



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA

TESIS

**“IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO
PREVENTIVO PARA OPTIMIZAR LA DISPONIBILIDAD DEL
CIRCUITO DE LA CHANCADORA SECUNDARIA DE LA
PLANTA MINERA MAPERU – S.A.C. 2017”**

Presentada por:

Bach. JOSÉ LUÍS DÁVILA ORTIZ

Para optar el título profesional de:

INGENIERO MECÁNICO

Cerro de Pasco – Perú

2018

DEDICATORIA:***A Dios***

Por haberme permitido culminar la carrera y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita misericordia y amor.

A mi madre Julia.

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mi hija Avril.

Por ser mi fuerza, inspiración e impulsarme culminar la carrera.

AGRADECIMIENTO:

A cada uno de los que son parte de mi familia, a mi padre, a mi abuelo Q.E.P.D., por inculcarme la mecánica y hacer que conociera mi verdadera vocación; a mis hermanas por siempre haberme dado su fuerza y apoyo incondicional que me han ayudado, para llegar hasta donde estoy ahora; a mis compañeros de promoción de la universidad porque en esta armonía grupal hemos logrado nuestros objetivos y, por último a los docentes de la carrera, quienes nos brindaron todo el apoyo y comprensión necesarios para culminar una carrera tan complicada como lo es Ingeniería Mecánica.

INDICE DE CONTENIDO

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
INDICE DE CONTENIDO	iv
ÍNDICE DE TABLA	viii
ÍNDICE DE FIGURA.....	ix
ÍNDICE DE CUADROS.....	ix
RESUMEN	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN	xiii

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Problema de investigación	1
1.2 Problema general	3
1.2.1 Problemas Específicos	3
1.3 Objetivos	4
1.3.1 Objetivo General.....	4
1.3.2 Objetivos Específicos	4
1.4 Justificación e importancia de la investigación	4
1.4.1 Justificación practica.....	4
1.4.2 Justificación Económica	5
1.4.3 Justificación Profesional.....	5
1.4.4 Justificación Académica	5
1.4.5 Justificación Personal	5

1.4.6 Importancia	5
1.5 Limitaciones de la Investigación	6
1.6 Delimitaciones de la Investigación	6
1.6.1 Delimitación espacial.....	6
1.6.2 Delimitación social	6
1.6.3 Delimitación temporal	6

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del estudio.....	7
2.1.1 Antecedentes Internacionales	7
2.1.2 Antecedentes Nacionales	12
2.2. Bases teóricas.....	15
2.2.1 Conceptualización de variable independiente plan de mantenimiento preventivo... 15	
2.2.2. Conceptualización de la variable dependiente optimización de la disponibilidad en el circuito de chancado secundario.....	17
2.2.3 Compañía minera Milpo Andina Perú S.A.C.,.....	20
2.3 Definición de términos.....	22
2.4 Hipótesis	24
2.4.1 Hipótesis general.....	24
2.4.2 Hipótesis específicas.....	24
2.5 Variables	24
2.5.1 Definición conceptual	24
2.5.2 Definición operacional.....	25
2.5.3. Operacionalización de las variables.....	25

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Tipo y nivel de la investigación	27
3.2 Diseño de la investigación	27
3.3 Población y muestra de la investigación	28
3.3.1 Población	28
3.3.2 Muestra	28
3.4 Técnicas e Instrumentos para la recolección de datos	29
3.5 Validez y confiabilidad del instrumento	29
3.6 Plan de recolección y procesamiento de datos.....	30
3.6.1 Plan de recolección de datos.....	30
3.6.2 Procesamiento de datos.....	30

CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Resultados de la investigación	31
4.1.1 Diagnóstico del circuito de chancado secundario.....	31
4.1.2 Programa de mantenimiento preventivo	37
4.2 Disponibilidad después de la implementación del plan de mantenimiento preventivo	59
4.3 Descripción estadística.....	59
4.4 Prueba de la hipótesis.....	61

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 Discusión.....	67
CONCLUSIONES	70
RECOMENDACIONES.....	71

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72
ANEXOS	74
Anexo A: Matriz de consistencia.....	74
Anexo B: Indicadores de gestión.	75
Anexo C: Disponibilidad Mecánica – Equipos Fase I.....	75
Anexo D: Disponibilidad mecánica-Equipos Fase II.....	76
Anexo E: Fallos y medidas correctivas propuestas.....	77
Anexo F: Repuestos críticos chancadora Sandvik CH-660	84
Anexo G: Formato de inspección diaria de chancadoras.....	85
Anexo H: Tabla de mantenimiento para chancadoras.	86
Anexo I.: Formato de inspección diaria Chancadoras Cónicas.	88
Anexo J: Inspección de Zarandas	89
Anexo K: Formato de inspección de Faja Transportadora.	90
Anexo L: Medidas de Seguridad.....	91
Anexo M: Hoja de inspección.....	101
Anexo N: Ubicación Geográfica.....	102
Anexo Ñ: Circuito de Chancado	103
Anexo O: Disponibilidad 2016	104
Anexo P: Disponibilidad 2017.....	107
Anexo Q: Alimentador vaivén N°1.....	110
Anexo R: Faja transportadora N° 2.....	110
Anexo S: Faja N° 3	111
Anexo T: Zaranda primaria Metso.....	111
Anexo U: Chancadora Secundaria Sandvik.....	112
Anexo V: Ficha Técnica de la Chancadora.....	113

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1 Disponibilidad de la chancadora secundaria CH-660-2016	33
Tabla 2 Frecuencia de mantenimiento	34
Tabla 3 Disponibilidad de la chancadora secundaria CH-660-2017	59
Tabla 4 Estadísticos descriptivos de la disponibilidad del año 2016	60
Tabla 5 Estadísticos descriptivo de la disponibilidad del año 2017	61

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1. Quemado de bocina excéntrica.....	35
Figura 2. Rotura de forros mantle	36
Figura 3. Rotura de buje de araña	37
Figura 4. Campana de Gauss	63
Figura 5. Comparativo de disponibilidad de los años 2016 y 2017	63

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Operacionalización de variables.....	25
Cuadro 2 Inspecciones Equipos Línea de Chancado Secundario	42
Cuadro 3 Programa de mantenimiento anual de equipos críticos de la unidad de chancado...	43
Cuadro 4 Plan de lubricación equipos chancado secundario	49
Cuadro 5 Repuestos críticos chancaado secundario.....	50

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado “Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para optimizar la disponibilidad del circuito de la chancadora secundaria de la planta minera Milpo Andina Perú S.A.C.-2017”, se tomó como unidad de análisis a la Empresa Milpo Andina Perú S.A.C. para estudiar las variables; independiente plan de mantenimiento y dependiente disponibilidad para determinar el nivel de significancia desde el punto de vista estadístico para corroborar de manera empírica la eficacia de las características de las actividades del plan de mantenimiento preventivo en la disponibilidad.

Desde el punto de vista metodológico es una investigación del tipo tecnológico y el nivel es aplicativo porque en el estudio se elaboró el plan de mantenimiento preventivo para optimizar la disponibilidad del circuito de la chancadora secundaria de la planta minera Milpo Andina Perú S.A.C.

El objetivo de la investigación ha sido determinar la influencia del plan de mantenimiento preventivo en la disponibilidad del circuito de la chancadora secundaria; para alcanzar este objetivo se utilizó el diseño de investigación de pre y post facto, con los datos obtenidos de la disponibilidad de la chancadora secundaria. El análisis de los datos se realizó con la estadística descriptiva, la prueba de hipótesis fue realizada con la estadística inferencial utilizando el estadígrafo t-student.

Como resultado obtuvimos la optimización de la disponibilidad del circuito de la chancadora secundaria, incrementándose en 5.97%, la cual mejoró la productividad de la planta.

Palabras claves: Disponibilidad. Chancadora. Mantenimiento Preventivo.

ABSTRACT

The present investigation work titled “ Implementation of a preventive scheduled maintenance to optimize the availability of the circuit of the secondary crusher of the mining plant Milpo Andina Peru S.A.C.- 2017 ”, was taken as unit of analysis to the Company Milpo Andina Perú S.A.C. to study the variables independent scheduled maintenance and dependent availability to determine the level of significance from the statistical point to corroborate in an empirical way its effectiveness of the characteristics of the activities of the preventive scheduled maintenance in availability

From the methodological point of view, it is a technological research and the level is applicative, because in the study it elaborated preventive scheduled maintenance to optimize the availability of the circuit of the secondary crusher of the mining plant Milpo Andina Perú S.A.C.

The aim of this study was to determine the influence of the preventive scheduled maintenance in the availability of the circuit of the secondary crusher, to achieve this goal, it was used the design of research of pre-and post facto, with the data obtained of the availability of the secondary crusher. The analysis of data was done through descriptive; the hypothesis test was performed with the inferential statistics using the Student T statistic.

As a result, we got optimization of the availability of the circuit of the secondary crusher, increasing by 5.97 %, which improved the productivity of the plant.

Como resultado obtuvimos la optimización de la disponibilidad del circuito de la chancadora secundaria, incrementándose en 5.97%, la cual mejoró la productividad de la planta.

Keywords: Availability. Crusher. Preventive Maintenance.

INTRODUCCIÓN

Las plantas concentradoras de mineral requieren mantenimiento preventivo y están determinadas por varias fuerzas o intereses, la más importante es la necesidad de obtener la máxima disponibilidad de sus circuitos al menor costo posible. Las fallas reducen la disponibilidad del circuito de la chancadora secundaria y en consecuencia se reduce la producción, implicando una disminución en las ganancias. Falla es el deterioro de cualquier componente o parte del circuito que evite o impida su funcionamiento normal.

El circuito de la chancadora secundaria, en la planta concentradora su manipulación de este debe ser adecuada para que su disponibilidad sea óptima, pero aun sabiendo manipular el circuito y dándoles el uso apropiado no escapan a fallar, ya que estas no están exentas de desgastes normales. Es allí donde el mantenimiento juega una parte fundamental para que el circuito opere continuamente.

Es por ello en la presente investigación intitulado: “Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para optimizar la disponibilidad del circuito de la chancadora secundaria de la planta minera MAPERU – S.A.C. 2017” se implementó el plan de mantenimiento preventivo para solucionar las fallas de los componentes del circuito de la chancadora secundaria, para optimizar la disponibilidad mecánica y reducir los costos por operación y mantenimiento.

La tesis consta de cinco capítulos desarrollados de la siguiente manera:

El primer capítulo se desarrolla el problema de investigación, la cual está constituido por el planteamiento del problema, formulación del problema, también se explican los objetivos que se quieren alcanzar, la justificación e importancia, las limitaciones y la delimitación de la investigación.

El segundo capítulo, constituye marco teórico, en el cual se desarrolla los antecedentes, las bases teóricas y científicas de lo que es un plan de mantenimiento preventivo y que es la disponibilidad. La definición de términos, hipótesis y la operacionalización de las variables.

El tercer capítulo comprende la metodología desarrollándose en este capítulo el tipo y nivel de investigación, diseño de la investigación, población y muestra de la investigación, Técnicas e instrumentos para la recolección de datos, validez y confiabilidad de instrumento y el plan de recolección y procesamiento de datos.

El cuarto capítulo, se desarrolla la presentación de resultados, constituido por resultados de la investigación, análisis estadístico y la prueba de hipótesis. Con los datos obtenidos del historial de la empresa MAPERU SAC.

El quinto capítulo comprende la discusión de resultados.

En último lugar presentamos las conclusiones, recomendaciones, las referencias bibliográficas y los anexos.

