSN22520)			
5.- BASTIDORES:					
BASTIDORES DE CARGA TRIPLE NORMAL/CANTIDAD:		CTN-620-30 / 4			
BASTIDORES DE CARGA TRIPLE IMPACTO/CANTIDAD:		CTI-620-30 / 5			
BASTIDORES DE RETORNO SIMPLE CON DISCOS/CANTIDAD:		RSD-70-30 / 2			
6.- BACK STOP:					
TIPO:					
3. REGISTRO TECNICO DE COMPONENTES MECANICOS					
NOMBRE DEL COMPONENTE		REDUCTOR			
Denominación de activo		REDUCTOR		Tipo de Carga	
Marca		SEW EURODRIVE		AXIAL	
Modelo		N/M		Condiciones de ambiente	
Tipo:		K107DV160ML4		POLUCION	
Serie		S/D		Eje de salida DIAMETRO	
Fabricante		SEW EURODRIVE		OBSERVACIONES	
Potencia de entrada		9.2 KW		LAYOUT 	
Velocidad RPM entrada/salida		1740/30 RPM			
Torque					
Factor de servicio					
Relación de reducción		58			
Cantidad de lubricación		2GL			
Tipo de lubricante		MOBILGEAR 600XP320			
Características de trabajo a realizar		TRANSPORTE DE MINERAL			
Tipo de acople salida de carga		ACOPLAMIENTO DE GOMA			

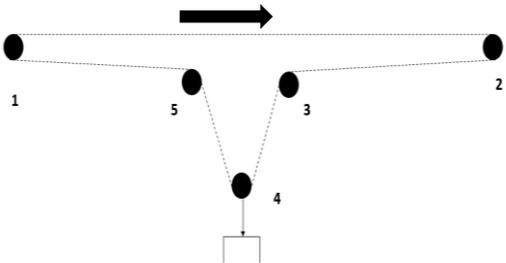
Anexo 16: Ficha técnica Equipo Faja transportadora N° 6.

nexa		FAJA TRANSPORTADORA N°6		UNIDAD MINERA EL PORVENIR	
Ubicación técnica		7937-02-0102-09		Versión: 1.0	
Fecha recopilación de datos		24/11/2018		Cód. Interno:	
1. DATOS GENERALES				FOTO	
Denominación de activo:		FAJA TRANSPORTADORA N°6 F-II			
Descripción Proceso:		CHANCADO			
Descripción Sub - Proceso:		CHANCADO SECUNDARIO			
Área:		PLANTA CONCENTRADORA			
Código SAP:		70100726			
2. REGISTRO TECNICO DEL EQUIPO					
1.- BANDA TRANSPORTADORA:					
DESARROLLO:		130M			
TIPO DE BANDA:		EP			
NUMERO DE LONAS:		4			
CUBIERTA:		3/8"			
ANCHO:		30"			
ESPESOR TOTAL:		5/8"			
2.- ACOPLAMIENTOS:					
TIPO:					
3.- POLEAS: D/A/d/I					
POLEA 1:		20"x32"			
POLEA 2:		24"x32"			
POLEA 3:		20"x32"			
POLEA 4:		20"x32"			
POLEA 5:		20"x32"			
					
4.- CHUMACERAS: Mod/Mod Rod					
CHUMACERA 1:					
CHUMACERA 2:					
5.- BASTIDORES:					
BASTIDORES DE CARGA TRIPLE NORMAL/CANTIDAD:		CTN-620-30 / 45			
BASTIDORES DE CARGA TRIPLE IMPACTO/CANTIDAD:		CTI-620-30 / 5			
BASTIDORES DE CARGA TRIPLE AUTOALINEANTE/CANTIDAD:		CTA-620-30 / 2			
BASTIDORES DE RETORNO SIMPLE CON DISCOS/CANTIDAD:		RSD-70-30 / 16			
BASTIDOR DE RETORNO SIMPLE CON DISCOS AUTOALINEANTE/CAN		RSDA-70-30 / 2			
6.- BACK STOP:					
TIPO:					
3. REGISTRO TECNICO DE COMPONENTES MECANICOS					
NOMBRE DEL COMPONENTE		MOTOREDUCTOR FAJA N°4			
Denominación de activo		Tipo de Carga		AXIAL	
Marca		SEW		Condiciones de ambiente	
Tipo		MC3RL SI05 CCW		POLUCION	
Serie		56.73888649010001.16			
Fabricante		SEW EURODRIVE		OBSERVACIONES	
Potencia de entrada		56kw			
Velocidad RPM entrada/salida		1780/78.2 RPM			
Torque					
Factor de servicio		2.64			
Relación de reducción		22.757			
Cantidad de lubricación		4 GL			
Tipo de lubricante		MOBILGEAR 600XP68			
Características de Trabajo a realizar		TRANSPORTE DE MINERAL			
Tipo de acople entre motor eléctrico		1090 T10D			
Tipo de acople salida de carga		1120 T10D			
					

Anexo 17: Ficha técnica Equipo Zaranda secundario N° 1.