Al concluir la presente investigación sentimos una inmensa satisfacción por haber logrado cumplir un anhelo más de nuestra vida dejamos a consideración de os jurados para su deliberación y al público en general por su atención a la presente.

El Autor

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Problema de investigación

Mora (1999), señala que el papel de mantenimiento, es incrementar la confiabilidad de los sistemas de producción al realizar actividades, tales como planeación, organización, control y ejecución de métodos de conservación de los equipos, y sus funciones van más allá de las reparaciones. Su valor se aprecia en la medida en que éstas disminuyan como resultado de un trabajo planificado y sistemático con apoyo y recursos de una política integral de los directivos. La principal función del mantenimiento es sostener la funcionalidad de los equipos y el buen estado de las máquinas a través del tiempo.

El mantenimiento de las plantas concentradora, es necesario para que trabaje en condiciones óptimas y lograr incrementar la vida útil de los equipos del circuito de chancado secundario y así reducir los costos por operación y mantenimiento. La gestión de mantenimiento es muy importante en los equipos de minería, para obtener disponibilidades óptimas de los equipos con costos mínimos.

El trabajo de tesis se desarrolla en la Unidad Minera Milpo Andina Perú S.A.C. se encuentra ubicada en Cerro de Pasco, Perú, a 4100 m.s.n.m. y a 190 Km en línea recta

al noreste de Lima, en el distrito de Yanacancha, provincia de Pasco, departamento de Pasco, está situado a 16 km. al NE de la ciudad más alta del mundo Cerro de Pasco, geográficamente se encuentra en el tramo de la cordillera central que forma el nudo de Pasco. En el flanco E de la gran falla Atacocha- Milpo, entre los ríos Tingo y Huallaga, a una altitud de 4100 m.s.n.m. Produce concentrados de Zn, Pb y Cu, a través de la flotación de mineral en su propia planta concentradora la misma que tiene una capacidad de 6200 tpd. El proceso productivo en la planta concentradora específicamente en el chancado secundario (Fase II), se realiza la segunda etapa de tratado del mineral. El mineral proveniente de la fase I con una granulometría de 100% a 4", es clasificado, el cual teniendo una malla de corte de 9 mm, los finos pasantes se transportan a la tolva de finos y, los gruesos son triturados por la chancadora secundaria y terciaria en circuito cerrado, hasta alcanzar la malla de corte.

El trabajo de investigación se desarrolló en el circuito de la chancadora secundaria, la cual está compuesto por los siguientes equipos: alimentador reciprocante, fajas transportadoras, zaranda primaria y la chancadora secundaria. En este circuito tenían disponibilidades menores a 93%, por averías que se presentaban en los equipos del circuito por la deficiencia del mantenimiento preventivo, en una planta concentradora el proceso de chancado secundario se considera como uno de los más críticos dentro del proceso productivo de concentrado de mineral por lo tanto se requiere que la disponibilidad sea mayor.

Para solucionar el problema que se presentaba en el circuito de chancado secundario se realizó la implementación de un plan de mantenimiento preventivo para optimizar la disponibilidad del circuito de chancado secundario en MAPERU S.A.C.

Según Espinoza (2013), Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para optimizar la unidad de chancado de Sociedad Minera El Brocal S.A.A. En su estudio detalla las actividades de los programas de mantenimiento preventivo para las horas correspondientes de las mismas.

La importancia del área de mantenimiento, radica en que debe garantizar la disponibilidad de los equipos y el control de costos de los mismos durante su vida útil o su periodo de uso. Para garantizar una alta probabilidad de contar con la disponibilidad mecánica requerida a costos aceptables, la experiencia ha demostrado, que debe contarse con un plan de mantenimiento preventivo, ajustado a las necesidades de la producción, del estado operativo de los equipos al inicio de la aplicación de un plan de mantenimiento y del entorno, logrando de esta manera mitigar o atenuar el impacto de las causas de las fallas.

Además de los elevados costos de reparación terciarizados en su mayoría, la empresa incurre en costos de mano de obra especializada, ya que si un equipo deja de operar influye directamente en el avance de su frente de trabajo, puesto que estas paradas sorpresivas influyen en tiempos perdidos y a fin de no incurrir en penalidades, se opta por el pago de horas extras por mano de obra especializada.

1.2 Problema general

¿De qué manera influye la implementación de un plan de mantenimiento preventivo, en la disponibilidad del circuito de la chancadora secundaria de la planta minera Milpo Andina Perú S.A.C. 2017?

1.2.1 Problemas Específicos

- a) ¿Qué actividades se debe considerar en un plan de mantenimiento preventivo, para optimizar la disponibilidad del circuito de la chancadora secundaria de la planta minera Milpo Andina Perú S.A.C. 2017?

- b) ¿Cuáles son las horas programadas de mantenimiento preventivo para optimizar la disponibilidad del circuito de chancado secundario de la planta minera MAPERU – S.A.C.?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Determinar la influencia de implementar un plan de mantenimiento preventivo, en la disponibilidad del circuito de chancado secundario de la planta minera Milpo Andina Perú S.A.C. 2017?

1.3.2 Objetivos Específicos

- a) Establecer las actividades del plan de mantenimiento preventivo para optimizar la disponibilidad del circuito de chancado secundario de la planta minera Milpo Andina Perú S.A.C.
- b) Implementar las horas programadas de mantenimiento preventivo para optimizar la disponibilidad del circuito de chancado secundario de la planta minera MAPERU – S.A.C.

1.4 Justificación e importancia de la investigación

1.4.1 Justificación practica

La aplicación de un sistema organizado de mantenimiento preventivo, permite a los operadores y usuarios de los equipos, tener confiabilidad en la disponibilidad de los equipos en el proceso de producción, lo cual permite comparar los costos actuales en que vienen incurriendo en el mantenimiento correctivo del circuito de chancado secundario de la planta minera MAPERU – S.A.C, de sus equipos y luego poder optimizarlos y reducirlos.

1.4.2 Justificación Económica

Mediante el presente estudio, la empresa no solo reducirá costos de reparación, sino también costos de mano de obra calificada por paradas no programadas, ya que muchas veces este tipo de paradas incurren en retrasos de la producción de la planta concentradora; además se tiene que designar al personal a realizar otros trabajos, ya que su productividad depende en su mayoría de la disponibilidad de los componentes del circuito de la chancadora secundaria.

1.4.3 Justificación Profesional

El estudio como justificación profesional, busca el reconocimiento dentro de la empresa, con el objetivo de obtener más adelante mejores condiciones laborales. Así también se busca un desarrollo profesional a nivel personal.

1.4.4 Justificación Académica

Se busca aplicar en la presente propuesta todos los conocimientos adquiridos a lo largo de los cinco años de carrera de mecánica en la Universidad Alas Peruanas Filial Pasco, especialmente tocando los temas basados en Gestión de desempeño, Mantenimiento y Optimización de recursos para obtener mejores resultados en el ámbito laboral y profesional.

1.4.5 Justificación Personal

En lo personal, con el presente estudio se busca obtener el título profesional de Ingeniero mecánico. De esta manera obtener un grado mayor en el ámbito profesional y mayor competitividad.

1.4.6 Importancia

El presente trabajo de investigación es relevante por cuanto un programa como el descrito, radica también en que un adecuado plan de mantenimiento preventivo desarrollará un aumento de la calidad de los procesos, seguridad y preservación del

medio ambiente; además de minimizar las paradas que conducen a pérdidas de tiempo y por lo tanto a pérdidas de utilidades. En la actualidad el mantenimiento preventivo es de utilidad máxima en el desarrollo eficiente de las actividades de producción en la industria minera.

1.5 Limitaciones de la Investigación

En cuanto a la información concerniente para elaborar la presente tesis es demasiado limitado, ya que no se encuentra antecedentes para realizar el análisis de los componentes del circuito de la chancadora secundaria.

1.6 Delimitaciones de la Investigación

1.6.1 Delimitación espacial

La investigación se efectuó en la Empresa Minera Milpo Perú S.A.C. la cual está ubicada en el Departamento de Pasco.

1.6.2 Delimitación social

La investigación favorecerá a los trabajadores del área de mantenimiento de la empresa especializada IMPROMEC S.R.L.

1.6.3 Delimitación temporal

El desarrollo de la investigación se ejecutó de enero a noviembre del 2017.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del estudio

2.1.1 Antecedentes Internacionales

Buelvas (2014), quien presentó su tesis para obtener el título de Ingeniero Mecánico intitulado: *Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la empresa l&l*. Facultad de Ingenierías línea gestión de mantenimiento programa de Ingeniería Mecánica de la Universidad autónoma del Caribe - Colombia Barranquilla, cuyas conclusiones son las siguientes: En lo relacionado con el diagnóstico inicial. Se revisaron los aspectos de los mecánicos, encontrando que los tres de servicio deben mejorar su entrenamiento en sistemas de inyección electrónica, dado que por su edad (en promedio 40 años), no han sido entrenados en este tipo de tecnologías, usadas en los equipos analizados. En relación con la consecución de repuestos, debe mejorarse lo relacionado con el pedido a los proveedores. Actualmente los repuestos se piden cuando ocurre la falla, pero muchas veces son correas, aceites y otros que de tenerse en el almacén se mejoraría la mantenibilidad de los equipos, dado que algunas veces se pierden

dos y tres días, antes de tener el repuesto a mano. En relación a las fallas relevantes, el problema más crítico es el de roturas de mangueras. Próximamente se ha propuesto por los autores un esquema de remplazo preventivo de todas las mangueras, mejorando los tipos de acople, con lo cual se mejora la confiabilidad y la disponibilidad. Al monto se tiene un promedio de 6 fallas, perdiendo un día en la desvarada con la consiguiente pérdida productiva y aumento de costos. Los costos de los cambios de mangueras son iguales en esquema correctivo y preventivo, pero con la ventaja del preventivo de eliminar la pérdida de aceite hidráulico, lo cual por cada rotura inesperada, deja un costo promedio de \$ 400.00, donde 6 daños arroja un total de dos millones cuatrocientos mil mensual de ahorro con el enfoque preventivo. En relación con el plan se ajustaron tanto las acciones del fabricante, en este caso en lo referente al periodo de realizarlas y en el caso de las acciones nuevas sugeridas, las mismas se han soportado en criterios de costos, donde se muestra para el caso de limpieza de los sistemas hidráulico, un ahorro promedio de catorce millones mensuales. Para asegurar la operatividad del plan, se han creado unos formatos de orden de servicio, listas de chequeos y otros, que aseguran un trabajo sistemático y controlado, además que permiten tener datos con los cuales, calcular los indicadores propuestos de disponibilidad, que permiten observar el comportamiento mes a mes y realizar de manera oportuna correctivos que se vean necesarios. Las fichas técnicas de la maquinaria permiten tener acceso a las características técnicas como: tipo motor, cilindraje, etc., que son importantes tener en cuenta al momento de ejecutar cualquier actividad de mantenimiento. Realizado auditoria en la flota se encontró falencias en cuanto al seguimiento de cada maquinaria y su respectivo control de mantenimiento. En un periodo de prueba de algunas de las actividades del plan, se han tenido registros de mejora de la

disponibilidad, de un 9% en un promedio de tres meses, lo que evidencia la efectividad de la propuesta que se está trabajando. Se recuerda que los planes de mantenimiento se deben ajustar según la evolución que se observe, teniendo en cuenta que cada actividad propuesta requiere un tiempo de gracia para mostrar los resultados esperados.

Farfán (2014), quien presentó su tesis para obtener el título de Ingeniero Civil en obras civiles intitolado: *Realizar un plan de mantención preventivo del chancador primario fuller en división CODELCO ANDINA*. Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil en Obras de la Universidad Austral de Chile, quien llegó a las siguientes conclusiones: Con la implementación del plan de mantención al chancador primario en Codelco Andina, se estima una disminución considerable de las acciones correctivas en la planta, dado que el presente estudio se anticipa a posibles fallas, tratando de predecir posibles errores, se debe instruir e incentivar al personal de mantenimiento para crear conciencia sobre la importancia de poder anticiparse a una posible falla. Durante el presente estudio se trabajó con el modelo de falla más crítico según los análisis de importancia realizados en los capítulos anteriores, siendo este el poste principal, este estudio se debe tomar como modelo a aplicar a otros elementos críticos que posee la unidad, de manera de masificar y lograr así una mayor eficiencia de la planta en todos sus componentes. Es importante detallar que inicialmente, se comenzó con un estudio acabado de los sub-sistemas que componen el equipo crítico, definiéndolos y describiéndolos de forma detallada, señalando las funciones que realizan cada elemento y sus características. Posteriormente se señalaron y especificaron los tipos de mantenimiento, buscando la eliminación de algún desarreglo de la maquinaria.

Muchas veces una avería grave causará daños serios periféricos a la máquina, incrementando los costos de reparación.

Una eliminación completa no es posible en la práctica en ese momento, pero se le puede acercar con una atención sistemática en el mantenimiento. En lo que respecta al Análisis de Modo de Falla, Efecto y Criticidad (FMECA), está es una de las herramientas más importantes en la implementación del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (MCC), y en el estudio, ya que permitió determinar los modos de fallas de los componentes de un sistema, las causas que provoca la falla, los daños en sus mecanismos, el método de detección, las acciones a tomar y su gravedad. De esta forma, se clasificaron las fallas por orden de importancia, permitiendo directamente establecer las estrategias de mantenimiento en aquellas áreas que están con un mayor índice de criticidad, con el fin de mitigarlas o eliminarlas por completo. Es importante mencionar que los índices de criticidad fueron evaluados de acuerdo a entrevistas a los responsables de la mantención (ingenieros y mecánicos), los cuales mediante su experiencia concordaron en los índices propuestos. Mediante el análisis Pareto se determinó el componente crítico de la chancadora, la determinación de este componente es esencial en la realización del proyecto, dado que todo el programa de mantención está basado en el comportamiento de este modo de falla. Finalmente al término de este estudio se calcularon los costos asociados a los distintos tipos de mantenimientos, estableciendo de una manera más eficiente la priorización de los programas y planes de tipo correctivo, preventivo y predictivo, según los costos en los cuales incurren sólo para la empresa. La relación costo beneficio nos indica que el mejor tipo de mantenimiento es el de tipo preventivo, dado que durante el tiempo de 6 meses en que se hizo el estudio, que corresponden a 4320 horas y una mantención

preventiva con un costo de 339,7197 USD/hr , nos arroja que el valor anual de la implementación de este plan de mantención preventiva es de 2935 KUSD anuales, lo que nos genera un ahorro de 435 KUSD anuales aproximadamente en relación con la actual política de mantención, según datos entregados por la empresa, sólo por concepto del modo de falla estudiado, el eje principal, cabe señalar que el estudio es aplicable a todos los elementos críticos del sistema.

Pacheco (2005), quien presentó su tesis para obtener el título de Ingeniero Mecánico intitulado: *Plan de mantenimiento preventivo para los procesos de trituración y molienda de la planta de beneficio María Dama Frontino Gold Mines*. Facultad de Ingenierías Físico – Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander de Colombia; quien llego a las siguientes conclusiones: En la actualidad el mantenimiento está destinado a ser el pilar fundamental de toda empresa que se respete y que considere ser competitiva; la empresa minera Frontino Gold Mines consciente de esto, apoyo y permitió como primer paso hacer el programa de mantenimiento preventivo para todas las instalaciones de la empresa. La experiencia adquirida en la Frontino Gold Mines, es una enriquecedora lección de vida, la empresa es una gran escuela y un espacio propicio para el desarrollo profesional ameno de personas que comienzan su vida profesional; se afianzaron los conocimientos teóricos y se creó la posibilidad de desarrollar habilidades prácticas que serán de gran utilidad en el futuro para enfrentar las situaciones que se presente en la realidad industrial. Es de destacar la importancia del vínculo Universidad – Industria, abriendo posibilidades en una nueva región del país para los estudiantes de la Universidad Industrial de Santander, a través de un mutuo beneficio que hace partícipes a los estudiantes en la solución de problemas específicos del sector industrial. Se estructuró e

implementó un sistema de información de mantenimiento a través del diseño de formatos claros y fáciles de diligenciar; con éste, se tendrá información de la maquinaria concreta y rápidamente, se agilizarán las labores de mantenimiento, se tendrá un registro histórico y se podrán determinar indicadores que permitan evaluar la gestión de Mantenimiento. El estudio realizado demuestra la importancia de la adquisición de un sistema de información computarizado para la Gestión de mantenimiento, que complemente y contribuya a la implementación de mantenimiento preventivo en la empresa.

2.1.2 Antecedentes Nacionales

Arias (2014) tesis de pre grado titulado: *Optimización .de la sección de chancado para. Incrementar la producción diaria a 700 toneladas de mineral triturado en la empresa ICM Perú.* Facultad de Ingeniería mecánica- energía Escuela profesional de ingeniería mecánica perteneciente a la Universidad Nacional del Callao, las conclusiones a la que llego fueron: Se comprueba con los resultados obtenidos que, al optimizar la sección de chancado, se incrementa la producción de mineral triturado. La redistribución de los equipos que conforman la sección de chancado, contribuye con el aumento de la efectividad global de la planta a 82%. El cálculo y selección de los equipos mecánicos de la sección de chancado incrementa la producción diaria, alcanzando valores de disponibilidad operativa de 89.52% y de eficiencia de 91.61%. El dimensionamiento de la tolva de almacenamiento de finos de 700 TMD contribuye al cumplimiento de los requerimientos de producción solicitados, obteniendo una tasa de producción de 53.44 ton/h y capacidad productiva de 69.96%.Con la implementación de un plan

de mantenimiento, se incrementa de la efectividad global de la sección de chancado a 82%.

Villegas (2016) Tesis de pre grado: *Propuesta de mejora en la gestión del área de mantenimiento, para la optimización del desempeño de la empresa "MANFER S.R.L. contratistas generales"*, Arequipa 2016. Pertenecientes a la Facultad de ingeniería y computación programa profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad Católica San Pablo, las conclusiones arribadas fueron: Se analizó la gestión actual en el área de mantenimiento de MANFER S.R.L. Determinando principalmente la falta de competencia y capacitación del personal de operación en equipos, y en general y la baja disponibilidad (68.27%) de los equipos en general, lo cual afecta directamente en la producción y en los altos costos de alquiler que ascienden a S/. 319,975.80 soles aproximadamente. Se determinó que actualmente no se cumplen los planes de mantenimiento, es decir no tienen implementado un sistema de mantenimiento preventivo y además hay una mala gestión de los mantenimientos correctivos. No se cuenta con historiales de mantenimiento, documentos y/o formatos de registro, ni con un encargado de mantenimiento. Se presenta una propuesta de gestión que permitirá optimizar el desempeño de la constructora mediante la elevación de la disponibilidad de los equipos desde un 68.27% a un 78.47%, lo cual disminuirá sustancialmente los costos de alquiler en S/.198,577.80 en el periodo de 02 años. Además se implementaran procesos de gestión de mantenimiento y procesos de gestión logística que incrementaran la efectividad de la empresa. Se realizó un análisis de costo beneficio de la propuesta en la que se determinó inicialmente que el costo total es de S/.73, 700 soles, además un ahorro de S/.198,577.80 en alquiler en los 02 años, teniendo en cuenta

el aumento de disponibilidad de los equipos, lo cual nos entrega un Ahorro Total de la propuesta de S/.124,877.80 en el transcurso de los 02 años.

Espinoza (2013) quien sustentó para obtener el Título de Ingeniero Mecánico la Tesis de pregrado intitulado: *Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para optimizar la unidad de chancado de sociedad minera el Brocal S.A.A.* De la Facultad de Ingeniería Mecánica perteneciente a la Universidad Nacional del Centro del Perú, quien llegó a la siguiente conclusión: “Que con la implementación del plan de mantenimiento preventivo se mejoró la disponibilidad de los equipos. Se registró un aumento de 355TMD promedio en la producción del año 2012, equivalente a 9875 TMD, con respecto al año 2011 que era de 9520 TMD. Un plan de mantenimiento propuesto prevé un buen panorama de todos los equipos con registro de mantenimiento preventivo y permite una selección completa y capacidad de ordenamiento para la impresión o elaboración de las órdenes de trabajo, de acuerdo los requerimientos. Con estos dos reportes el programa maestro de MP y la gráfica de carga de trabajo le serán útiles una vez que haya generado la orden de trabajo del mantenimiento preventivo y necesita ajustar la carga de trabajo, proporcionándole también la predicción del MP antes de que se genere y hacer los ajustes necesarios, inclusive a las necesidades de producción de la disponibilidad de maquinaria y equipos. Donde la disponibilidad promedio del año 2012 es de 98.61% a comparación del año 2011 con 94.96% y que resalta en una diferencia de 3.65% de aumento de la disponibilidad.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Conceptualización de variable independiente plan de mantenimiento

preventivo

Conjunto de actividades realizadas para el mejoramiento continuo, para evitar fallas y mantener las condiciones óptimas de funcionabilidad de los equipos.

Mantenimiento Correctivo

Según Villegas (2016), en su trabajo de investigación titulado “Propuesta de mejora en la gestión del área de mantenimiento, para la optimización del desempeño de la empresa “MANFER S.R.L. contratistas generales” menciona que el mantenimiento correctivo es el modelo de mantenimiento más común en la pequeña y mediana empresa y aunque es el que tradicionalmente se ha venido empleando, impera desde hace algún tiempo la introducción de programas de mantenimiento preventivo cuyos resultados a largo plazo son mucho más eficaces. El mantenimiento correctivo se basa en la intervención en el caso de avería, manifestada como el colapso de un equipo o instalación, es decir la interrupción súbita de la producción.

- *De emergencia*: Actividades que se realizan a priori, interrumpe todo lo que se está ejecutando para atender con el mayor apremio la situación en el mejor tiempo posible, pues, su omisión impacta negativamente a la empresa.

- *De urgencia*: No modifica los planes de acción previamente establecidos, iniciándose después de haber concluido lo que está realizándose.

Mantenimiento Preventivo

Según Farfán (2014), en su tesis titulada “Realizar un plan de mantención preventiva del chancador primario fuller en división CODELCO ANDINA”, menciona que el mantenimiento preventivo surge como respuesta para superar las

insuficiencias propias del mantenimiento correctivo. Su objetivo es reducir la probabilidad de ocurrencia de falla evitando detenciones repentinas en la producción. Esta estrategia posee una gama de herramientas para la definición de tareas de mantenimiento y reemplazo de equipos basadas en el tiempo de operación o la etapa en el ciclo de vida en que se encuentran.

Las ventajas del mantenimiento preventivo sobre el correctivo son las siguientes:

- Permite planificar las actividades de mantenimiento y, por lo tanto, determinar los requerimientos de recursos humanos y materiales (partes, piezas y herramientas).
- Puede reducir los costos de falla puesto que se enfoca en evitar la ocurrencia de estos eventos.
- Minimiza el tiempo en reparación de los equipos al desarrollarse las tareas de mantenimiento de manera planificada.
- La seguridad de los operadores se ve incrementada al reducir los eventos de falla.