		ZARANDA SECUNDARIO N° 1 ALLIS CHALLMERS		UNIDAD MINERA EL PORVENIR	
Ubicación:		7937-02-0102-05		Versión: 1.0	
Fecha recopilación de datos:		05/12/2018		Cód. Interno:	
1.- DATOS GENERALES					
Denominación de activo:		ZARANDA ALLIS CHALLMERS			
Descripción Proceso:		CHANCADO			
Descripción Sub - Proceso:		CHANCADO SECUNDARIO			
Área:		PLANTA CONCENTRADORA			
Código SAP:		70100726			
2. REGISTRO TECNICO DEL EQUIPO					
Marca:	ALLIS CHALLMERS	Año de fabricacion	x		
Modelo:	LH 6"X16"	Tipo:	MSO		
Serie:	N/S	Nro de Niveles/DECK1/DECK2	2 Nv/20mm/10mm		
Peso Kg		Tipo de transmision:	CORREA TRAPEZOIDAL		
Amortiguador:	L.12355	Polea motor	SIN DATOS		
Altura de caída maxima	765mm	Polea zaranda	SIN DATOS		
Rango de inclinacion	15° a 25°	Rodamientos	22324CCJA/W33VA405		
Temperatura de mineral	+80°C	MECANISMO VIBRADOR			
Temperatura ambiente	-20°C a 80°C	Tipo	V120-A		
Aceleracion max	5.0 x G	Long	2445mm		
		Rodamiento	7812FF		
		TRANSMISION			
		Tipo	FAJAS - CARDAN		
		Correa de transmision/cantidad	5V710 / 5		
		Acoplamiento / tipo	EJE CARDAN / LZ		
		Long de acoplamiento cardan	700+A8A.18:D35		

Anexo 18: Ficha técnica Equipo Faja transportadora N° 8

		FAJA TRANSPORTADORA N°8		UNIDAD MINERA EL PORVENIR	
Ubicación técnica		7937-02-0103-03		Versión: 1.0	
Fecha recopilación de datos		09/12/2018		Cód. Interno:	
1. DATOS GENERALES				FOTO	
Denominación de activo:	FAJA TRANSPORTADORA N°8				
Descripción Proceso:	CHANCADO				
Descripción Sub - Proceso:	CHANCADO TERCARIO				
Área:	PLANTA CONCENTRADORA				
Código SAP:	70100752				
2. REGISTRO TECNICO DEL EQUIPO					
1.- BANDA TRANSPORTADORA:					
DESARROLLO:				156M	
TIPO DE BANDA:				EP	
NUMERO DE LONAS:				4	
CUBIERTA:				8-2	
ANCHO:				26"	
ESPESOR TOTAL:				5/8"	
2.- ACOPLAMIENTOS:					
ALTA / TIPO:				Falk Rigido B-1025 G25	
BAJA / TIPO:					
3.- POLEAS: D/A/d/I					
POLEA 1:	20"X26"				
POLEA 2:	24"X26"				
POLEA 3:	20"X32"				
POLEA 4:	20"X32"				
POLEA 5:	20"X32"				
4.- CHUMACERAS: Mod/Mod Rod					
CHUMACERA 1:	SNA 515-612				
CHUMACERA 2:	SNA 522-619				
CHUMACERA 3:	SNA 515-612				
CHUMACERA 4:	SNA 515-612				
CHUMACERA 5:	SNA 515-612				
5.- BASTIDORES:					
BASTIDORES DE CARGA TRIPLE NORMAL/CANTIDAD:				CTN-520-24 / 61	
BASTIDORES DE CARGA TRIPLE AUTOALINEANTE/CANTIDAD:				CTA-520-24 / 4	
BASTIDORES DE RETORNO SIMPLE CON DISCOS/CANTIDAD:				RSD-70-24 / 82	
BASTIDOR DE RETORNO SIMPLE CON DISCOS AUTOALINEANTE/CAN				RSDA-70-24 / 1	
6.- BACK STOP:					
TIPO:					
3. REGISTRO TECNICO DE COMPONENTES MECANICOS					
NOMBRE DEL COMPONENTE		REDUCTOR			
Marca	FALK	Condiciones de ambiente	POLUCION		
Modelo	M117VRC3A-0423	Eje de salida DIAMETRO			
Serie	N/S				
Fabricante	REXNORD	OBSERVACIONES			
Potencia de entrada	56KW	LAYOUT 			
Velocidad RPM entrada/salida	1750/87.5 RPM				
Torque					
Factor de servicio					
Relación de reducción	20				
Cantidad de lubricación					
Tipo de lubricante	MOBILGEAR600XP320				
Características de trabajo a realizar	TRANSPORTE DE MINERAL				
Tipo de acople entre motor eléctrico	1100T-10D				
Tipo de acople salida de carga	1120T-10D				