Las fases del mantenimiento preventivo son:

- Inventario técnico, con manuales, planos, características de cada equipo.
- Procedimientos técnicos, listados de trabajos a efectuar periódicamente.
- Control de frecuencias, indicación exacta de la fecha a efectuar el trabajo.
- Registro de reparaciones, repuestos y costos que ayuden a planificar.

Pasos a seguir para el mantenimiento preventivo

- Difusión del programa de trabajo
- Recopilar información

- Seleccionar los equipos
- Recopilar información de los equipos seleccionados
- Análisis de la información recopilada
- Programas de mantenimiento
- Demoras
- Historial de equipo
- Protocolo de pruebas
- Métodos de trabajo
- Modificaciones
- Observar el funcionamiento de los equipos durante la operación
- Análisis de la información recopilada

2.2.2. Conceptualización de la variable dependiente optimización de la disponibilidad en el circuito de chancado secundario

Optimización

Según el Diccionario de la Real Academia Española, es buscar la mejor condición para realizar las actividades del programa de mantenimiento del circuito secundario de chancado.

Disponibilidad

Según Mora (2009), es la función que permite estimar en forma global el porcentaje de tiempo total que se puede esperar que un equipo esté disponible para cumplir la función para lo cual fue destinado. A través de un estudio de los factores que influyen sobre la disponibilidad, las HR y las HT, es posible para la gerencia evaluar distintas alternativas de acción para lograr los aumentos

necesarios de disponibilidad. A continuación presentamos la fórmula para calcular la disponibilidad de la chancadora secundaria.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{HR}{HT} \times 100$$

Donde:

HR: Horas Reales

HT: Horas Teóricas

Etapas del Proceso de chancado:

Según Milpo Andina Perú:

Recepción y alimentadores del mineral.- Esta etapa se iniciará con la recepción de la carga del stock pile (tolva de gruesos) a través de dos alimentadores vaivén. El alimentador principal trabajará cuando exista suficiente carga y el alimentador auxiliar cuando exista poco mineral y se tenga que remover la poca carga que existe en el stock pile utilizando la ayuda de un equipo (cargador frontal).

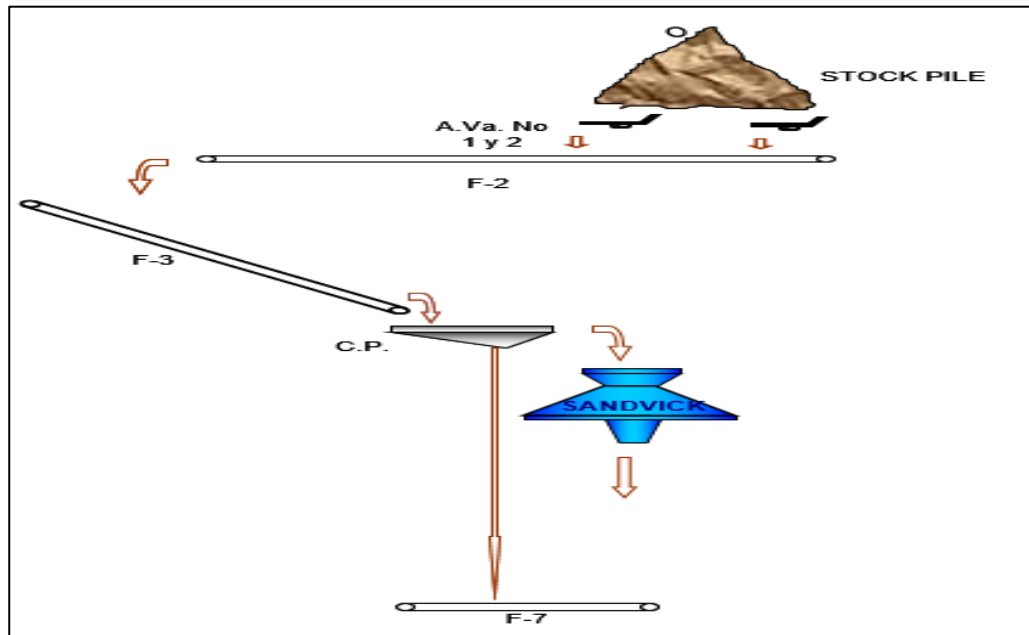
Limpieza, Clasificación y pesaje del mineral.- el mineral que ingresa del Stock pile será transportado mediante la faja N°2 hacia el detector de metales, el cual una vez que detecta cualquier partícula de metal la faja se detendrá automáticamente para que el ayudante del operador de chancado secundario proceda a su separación e inicie el arranque respectivo de la faja. El mineral limpio será pesado mediante una balanza Merrick antes de ingresar a través de la faja N°3 al cedazo primario, para que mediante un movimiento vibratorio realice la clasificación del mineral a través de 2 mallas. El mineral con un diámetro mayor a 7/16" pasará al chancado secundario y terciario; y el mineral con un diámetro menor a 7/16" será transportado mediante las fajas N° 7 y 8 a las tolvas de finos N° 1 o N° 2.

Chancadora secundaria.-El mineral clasificado en el cedazo primario con un diámetro mayor de $7/16''$ caerá por gravedad a la chancadora cónica estándar donde se realizará el chancado secundario y el mineral menor de $7/16''$ será transportado a la tolva reguladoras. El mineral con un diámetro de $11/4''$ que sale de la chancadora secundaria será transportado hacia las tolvas reguladoras mediante las fajas N° 4, 5 y 6 para el chancado terciario.

Chancado terciario.- El mineral que sale del chancado secundario (menor a $1.1/4''$) será transportado a través de las fajas N° 4, 5 y 6 a la tolva reguladora para que mediante dos alimentadores vibratorios en paralelos sea clasificado en los respectivos cedazos secundarios. El mineral clasificado con clasificado con un diámetro menor a $7/16''$ será transportado hacia las tolvas de finos mediante las fajas N° 8 y 9, y el resto del mineral mayor a $7/16''$ hacia el chancado terciario que se realizará con una chancadora cónica de cabeza corta, después del cual mediante la faja N°4 se transportara hacia la tolva reguladora para proseguir con el chancado en circuito cerrado, hasta conseguir el tamaño óptimo menor a $7/16''$.

Almacenamiento de mineral.- el almacenamiento del mineral se realizará en las tolvas de finos N° 1 y 2, con un mineral reducido a un diámetro menor de $7/16''$, proveniente del cedazo primario y de los cedazos secundarios; según se puede apreciar en la Figura 1.

Figura 1 Diagrama del circuito de la chancadora secundaria



Fuente: IMPROMECC

2.2.3 Compañía minera Milpo Andina Perú S.A.C.,

Visión

Ser uno de los principales productores de metales "base" en el mundo ("Zinc, cobre y plomo"); cuya estrategia de crecimiento sostenido se basa en un modelo transparente e innovador que genere valor para todos, de manera responsable.

Misión

Compañía Minera Milpo S.A.A. es una organización líder en la concepción, ejecución y operación de proyectos minero-metalúrgicos que crean valor de manera responsable para sus accionistas, comunidades, trabajadores, clientes y socios de negocio.

Nos distinguimos por nuestra capacidad para identificar oportunidades que nos permiten incrementar recursos y reservas y realizar los proyectos que sean necesarios para mantener altas tasas de rentabilidad y crecimiento.

Política corporativa

MILPO cree en la importancia de desarrollar su actividad minera y crecimiento futuro. Bajo el marco de su misión, adopta las mejores prácticas de gestión y estándares elevados en conservación del medio ambiente, calidad, higiene, seguridad y salud ocupacional; bienestar de las poblaciones situadas en el entorno de sus operaciones mineras, proyectos y prospectos. Estos principios se traducen en su Política Corporativa y son la base de su crecimiento sostenido, en beneficio de sus accionistas, colaboradores y poblaciones del entorno:

Somos una compañía minera peruana de escala regional con 7 décadas de experiencia en el sector, que ha desarrollado sus operaciones de manera integral, comprometida a generar valor en el país con responsabilidad social y ambiental, tecnología y soluciones innovadoras, acorde a nuestros valores y principios, desde 1949. Desde 2010, formamos parte de Votorantim Metais (VMH), compañía global de minería y metalurgia, que actualmente cuenta con una participación del 80.24% del accionariado. A su vez, VMH pertenece a Votorantim S.A., organización multinacional brasilera, que cuenta con más de 90 años de historia y presencia en sectores estratégicos de la economía en más de 20 países. De esta manera, Milpo se consolida con el soporte internacional de un grupo que desenvuelve sus negocios con el mismo compromiso por la responsabilidad social y ambiental. Sus principales productos son los concentrados de zinc, plomo y cobre, con contenidos de oro y plata. Actualmente MILPO es un grupo Minero

peruano dedicado al desarrollo y operación de minas medianas, productos de zinc, plomo, cobre, plata y oro.

2.3 Definición de términos

Optimización

Es la acción y efecto de optimizar. Este verbo hace referencia a buscar la mejor manera de realizar una actividad.

Disponibilidad

Se conoce por disponibilidad, según la real academia española, la cualidad o condición de disponible. La disponibilidad puede referirse a un ser animado o inanimado ya que puede hablarse de un producto como tal o sobre una persona en específico. Por ejemplo disponibilidad puede referirse a la probabilidad de que un producto determinado esté disponible, pueda ser encontrado o consumido en el mercado en general y la falta de disponibilidad de los mismos convierte a estos aún más costosos ya que mayor es la demanda que la oferta.

Mantenimiento

En términos generales por mantenimiento se designa al conjunto de acciones que tienen como objetivo mantener un equipo o restaurarlo a un estado en el cual el mismo pueda desplegar la función requerida o las que venía desplegando hasta el momento en que se dañó, en caso que haya sufrido alguna rotura que hizo que necesite del pertinente mantenimiento y arreglo. La acción de mantenimiento, de restauración normalmente no solamente implica acciones de tipo técnico sino también administrativas. En tanto, a instancias del mundo de las telecomunicaciones y de la ingeniería, el término de mantenimiento ostenta varias referencias, entre ellas: comprobaciones, mediciones, reemplazos, ajustes y reparaciones que resulten de vital importancia para mantener o

reparar una unidad funcional de manera que esta pueda cumplir sus funciones pertinentes, aquellas acciones, como ser de inspección, comprobación, clasificación o reparación, para mantener materiales en una condición adecuada o los procesos para lograr esta condición, acciones de provisión y reparación necesarias para que un elemento continúe cumpliendo el cometido para el cual está destinado o fue creado y las rutinas recurrentes y necesarias para mantener en buen estado y funcionamiento de los equipos.

Mantenimiento correctivo

Está encaminado a corregir una falla que se presenta en determinado momento, El Equipo es el que determina las paradas. La función primordial de este tipo de mantenimiento es poner en marchas el Equipo lo más rápido y con el menor tiempo posible.

Mantenimiento periódico

Conjunto de actividades que deben realizar a instalaciones y equipos, con el fin de corregir o prevenir fallas, buscando que estos continúen prestando el servicio para el cual fueron diseñados.

Método

La palabra Método hace referencia a ese conjunto de estrategias y herramientas que se utilizan para llegar a un objetivo preciso, el método por lo general representa un medio instrumental por el cual se realizan las obras que cotidianamente se hacen.

Procedimiento

Básicamente, el procedimiento consiste del seguimiento de una serie de pasos bien definidos que permitirán y facilitarán la realización de un trabajo de la manera más correcta y exitosa posible. Porque precisamente es uno de los objetivos de seguir un procedimiento, garantizarse el éxito de la acción que se lleva cabo y más cuando son

varias las personas y entidades que participan en el mismo, que requerirán de la observación de una serie de estadios bien organizados.