CUESTIONARIO

1. ¿Cuánto tiempo tiene laborando en el área de mantenimiento?
2. ¿Qué tipo de mantenimiento se realiza en esta área y cada qué tiempo?
3. ¿Qué funciones realiza Ud. con mayor frecuencia?
4. ¿Qué máquinas son las que con mayor frecuencia presentan fallas?
5. ¿Los repuestos para dichas máquinas se encuentran en almacén?
6. ¿Qué tiempo demora la adquisición después que usted hace un requerimiento de repuestos?
7. ¿Cada qué tiempo se producen paradas de máquinas que detienen el proceso de producción ?
8. ¿Qué tiempo promedio se demora en arreglar una máquina?
9. ¿Usted considera que el tiempo que se le asigna para reparar dichas máquinas es el correcto?
10. ¿Le parece a Ud. que el personal existente en su área es suficiente?

Anexo 19: Modelo de Análisis de fallas

AMEF - alimentador vaiven 1				
modo de falla	causa	efecto	falla funcional	tarea
recalentamiento	suciedad en el tanque	filtros obstruidos	no alimentar mineral	cambio de filtros
fugas	agrietamiento	rotura de manguera	no alimentar mineral	cambio de mangueras
regulador no acciona	desgaste de sellos	caida de presion	no alimentar mineral	regulador de presion
no hay respuesta del equipo	aceite contaminado	fuga interna	no alimentar mineral	reparacion de valvula
perdida de funcion	aceite contaminado	caida de presion	no alimentar mineral	reparacion de piston
fisuras	vibracion en la zona	rotura de soporte	no alimentar mineral	inspeccion de estructura
perdida de funcion	desgaste de componentes internos	caida de presion	no alimentar mineral	mantenimiento de piston
desgaste excesivo	material abrasivo	perforacion de estructura base	no alimentar mineral	cambio de forros
desgaste excesivo	material abrasivo	perforacion de estructura base	no alimentar mineral	cambio de forros
desgaste excesivo	material abrasivo	perforacion de estructura base	no alimentar mineral	cambio de forros
desgaste excesivo	material abrasivo	perforacion de estructura base	no alimentar mineral	cambio de forros
desgaste excesivo	material abrasivo	perforacion de estructura base	no alimentar mineral	cambio de forros
desgaste excesivo	material abrasivo	perforacion de estructura base	no alimentar mineral	cambio de forros
vibracion	vibracion en la zona	fisura	no alimentar mineral	reparacion de bandeja
vibracion	vibracion en la zona	fisura/rotura	no alimentar mineral	maquinado de ejes
trabamiento	vibracion en la zona	fisura/rotura	no alimentar mineral	reparacion de rieles

ANEXO 24: Programa anual de mantenimiento de Equipo Zaranda primario.

PROGRAMA ANUAL DE MANTENIMIENTO 2019 - AREA CHANCADO SECUNDARIO																													
ZARANDA PRIMARIA (METSO)																													
cortina	24 semanas	2	0	0				M																					
chaqueta	53 semanas	2	0	0																									
forros	54 semanas	0	0	4																									
malla	12 semanas	4	0	1				M																					
resortes	24 semanas	2	0	0																									
rodamientos	54 semanas	0	2	4	I																								
fajas de transmision	12 semanas	3	0	2																									
aceite	10 semanas	4	0	0				M																					
cardan	25 semanas	2	0	0																									
mangueras	48 semanas	0	0	2																									
inspeccion general	Diario	0	0	0																									
reparacion de chute de alimentacion y descarga	12 semanas	4	0	0																									
reparacion en general	12 semanas	4	0	0																									

A	Analisis vibracional
A	Analisis ensayo no destructivo
I	Inspeccion General
M	Mantenimiento preventivo

Anexo 28: Programa anual de mantenimiento de Equipo Faja transportadora N°6.