Programas

Son las listas o gráficos que indican exactamente quien, cuando, con qué y en cuanto tiempo debe realizarse una labor, con esto se logra la coordinación de los recursos para cubrir las necesidades

2.4 Hipótesis

2.4.1 Hipótesis general

La implementación de un plan de mantenimiento preventivo, optimiza la disponibilidad del circuito de chancado secundario de la planta minera MAPERU – S.A.C.

2.4.2 Hipótesis específicas

- a) Sí se realiza las actividades del plan de mantenimiento preventivo entonces se optimiza la disponibilidad del circuito de chancado secundario de la planta minera MAPERU-S.A.C.
- b) Sí se logra implementar las horas programadas de mantenimiento preventivo entonces se optimiza la disponibilidad del circuito de chancado secundario de la planta minera MAPERU – S.A.C.

2.5 Variables

2.5.1 Definición conceptual

Plan de mantenimiento preventivo

Conjunto de actividades realizadas para el mejoramiento continuo para evitar fallas y mantener las condiciones óptimas de funcionalidad de los equipos.

Optimización de la disponibilidad del circuito de chancado secundario

Buscar la mejor condición para realizar las actividades del programa de mantenimiento del circuito de la chancadora secundaria.

2.5.2 Definición operacional

Plan de mantenimiento preventivo

Variable que expresa evitar las fallas con el conjunto de actividades programadas de mantenimiento en horas de operación, se medirá con el horómetro.

Optimización de la disponibilidad del circuito de chancado secundario

Variable que expresa la disminución de paradas imprevistas por fallas en los equipos y tener un porcentaje de mejora de rendimiento del circuito de la chancadora secundaria.

2.5.3. Operacionalización de las variables

La operacionalización de las variables independiente y dependiente se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. *Operacionalización de variables*

Variable dependiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Optimización de la disponibilidad de la unidad de chancado secundario.	Optimización: Buscar la mejor manera de realizar una actividad	Variable que expresa la variación de la disponibilidad de la chancadora secundaria.	Horas Operativas.	Horas (horómetro)
			Horas de reparación.	Horas (cronómetro)
Variable Independiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Plan de mantenimiento preventivo	Conjunto de actividades realizadas para el mejoramiento continuo para evitar fallas y mantener las condiciones óptimas de funcionalidad de los equipos. Mora Gutierrez, A. (2009)	Variable que expresa evitar las fallas con el conjunto de actividades programadas de mantenimiento en horas de operación, de la chancadora secundaria	- Actividades programadas. - Horas programadas de mantenimiento	Diario y anual

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

En atención a las características señaladas en el planteamiento del problema y de los objetivos formulados, el presente estudio se clasifica como aplicado, por cuanto se implementó un plan de mantenimiento preventivo para optimizar la disponibilidad de circuito de chancado secundario de la planta minera Milpo Andina Perú – S.A.C.

Asimismo, nuestra investigación también es cuantitativa; Según Hernández (2014), señala que el enfoque cuantitativo (que representa un conjunto de procesos) es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no podemos eludir pasos. El orden es riguroso, aunque desde luego, podemos redefinir alguna fase. Parte de una idea que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica. De las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables; se traza un plan para probarlas (diseño); se miden las variables en un determinado contexto; se analizan las mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos, y se extrae una serie de conclusiones respecto de la o las hipótesis.

3.1 Tipo y nivel de la investigación

El tipo de investigación que se lleva a cabo es de tipo *Tecnológico* y el nivel de investigación es *Aplicativo*, a continuación, se expone en que se basan y porque nuestra investigación corresponde a cada una de las ellas.

La investigación es *Tecnológica* porque tiene como propósito aplicar el conocimiento científico para solucionar la baja disponibilidad implementando un plan mantenimiento preventivo al circuito secundario del chancado en la planta de la empresa MAPERU S.A.C. basándonos en su historial y sistemas de información.

El nivel de investigación *Aplicada* porque tiene como propósito emplear los resultados de un plan de mantenimiento preventivo y así poder optimizar la disponibilidad del circuito secundario de chancado de la planta concentradora de la empresa MAPERU S.A.C. y lograr una buena eficiencia y productividad.

3.2 Diseño de la investigación

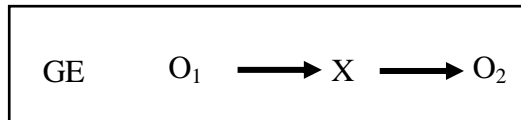
De acuerdo a Castañeda (1995), el diseño de investigación es un plan estructurado de actividades que de manera anticipada guían el proceso de investigación. Su fin es el de aclarar, tanto el investigador como a sus lectores, el camino a recorrer para contestar las preguntas de investigación.

Con la información que se obtenga de dicha investigación se podrá diseñar el modelo de gestión para formular estrategias de calidad en el servicio que contribuya a la mejora continua de la calidad y que de esta manera se logre la satisfacción de los clientes, creando así una ventaja competitiva.

Espinoza (2014), con la metodología que se siguió, se pretende explicar, la manera en que se fueron obteniendo los resultados que nos llevaron a tomar decisiones para diseñar el modelo de gestión, propósito de la investigación.

El diseño que se utilizó en la investigación de Diseño de pre y post facto.

Diseño:



Dónde:

GE- Circuito de chancado secundario.

X- Implementación de un plan de mantenimiento preventivo.

O₁- Disponibilidad antes del tratamiento.

O₂- Disponibilidad Después del tratamiento.

3.3 Población y muestra de la investigación

3.3.1 Población

La población de la presente investigación es el circuito de chancado secundario de la planta concentradora de MAPERU S.A.C.

3.3.2 Muestra

La muestra es el conjunto de equipos de la unidad de chancado como (Chancadora Cónica Sandvik CH-660) mencionando que este equipo llega a ser crítico en toda línea de producción y más aun de la empresa Milpo Andina Perú S.A.C.

La muestra a estudio debe cumplir con lo siguiente: Porque es la más crítica, es la más compleja, demanda una mayor cantidad de mantenimiento por sus componentes y además fue adoptado como modelo para realizar el análisis de criticidad y el stock de bodega.

3.4 Técnicas e Instrumentos para la recolección de datos

Técnica Documental; permite la recopilación de evidencias del circuito de chancado secundario de la planta concentradora en la empresa MAPERU S.A.C., para demostrar la hipótesis de investigación. Los documentos para la recolección de datos son: Plan estratégico de la institución, Plan operativo de la institución, Documentos de la oficina de planificación: indicadores e informes, Documentos del Equipo de Gestión (Acuerdos de gestión), Documentos generados al investigar, Manuales del equipo. Los pasos a seguir para la recolección de los datos son:

- Determinar la forma en que se van a registrar los datos.
- Relacionar cuidadosamente y críticamente los fenómenos.
- Relacionar los datos.
- Analizar e interpretar los datos.
- Elaborar conclusiones.

Los instrumentos son los medios o recursos que se elaboran y se aplican para captar datos hallados en la muestra de acuerdo a los indicadores señalados. Se utilizaron los siguientes instrumentos: Lista de verificación, Fichas bibliográficas, Resumen e Historial de Equipos.

3.5 Validez y confiabilidad del instrumento

La validez del instrumento utilizado en la tesis lo da el proveedor del diseño del producto informático de gestión empresarial, la empresa es una multinacional alemana SAP SE. El SAP, es un software muy utilizado a nivel nacional, para gestionar el área de mantenimiento, mediante el uso de computadoras.

La confiabilidad del instrumento en nuestro caso es del fabricante del horómetro para la chancadora secundaria, cuya certificación por norma está a cargo de empresas autorizadas por ITINTEC.

3.6 Plan de recolección y procesamiento de datos

3.6.1 Plan de recolección de datos

Los pasos que se establecieron en la investigación fueron:

- Coordinación con el jefe de mantenimiento mecánico para la aplicación del proyecto de tesis.
- Elaboración, validez y confiabilidad de los instrumentos.
- Aplicación del instrumento a los diferentes grupos.
- Indicadores de gestión (disponibilidad del equipo).
- Análisis e interpretación de los resultados obtenidos.
- Redacción del informe final.

3.6.2 Procesamiento de datos

El procesamiento de los datos se realizó utilizando la estadística descriptiva e inferencial. Con la estadística descriptiva se realizó el cálculo de parámetros de tendencial central y dispersión, los de tendencia central son: la media, la mediana y la moda y los de dispersión tenemos a: el rango, la varianza, la desviación típica y el coeficiente de variación de Pearson.

Para la prueba de hipótesis utilizamos la estadística inferencial; haciendo uso de su estadígrafo T Student, esta herramienta es útil cuando se compara dos medias; y es el caso de nuestra investigación.

CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Resultados de la investigación

4.1.1 Diagnóstico del circuito de chancado secundario

La planta concentradora de mineral de la empresa Milpo Andina Perú S.A.C. tiene una capacidad de producción de mineral de 6000 toneladas métricas diarias, esta planta tiene varios circuitos como son: Circuito de chancado, circuito de molienda, circuito de flotación y circuito de secado. El mantenimiento del circuito de chancado secundario de la planta concentradora lo realiza la empresa especializada IMPROMEC desde el año 2012 hasta la actualidad; las actividades de mantenimiento realizadas en el circuito son en su mayor parte de reparaciones correctivas que preventivas. Como se puede observar en la tabla 1 la disponibilidad de la chancadora modelo CH-660 del año 2016 es menor a 93% esto es debido a las horas de parada del circuito por mantenimiento mecánico, mantenimiento eléctrico y operación. Realizando un análisis de criticidad la chancadora secundaria es considerada un equipo crítico en el proceso productivo de la planta concentradora. La disponibilidad que solicita la empresa debe ser mayor a 93 %

para que la planta concentradora tenga una producción eficiente. Se sabe que para la eficiencia del circuito tenemos que tener en cuenta el nivel de mineral en la tolva de finos al inicio y al final de la, las horas de operación, la velocidad de los alimentadores tipo vaivén (70-90%) y el amperaje de las fajas. En el circuito de chancado, los niveles de mando lo administran el Superintendente de Mantenimiento, Jefes de Mantenimiento y Jefes de Planta. En lo que se refiere al personal operativo de mantenimiento se tiene varios mecánicos, electricistas y supervisores, entre los cuales la mayoría de ellos son gente de mucha experiencia, pero a su vez, acostumbrados a desarrollar los mismos procedimientos de trabajo, paradigmas, principios e ideas, durante años. De todo este personal hay gente joven que hay que empezar a formar y moldear con los nuevos procedimientos del Mantenimiento Preventivo y gestión del mantenimiento trabajando en lo mismo con los más antiguos, para que gradualmente se vayan incorporando a los cambios y puedan integrarse al equipo de mantenimiento consiguiendo el objetivo principal de mejorar la disponibilidad mecánica de nuestro equipos. Las inspecciones preventivas periódicamente aplicadas, dan solución a algunos problemas, siendo una herramienta muy importante, pero por si sólo dejaría muchos vacíos que conllevarán a las fallas imprevistas. Como primeras medidas analizaremos las fallas más saltantes y críticas, para poder resolver la raíz del problema y tomar las acciones preventivas, programando cambio de los componentes que ya van a cumplir su vida útil y que afectaría severamente al equipo en operación. Otra de las herramientas del mantenimiento para poder detectar a tiempo estas fallas va a ser la implantación progresiva del Mantenimiento Predictivo por la cual se programarán inspecciones de termografía, análisis de vibraciones y toma de medidas eléctricas. Finalmente trabajaremos en constante comunicación y coordinación entre la gente

de Mantenimiento, Producción, Calidad y Seguridad, es decir desarrollaremos reuniones periódicas para la gestión de mantenimiento, programando los cambios y poder lograr no sólo bajar los costos de producción y paradas de plantas sino también mejorar la calidad del mineral, y evitar los accidentes.