PROGRAMA ANUAL DE MANTENIMIENTO 2019 - AREA CHANCADO SECUNDARIO																													
FAJA TRANSP. 6																													
Reductor Analisis de vibracion	16 semanas	0	3	1																									
Filtro (respirador)	12 semanas	3	0	0																									
Acople de cadena	54 semanas	0	0	5																									
Chumacera,templadores	72 semanas	0	0	5																									
Raspador cabeza y cola	5 semanas	8	0	8	M																								
Poines de guía, carga y retorno.	9 semanas	4	0	4																									
Faldones	12 semanas	3	0	4																									
Guardillas	6 semanas	7	0	8	I																								
Chute de descarga	12 semanas	4	0	6	M																								
Poleas de cabeza y cola	72 semanas	0	1	6																									

A	Analisis vibracional
A	Analisis ensayo no destructivo
I	Inspeccion General
M	Mantenimiento preventivo

Anexo 29: Programa anual de mantenimiento de Equipo Zaranda secundario N° 1.

PROGRAMA ANUAL DE MANTENIMIENTO 2019 - AREA CHANCADO SECUNDARIO																													
ZARANDA SECUND. 1																													
cortina	12 semanas	4	0	0																									
chaqueta	12 semanas	4	0	0																									
forros	24 semanas	2	0	2	I																								
malla	32 semanas	1	2	1	I																								
rodamientos	32 semanas	1	0	1																									
fajas de transmision	12 semanas	3	0	1																									
aceite	20 semanas	2	0	2																									
jebe dentado	12 semanas	4	0	0																									
mangueras	24 semanas	1	0	2																									
inspeccion general de equipos	Diario	0	0	48	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	
reparacion de chute de alimentacion y descarga	04 semanas	10	0		M																								

A	Analisis vibracional
A	Analisis ensayo no destructivo
I	Inspeccion General
M	Mantenimiento preventivo

ANEXO 31: Acta de capacitación al personal técnico de mantenimiento.

ACTA N° 001
CAPACITACION DE PERSONAL DE MANTENIMIENTO

1. DATOS INICIALES

- Fecha de inicio del 03/10/18 al 05/10/18
- Tiempo 3 dias de capacitacion
- Lugar: sala de reuniones planta
- Objetivo implementacion del mantenimiento preventivo a las maquinas de chancado secundario

2. AGENDA

DIAS	ACTIVIDAD	RESPONSABLE
3-Oct-18	Introduccion al mantenimiento preventivo curso breve de las maquinas de chancado(chancadora, fajas, zarandas)	JEFE DE MANTENIMIENTO
4-Oct-18	Implementacion del mantenimiento preventivo pasos para la aplicación reconocimiento de formatos frecuencia de mantenimiento asignacion de responsabilidades	JEFE DE MANTENIMIENTO
5-Oct-18	resolucion de dudas	JEFE DE MANTENIMIENTO

3. CONCLUSIONES

- Se realizo las capacitaciones de los temas programados
- Se entrego los formatos realizados para cada tipo de mantenimiento y de seguimiento del proceso para la implementacion, y se especifico las responsabilidades de cada participante

4. PARTICIPANTES

N°	Nombres y Apellidos	Cargo
1	Sergio Sevallos Vicente	Mecanico
2	Jon Sanchez Chamorro	Mecanico
3	Abel Torres Benito	Mecanico
4	Raul Alvites Rupay	Mecanico
5	Domingo Espinoza Barrera	Mecanico
6	Fredy Zenayuca Lonasco	Supervisor
7	Vicente Atachagua Diaz	Mecanico
8	Roger Carlos Muñoz	Mecanico
9	Roberto Daga espinoza	Supervisor
10	Jorge Cordova Vargas	Mecanico
11	Feliz Agüero Rupay	Supervisor


 Ing. ERNESTO PAQUIYAUURI ESCOBAR
 JEFE DE MANTENIMIENTO

ERNESTO PAQUIYAUURI ESCOBAR
 JEFE MANTENIMIENTO MECANICO PLANTA
 CIP 159138

ANEXO 32 fotografías de capacitación.