Tabla 1. *Disponibilidad de la chancadora secundaria CH-660-2016*

MESES-2016	HORAS TEÓRICAS	HORAS REALES	DISPONIBILIDAD
ENERO	744	671	90.19%
FEBRERO	672	610	90.77%
MARZO	744	676	90.86%
ABRIL	720	666	92.50%
MAYO	744	686	92.20%
JUNIO	720	678	94.17%
JULIO	744	684	91.94%
AGOSTO	744	671	90.19%
SETIEMBRE	720	670	93.06%
OCTUBRE	744	681	91.53%
NOVIEMBRE	720	679	94.31%
DICIEMBRE	744	673	90.46%
DISPONIBILIDAD PROMEDIO			91.85%

Fuente: IMPROMEC

Tabla 2. *Frecuencia de mantenimiento*

	CAMBIO CONCAVO	CAMBIO MANTLE
FRECUENCIA (días)	45	45
MANTENIMIENTO (horas)	6	6
CANTIDAD DE PERSONAL	6	6
CANTIDAD ANUAL	8	8
HORAS HOMBRE	48	48

Fuente: IMPROMEC

4.1.1.1 Fallas en la chancadora secundaria sandvik CH-660

Las fallas que se presentan en la chancadora Sandvik CH-600, se detallan a continuación:

a. Quemado de bocina excéntrica.

Esta falla es a raíz de la falta de inspección, falta de mantenimiento preventivo en cuanto se refiere a parámetros y tolerancias entre el eje y la bocina a esto le podemos sumar temas operativos como se tiene carga húmeda u operaciones deja pasar demasiado materiales inchancables como metales y madera, etc. Esos materiales hacen que el eje principal y la bocina se amarren sufriendo la quemadura de bocina, como se observa en la Imagen 1.

Figura 1. *Quemado de bocina excéntrica*



Fuente: IMPROMEC

b. Rotura de forros mantle.

Esta falla se da básicamente por no cambiar los forros de acuerdo al horómetro y días de cambio. No se cuenta con control de forros de chancadora. Ver Imagen 2.

Figura 2. Rotura de forros mantle



FUENTE: IMPROMEC

c. Rotura de buje de araña

Esta falla se da por no contar con control de cambio de bujes de araña ya sea de acuerdo al manual de mantenimiento o por falta de evaluación de parámetros y holguras del buje, como podemos observar en la Imagen 3.

Figura 3. *Rotura de buje de araña*



FUENTE: IMPROMEC

d. Rotura de manguera de lubricación.

Ocasionada fundamentalmente por con cambiar filtros de lubricación a tiempo (esperar a que la luz led se active).

e. Rotura de manguera del sistema hidrosset.

Ocasionada por no cambiar manguera a tiempo o por falta de inspección cuando ya existe desgaste de esta manguera.

4.1.2 Programa de mantenimiento preventivo

Para tener una buena Gestión de Mantenimiento en el circuito de chancado necesitamos un nuevo organigrama del área de mantenimiento del circuito analizado en la presente investigación. Se realizó algunos cambios en el que se implementó con personal nuevo en las distintas áreas:

- 1 planner – mecánico de mantenimiento.
- 2 supervisores de mantenimiento (2 ingenieros mecánicos)

- 12 técnicos de mantenimiento en sistema 14 x 7

- 2 operarios de planta por guardia

El Planner de Mantenimiento, se encargó de programar los cambios de componentes críticos de los equipos, control y reposición de stock de repuestos, programación periódica de lubricación de equipos y coordinación con reuniones periódicas con el área de mantenimiento, producción, calidad y seguridad.

En el área de Ingeniería, están los encargados de Mantenimiento Predictivo, para implementar progresivamente las técnicas predictivas y poder detectar las fallas anticipadamente de los equipos.

En el área de Producción, los 2 operarios de planta, se han seleccionado con conocimientos básicos de mecánica y electricidad para poder actuar ante cualquier eventualidad, en algunos casos un mantenimiento a los equipos.

La necesidad de organizar adecuadamente el servicio de mantenimiento con la introducción de programas de mantenimiento preventivo y el control del mantenimiento correctivo hace ya varias décadas en base, fundamentalmente, al objetivo de optimizar la disponibilidad de los equipos productores. Posteriormente, la necesidad de minimizar los costos propios de mantenimiento acentúa esta necesidad de organización mediante la introducción de controles adecuados de costos.

En los últimos años, la exigencia a que la industria está sometida de optimizar todos sus aspectos, tanto de costos, como de calidad, como de cambio rápido de producto, conduce a la necesidad de analizar de forma sistemática las mejoras que pueden ser introducidas en la gestión, tanto técnica como económica del mantenimiento. Todo ello ha llevado a la necesidad de manejar desde el mantenimiento una gran cantidad de información. Por lo tanto, el objetivo principal

del mantenimiento planeado es evitar que se produzcan fallos o averías en pleno funcionamiento de la producción.

Además, con la programación de las actividades de mantenimiento mediante un plan de mantenimiento preventivo se debe lograr con el mínimo costo, un mayor tiempo de servicio en las instalaciones y maquinarias productivas, con el fin de conseguir la máxima “disponibilidad” aportando la mayor “productividad y “calidad del producto” y máxima “seguridad de funcionamiento”.

Por lo tanto, una vez que se han programado y aplicado las actividades de mantenimiento de una manera sistemática, la empresa obtendrá los siguientes beneficios:

- Reduce las fallas y tiempos muertos (incrementa la disponibilidad de equipos e instalaciones).
- Incrementa la vida de los equipos e instalaciones.
- Mayor eficiencia en el funcionamiento.
- Los equipos e instalaciones dan un gran indicio de confiabilidad al tener seguridad en sus condiciones de funcionamiento.
- La vida útil de las maquinas incrementa al no estar sujetos a continuas reparaciones.
- Mejora la utilización de los recursos.
- Reduce los niveles del inventario.
- Disminución de los costos de reparación.

Medidas de seguridad.

Para garantizar la máxima seguridad hay que tener presente las categorías de riesgo, los niveles de riesgo son “¡PELIGRO!, ¡ADVERTENCIA! y ¡ATENCIÓN!”. Las categorías de “¡PELIGRO!, ¡ADVERTENCIA!” se acompañan con un signo de advertencia (ver Anexo L).

Si no se respeta la información marcada como “¡PELIGRO!” puede ocasionarse lesiones mortales.

Si no respeta la información que se destaca con la palabra “¡ADVERTENCIA!” el personal puede sufrir lesiones y el equipo puede resultar dañado o quedar inutilizado.

Si no se respeta la información que se destaca con la palabra “¡ATENCIÓN!”, el equipo puede sufrir daños.

Los trabajos que requiera el equipo deben ser realizados siempre por personal autorizado con la formación necesaria.

Formación necesaria significa que la persona que corresponda debe haber recibido instrucción práctica por parte de una persona autorizada sobre cómo deben realizarse las tareas en cuestión.

Autorizado significa que la persona ha superado unas pruebas teóricas y prácticas de conocimiento organizadas por Sandvik SRP AB. Por tanto se considera que tiene los conocimientos y competencias requeridos para realizar las tareas asignadas al ámbito que corresponda.

Todas las tareas previstas para este equipo de producción han sido distribuidas por tres ámbitos: Instalación, funcionamiento y mantenimiento.

El personal debe utilizar el equipo de protección personal cuando trabaje en las proximidades del equipo como son el implemento de protección auditiva, el casco

de seguridad, el lentes de protección ocular, los guantes protectores, las botas de seguridad y la máscara o aparato respiratorio.

El personal debe usar arnés de seguridad cuando se trabaja encima, dentro o debajo del equipo.

Instrucciones de mantenimiento básico

Realizar la revisión y mantenimiento periódico, se detalla las instrucciones de trabajos diarios y semanales necesarios para el buen mantenimiento del equipo, las cartillas de inspección que a continuación se presentan se ha elaborado teniendo en cuenta el manual de los equipos del circuito de la chancadora secundaria, los componentes de este circuito son:

- Alimentadores.
- Fajas.
- Zaranda.
- Chancadora SEC CH660

Cuadro 2. Inspecciones Equipos Línea de Chancado Secundario

PROGRAMA DE INSPECCION SEMANAL									
EQUIPOS DE FASE I Y II			J	V	S	D	L	M	M
Nº	EQUIPOS	AREA							
1	ALIMENTADOR VAIVEN	FASE I							
2	CHANCADORA PRIMARIA								
3	FAJA TRANSPORTADORA Nº 1A								
4	FAJA TRANSPORTADORA Nº 01								
5	COLECTOR DE POLVO Nº 1								
6	ELECTROIMAN FAJA TRANS. Nº 01								
7	ALIMENTADOR VAIVEN Nº 01	FASE II							
8	ALIMENTADOR VAIVEN Nº 02								
9	FAJA TRANSPORTADORA Nº 02								
10	FAJA TRANSPORTADORA Nº 03								
11	ZARANDA PRIMARIA METSO 8' x 20'								
12	CHANCADORA SECUNDARIA SANDVIK CH-660								
13	CHANCADORA TERCIARIA SANDVIK CH-660 (1)								
14	CHANCADORA TERCIARIA SANDVIK CH-660 (2)								
15	ZARANDA SECUNDARIA Nº 01								
16	ALIMENTADOR VIBRATORIO Nº 01								
17	ZARANDA SECUNDARIA Nº 02								
18	ALIMENTADOR VIBRATORIO Nº 02								
19	ZARANDA SECUNDARIA Nº 03								
20	ALIMENTADOR VIBRATORIO Nº 03								
21	FAJA TRANSPORTADORA Nº 04								
22	ELECTROIMAN FAJA TRANS. Nº 04								
23	FAJA TRANSPORTADORA Nº 05								
24	FAJA TRANSPORTADORA Nº 06								
25	FAJA TRANSPORTADORA Nº 07								
26	FAJA TRANSPORTADORA Nº 08								
27	FAJA TRANSPORTADORA Nº 08 B								
28	FAJA TRANSPORTADORA Nº 09								
29	COLECTOR DE POLVO Nº 02								
30	COLECTOR DE POLVO Nº 03								
31	SCRABER FAJA TRANSP. Nº 09								

Fuente: IMPROMEC

Elaboración de programas de mantenimiento

El programa de mantenimiento elaborado para el circuito de la chancadora secundaria, se realizó para mejorar la disponibilidad del circuito de chancado y se presenta a continuación en el Cuadro 3.

Cuadro 4. Plan de lubricación equipos chancado secundario

		CAMBIO DE ACEITE LUBRICACION CHANCADORAS 2017-18 AREA FASE I-II																																																			
		JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DECIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO																																								
COD	EQUIPO / PARTE	S E M A N A																																																			
		28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
	CHANCADORA HEWIT ROBBINS 30x42			C						C							C																																				
	CHANCADORA SECUNDARIA SANDVICK CH-660	C								C																																											
	CHANCADORA TERCIARIA SANDVICK CH-440					C												C																																			
	CHANCADORA TERCIARIA SANDVICK CH-660							C											C																																		

		CAMBIO DE FILTROS CHANCADORAS 2017-18 AREA FASE I-II																																																				
		JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DECIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO																																									
COD	EQUIPO / PARTE	S E M A N A																																																				
		28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
	CHANCADORA HEWIT ROBBINS 30x42	C			C								C					C																																				
	CHANCADORA SECUNDARIA SANDVICK CH-660		C				C						C										C																															
	CHANCADORA TERCIARIA SANDVICK CH-440		C				C						C										C																															
	CHANCADORA TERCIARIA SANDVICK CH-660			C			C						C						C						C																													

Repuestos críticos

Para gestionar los repuestos críticos la empresa especializada IMPROMECC realiza el pedido al área de mantenimiento mecánico de la empresa Milpo Andina Perú S.A.C. mediante el Sistema Informático integrado de Gestión, conocido por sus siglas SAP.

Presentamos la lista de repuestos recomendados a continuación en la siguiente cuadro de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. Los repuestos incluidos en la lista son de alta rotación, se denominan así a los repuestos que influyen en la eficiencia del circuito de chancado secundario.

Cuadro 5. Repuestos críticos chancado secundario

CONTROL DE STOCK REPUESTOS Y CONSUMIBLES EQUIPOS FASE I - II				
CODIGO MILPO	CODIGO SAP	Descripcion	NECESIDAD	Unidad
Zaranda Primaria Metso LH 8'X20'				
	953266	Rodamiento de rodillo conico 30207 J2/Q	4	und
	963593	Rodamiento de rodillo 30208 J2/Q	4	und
	MM0359662	anillo sellador 60.00x82.00x12.00 R-2 BN7 (28604)	4	und
	704103580000	Tornillo cabeza cilindrica sext. ISO4762-M12X25-8.8-A3A	12	und
	954664	Eje cardan LZ-700	3	und
	971461	Perno ISO4762-M12X30-8.8	12	und
	971244	Correa - V 5V710, RMA IP22	10	und
	983540	Amortiguador L.12122	6	und
	953059	Rodamiento rodillos esfericos 22328 CCJA/W33VA405	2	und
	968613	Respiradero BFP4G10W1.X	4	und
	1036368	ANILLO DE GOMA	6	und
	1036369	ANILLO DE GOMA	6	und
	1036370	RETEN TRAA01600-VCBVR, 160X190X15	6	und
	1036371	EMPAQUETADURA V-140	6	und
	1036372	MANGUERA SAE 100 R6 3/8"XL500 W	3	und
	1036373	MANGUERA SAE 100 R6 3/8"XL1000 W	3	und
	1036374	ENSAMBLE DE MANGUERAS	4	und
	960705	TORNILLO HEX. ISO4017-M20X40-8.8 A3A	6	und
	1034674	TORNILLO HEX. ISO8676-M24X2.0X120-10.9	6	und
	1034675	TUERCA HEX. ISO8673-M24X2.0-10-UNPLTD	6	und

CONTROL DE STOCK REPUESTOS Y CONSUMIBLES EQUIPOS FASE I - II				
CODIGO MILPO	CODIGO SAP	Descripcion	NECESIDAD	Unidad
Vaiven Nico 36''x10'				
62-02-00-0570195	960726	Rod Clevis de 1''	6	und.
09-12-00-0570797	1011954	Pin de 1'' x 3.6''	6	und.
62-01-00-0409049	971182	Rotula lko SBB 28 de 1 3/4''	4	und.
82-42-00-0377686	977552	Bracket P/N A238425	4	und.
		Forros		
01-33-00-0295221	1015553	Forro Tipo "A" (Piso) de 3/4'' x 34.3/4'' x 60''	2	und.
01-33-00-0395536	1013314	Forro Tipo "C" (Lateral) de 3/4'' x 23'' x 89.3/4''	2	und.
01-33-00-0901857	1010477	Plancha de Acero Vidaplate de 3/4'' x 18'' x 57.1/8''	2	und.
05-15-00-0279773	1016311	Perno de Fo. Negro Cab/Avellanada Hilo/Cte de 5/8'' x 2''	300	und.
		Sistema Hidráulico		
99-99-00-0604685		REPARACIÓN DE PISTÓN HIDRÁULICO ,MARCA HANNA		und.
62-01-00-0293946	973285	Cilindro Hidráulico Completo Hanna Mod. MP12-HCC 3.25''x14'' Jalie	1	und.
62-02-00-0527386	957109	Rod Packing Kit Hanna 3.25''x14''	10	jgo.
62-02-00-0304328	973735	Rotula para Piston P/N GE-25-ES	4	und.
		Mangueras Hidraulicas (se manda preparar en suministros hidraulicos)		
		MANGUERA SAE 100R2AT 1''X2W 2393 PSI/165 BAR longitud 1.80m Terminal Jig n°16	6	und

CONTROL DE STOCK REPUESTOS Y CONSUMIBLES EQUIPOS FASE I - II				
CODIGO MILPO	CODIGO SAP	Descripcion	NECESIDAD	Unidad
Chancadora Secundaria SANDVIK CH660				
60-45-00-0593999	966516	Bowl (concave)F-EC2/MF M1 P/N 442881801	4	und.
60-45-00-0594000	954937	Mantle AM1 P/N 442881901	4	und.
60-57-00-1003397	970425	LUBRICATION FILTER P/N 912.0126-00(filtro sist. Lubricacion)	12	und.
60-57-00-1003396	953941	HYDROSET FILTER P/N 912.0129-00 (filtro sist. Hidroset)	12	und.
60-57-00-1003395	973115	AIR FILTER P0154 MIC P/N 912 0139-00(filtro aspensor contraeje)	6	und.
60-45-00-0593998	951960	BURNING RING P/N 4520269001(anillo oxicortable)	8	und.
60-45-00-0594001	975718	OIL SEAL RING P/N 442875501(reten buje de araña)	6	und.
60-45-00-0594004	981437	SPIDER BUSHING P/N 442.8754-01 (casquillo de punta Bujes de araña)	3	und.
60-57-00-1003399	971497	SCREW M6S 20x90 8.8 ISO 4017 P/N 840.0652-00 (Perno buje araña diametro 20mm x90mm grado 8.8)	6	und.
08-00-00-1003340	980857	WASHER BRB 21x36 HB200SS3576 P/N 847.0132-00 (Arandela plana 21x36)	6	und.
60-45-00-0594002	968336	O-RING P/N 873.1160-00 (o-ring buje de Araña)	8	und.
60-45-00-0594003	976298	Dust Seal Ring P/N 442.8802-01 (anillo guarda polvo)	4	und.
60-45-00-0594016	960247	Seal ring inner P/N 442.8747-01 (anillo obturador)	3	und.
60-45-00-0594005	951616	Main shaft sleeve P/N 442.8792-01 (manguito de eje principal)	2	und.
25-30-00-0597418	977898	O-ring P/N 873.0128-00 (anillo de jebe Contra Eje)	2	und.
60-45-00-0597419	974859	Spacer P/N 442.8771-01 (anillo espaciador Contra Eje)	2	und.
60-45-00-0597420	976062	Oil Seal Ring 1200 RPM P/N 873.1161-00 (Reten Contra Eje)	4	und.
10-30-00-0597421	950207	Bearing P/N 868.0799-00 (Rodamiento lado Corona Contra Eje)	2	und.
10-30-00-0597422	965526		2	und.
43-42-00-0597523	981057	Gasket P/N 442.8775-00 (Tapa interior Contra Eje)	2	und.
60-45-00-0597424	960664	Gasket P/N 442.8774-01 (Tapa exterior Contra Eje)	2	und.
60-45-00-0597425	981058	Gasket P/N 442.8774-02 (Tapa exterior Contra Eje)	2	und.

CONTROL DE STOCK REPUESTOS Y CONSUMIBLES EQUIPOS FASE I - II				
CODIGO MILPO	CODIGO SAP	Descripcion	NECESIDAD	Unidad
Chancadora Secundaria SANDVIK CH660				
60-45-00-0597426	950206	Tredo N° 20 3/4" P/N 873.0385-00 (sello tapa magnetico)	2	und.
60-45-00-0597427	958511	Gasket P/N 442.8803-01 (junta 0,5 lainas Piñon de carton)	3	und
60-45-00-0597428	961253	Gasket P/N 442.8803-02 (junta 0,8 lainas Piñon de carton)	3	und.
60-45-00-0597429	954178	Gasket P/N 442.8803-03 (junta 1,5 lainas Piñon de carton)	3	und.
60-45-00-0594022	951223	TRANSMITTER 0-250 BAR/4-20 M A P/N 923050700 (El Transmisor)	3	und.
60-45-00-0594020	955300	STEP WASHER P/N 442873101 (El Paso Lavandera)	3	und.
60-45-00-0594006	979005	SCREW M6S 30 X 380 8.8 P/N 840107500 (Tornillo de las colillas)	12	und.
	955616	LOCK NUT M30 8 FZB DIN 985 N/P 845.0284-00 (Tuerca del tonillo de la colillas)	12	und.
60-45-00-0604089	952658	SLEEVE P/N 442725301 (Manguito de las colillas)	12	und.
60-45-00-0604091	979628	WASHER P/N 442727101 (Arandela del manguito de las colillas)	12	und.
60-45-00-0604090	956076	DISC SPRING 90X46X5 P/N 863005800 (colillas)	108	und.
60-45-00-0594021	961167	CHEVRON PACKING P/ 442873900	4	und
60-45-00-0594019	953834	PISTON WEARING PLATE P/N 442873001 (Piston del Plato desgastado)	4	und
60-45-00-0594017	977051	ECCENTRIC WEARING PLATE P/N 442876101 (Excentrico del plato desgastado)	2	und
60-45-00-0594018	959799	MAIN SHAFT STEP P/N 442873201 (Paso del arbol principal)	1	und.
60-45-00-0594010	966572	LOCATING BAR P/N 442876201 (tacon de apoyo de bronce)	1	und.
	960597	SCREW MC6S 10x40 12.9 N/P 841.0019-00 (perno de tacon apoyo)	11	und.
60-45-00-0594013	952169	SHIM P/N 442880903 (lina metalico de 0.7 mm)	3	und.
60-45-00-0594014	957077	SHIM P/N 442880904	4	und
60-45-00-0594011	960014	SHIM P/N 442880901	4	und
60-45-00-0594012	953595	SHIM P/N 442880902	4	und.
60-45-00-0594015	955793	GASKET P/N 442880801 (empaquetadura)	4	und.
60-57-00-1003392	960928	FILTER P 10102 P/N 912,0155-00 (Filtro respiradero buje de araña)	5	und
60-45-00-0599244	956552	SCRAPER P/N 442880501 (rascador)	5	und

CONTROL DE STOCK REPUESTOS Y CONSUMIBLES EQUIPOS FASE I - II				
CODIGO MILPO	CODIGO SAP	Descripcion	NECESIDAD	Unidad
Chancadora Secundaria SANDVIK CH660				
60-45-00-0597426	950206	Tredo N° 20 3/4" P/N 873.0385-00 (sello tapa magnetico)	2	und.
60-45-00-0597427	958511	Gasket P/N 442.8803-01 (junta 0,5 lainas Piñon de carton)	3	und
60-45-00-0597428	961253	Gasket P/N 442.8803-02 (junta 0,8 lainas Piñon de carton)	3	und.
60-45-00-0597429	954178	Gasket P/N 442.8803-03 (junta 1,5 lainas Piñon de carton)	3	und.
60-45-00-0594008	960847	ECCENTRIC BUSHING 40+44+48+50 P/N 442882601 (bocina bronce)	1	und
60-45-00-0594009	981439	BOTTON SHELL BUSHING P/N 442874201	2	und
60-45-00-0599495	964635	SCREW M6S 42 X 220 8,8 P/N 840107300 (perno de bastidor)	40	und
60-45-00-0599496	964992	WASHER BRB 42 X 80 HB200SS3576 P/N 847017100	20	und
60-45-00-0000283	973406	NUT M6M M42 P/N 845.0322-00 (tuerca para perno del bastidor)	20	und
60-45-00-0599498	955594	SCREW M6S 42 X 90 P/N 442953001 (perno botador)	4	und
60-45-00-0599497	959703	PROTECTOR CAP SW65 2h20 P/N 899027800 (protector de perno de bastidor)	24	und
60-45-00-0594002	968336	O RING P/N 873116000	2	und
60-45-00-0598803	974110	PUMP P3AAN 0,75 FL20B01 P/N 906036700 (bomba contraeje)	2	und
60-45-00-0599242	961140	LUBRICATION OIL PUMP LO9502V RB6 P/N 906014100 (bomba principal)	3	und
60-45-00-0598804	971488	PUMP PHI P3BAN1003CL10B01 P/N 906037700 (bomba hidrosset)	3	und
60-45-00-0599245	962560	MEASURE HOSE 630 BAR L500 P/N 904058500	3	und
60-45-00-0599247	953095	PREASURE TRANSDUCER 25MPA M12A MAL P/N 984150400	1	und
	962479	RETEINER P/N 442880401 (retenedor eje principal) base de raspador	4	und
	962065	CASTING COMPUND P/N 831.0016-00	48	und
	976248	ARM SHIELD 442881200	2	und
	950533	HIDROSET CYLINDER BUSHING P/N 442872401	2	und
	987051	PINION SHAFT HOUSING REP. KIT 4525576901	2	und

CONTROL DE STOCK REPUESTOS Y CONSUMIBLES EQUIPOS FASE I - II				
CODIGO MILPO	CODIGO SAP	Descripcion	NECESIDAD	Unidad
Chancadora Secundaria SANDVIK CH660				
	961714	PINION SHAFT ASSEMBLY 4524127901	2	und
	962513	RETAINING RING 442880101	2	und
603473	951272	SUPPORT RING 442.8793-01 (anillo de soporte de forro concave)	2	und
	957382	DOWEL PIN 442829001 (pin del sport ring)	6	und
	950229	ARM SHIELD 442881201 (protectoras de brazos buje araña)	2	und
Mangueras				
601018	974019	MANGUERA 904049900 (manguera de 45° sistema lubricacion).	5	und
21405	968680	HOSE SAE 100 R1AT 2#X PT P/N 4522899001 (manguera de sistema hidrosset 90°).	5	und
Sistema Transmision				
26-01-00-0595859	961243	FAJA EN V N° 3150 SPC P/N 875026900	12	und
20-31-00-1001876	981737	GRASA MOBILITH SHC 007(grasa lubricacion buje araña)	18	kg
Resina				
594972	963455	TERMOBACKIN HIGH PERFORMANCE	30	und
412155	962666	NORDBAK BACKING MATERIAL	30	und
Forros de Frame				
601017	968694	WEARING PLATE 442904301 (Forros de vidaplate).	2	und
601014	970909	WEARING PLATE 442904001 (Forros de vidaplate en U).	2	und
601016	968694	WEARING PLATE 442904301 (Forros de vidaplate).	2	und
60-56-00-0012145	967368	MANTLE B N/P 442.8820-01 (M1)	4	und.
60-45-00-0013637	960180	BOWL (CONCAVO) "C" N/P 442881402	4	und.
	1039435	Spider cap 452.3841-001 (tapa superior de buje araña)	1	und.
	981438	Head nut with burn ring P/N 442.8800-00 (tuerca exterior de eje principal)	1	und.

CONTROL DE STOCK REPUESTOS Y CONSUMIBLES EQUIPOS FASE I - II				
CODIGO MILPO	CODIGO SAP	Descripcion	NECESIDAD	Unidad
Chancadora Secundaria SANDVIK CH660				
	967423	INNER HEAD NUT P/N 442879101 (tuerca interior)	1	und.
		FILTER BASE PI 2205-56 N/P 912.0128-00 (base del fitro contra eje)	1	und.
	983166	SCREW M6S M16X65 8.8 ZP PT N/P 840.0071-00 (perno del rascador)	6	und.
	975032	SCREW M6S M16x55 8.8 ZP PT N/P 840.0069-00 (perno el que continúa al rascador)	22	und.
	961578	SCREW M6S 20x80 8.8 ISO 4014 N/P 840.0080-00 (Perno de la tapa buje araña donde hecha grasa roja)	8	und.
	1041764	ARM PROTECTION SET N/P 981.2033-901 (monturas)	4	und.
		ARM PROTECTION SET N/P 981.2034-901 (montura)	2	und.
	967856	air filter P10102 R1/4" N/P 912.0114-00 (Filtro buje araña)	2	und
	964489	nipple 1/4 ISO49 N8 N/P 900.0169-00 (Niple filtro buje araña)	2	und
	959692	Elbow 1/4 ISO49 A1 N/P 900.0002-00 (base filtro buje araña)	2	und
		Bushing RI-08-04 1/2" - 1/4" (base filtro araña)	4	und
		Forros de Frame (vulcanizado con jebe)		
	1033455	wall protection 891.1891-901	1	und.
	1033456	wall protection 891.1893-901	1	und.
	1033457	WALL PROTECTION 8911858901	3	und.
	1033458	wall protection 891.1860-901	1	und.
	1033459	wall protection 891.1889- 901	3	und.
	1033460	wall protection 891.1856- 901	1	und.
	1033461	Bolt and plug set 891.2035-901 (pernos para union de forros)	20	und.
	1033462	Bolt and plug set 891.2035-902 (perno para union de forro)	2	und.

CONTROL DE STOCK REPUESTOS Y CONSUMIBLES EQUIPOS FASE I - II				
CODIGO MILPO	CODIGO SAP	Descripcion	NECESIDAD	Unidad
Faja Transportadora n° 2				
62-51-00-0306347	953830	Faja Transportadora de 30'' x 4 lonas	83	mt.
62-51-00-0301477	955055	RODILLO DE RETORNO SIMPLE RECTO NRO. RSR-500-30	50	und.
296163	977235	Polin de impacto CTI620-30	20	
297216	976689	Polin de carga CTN620-30	30	
349658	976956	Polin de ret. Discos RSD70-30	10	
301515	968079	Polin guia de 2" x 85 mm.	15	
	962063	soporte de polines de retorno	20	
		Polea de Cabeza 24''x32''		
10-70-00-0596813	966265	Caja de chumacera SSN 520	2	und.
10-30-00-0292842	951801	Rodamiento de Rodillos 22220 CK	2	und.
10-70-00-0282642	954711	Buje HA 320	2	und.
10-70-00-0275107	952622	Reten TSNA 520	4	und.
		Polea de Cola 20''x32''		
10-70-00-0418137	969416	Caja de chumacera SSA 515-612	2	und.
10-30-00-0292745	965385	Rodamiento de Rodillos 22215 CK	2	und.
10-70-00-0288012	972549	Buje HA 315	2	und.
10-70-00-0288411	963212	Reten TSNA 515	4	und.
		Polea Deflectoras 20''x32''		
10-70-00-0418137	969416	Caja de chumacera SSN 515-612	4	und.
10-30-00-0292745	965385	Rodamiento de Rodillos 22215 CK	4	und.
10-70-00-0288012	972549	Buje HA 315	4	und.
10-70-00-0288411	963212	Reten TSNA 515	8	und.
		Polea de Contrapeso 20''x32''		
10-70-00-0418137	969416	Caja de chumacera SSA 515-612	2	und.
10-30-00-0292745	965385	Rodamiento de Rodillos 22215 CCK	2	und.
10-70-00-0288012	972549	Buje HA 315	2	und.
10-70-00-0288411	963212	Reten TSNA 515	2	und.

CONTROL DE STOCK REPUESTOS Y CONSUMIBLES EQUIPOS FASE I - II

CODIGO MILPO	CODIGO SAP	Descripcion	NECESIDAD	Unidad
Faja Transportadora N° 3				
62-51-00-0444634	959446	Faja Transportadora de 36'' x 4 lonas	22.2	mt.
		Polea de Cabeza ´		
		Caja de chumacera SAF 518	2	und.
		Rodamiento de Rodillos 22218 EK/ C3	2	und.
		Buje H 318	2	und.
		Reten TSNA 518	4	und.
		Polea de Cola 24''x38 1/2"	1	und.
		Caja de chumacera SAF 518	2	und.
		Rodamiento de Rodillos 22218 EK/ C3	2	und.
		Buje H 318	2	und.
		Reten TSNA 518	4	und.
		Faja 3V 800	4	und.
	983921	Faja 3V 900	3	und.
		Acoplamiento Renold 642-512	1	und.

4.2 Disponibilidad después de la implementación del plan de mantenimiento preventivo

En la Tabla 3 se presenta los datos de la disponibilidad del circuito de chancado secundario para el año 2017, obtenidos después de la implementación del plan mantenimiento preventivo elaborado en la presente investigación, el mismo que asciende a un promedio del 97,78% el cual es una disponibilidad que nos garantiza la efectividad y confiabilidad del circuito secundario.

Tabla 3. *Disponibilidad de la chancadora secundaria CH-660-2017*

MESES-2017	HORAS TEÓRICAS	HORAS REALES	DISPONIBILIDAD
ENERO	744	733	98.52%
FEBRERO	672	657	97.77%
MARZO	744	726	97.58%
ABRIL	720	706	98.06%
MAYO	744	727	97.72%
JUNIO	720	708	98.33%
JULIO	744	724	97.31%
AGOSTO	744	727	97.72%
SETIEMBRE	720	707	98.19%
OCTUBRE	744	725	97.45%
NOVIEMBRE	720	701	97.36%
DISPONIBILIDAD PROMEDIO			97.82%

Fuente: IMPROMEC

4.3 Descripción estadística

Con los datos de la disponibilidad del circuito de la chancadora secundaria del año 2016, obtenemos los resultados de los estadísticos descriptivos como son la media, esto es el valor medio ponderado de los datos de la disponibilidad, la mediana que nos muestra el valor que se sitúa justamente en el centro de la muestra de donde podemos decir que un 50% de valores de disponibilidad son inferiores y otro 50% de valores son superiores, también tenemos la moda es la disponibilidad que más se repite, podemos observar la varianza esto mide la distancia entre los valores de la disponibilidad y la

media, la varianza mientras más se aproxima a cero, más concentrados están los valores de la serie alrededor de la media. Por el contrario, mientras mayor sea la varianza, más dispersos están; en la tabla podemos apreciar la disponibilidad máxima de 94,31% y la disponibilidad mínima de 90,19%, el cuartil 1 toma el valor de 90,54% por debajo este valor se sitúa el 25% de la frecuencia, el cuartil 2 toma el valor de 91,74% , entre este valor y el cuartil 1 se sitúa otro 25% de la frecuencia y el cuartil 3 toma el valor 92,92% entre este valor y el cuartil 2 se sitúa otro 25% de la frecuencia, además por encima del cuartil 3 queda el restante 25% de la frecuencia. Ver Tabla 4.

Tabla 4. *Estadísticos descriptivos de la disponibilidad del año 2016*

N	Válido	12
	Perdidos	0
Media		91,85
Mediana		91,74
Moda		90,19
Desviación estándar		1,45
Varianza		2,10
Rango		4,12
Mínimo		90,19
Máximo		94,31
Cuartiles	1	90,54
	2	91,74
	3	92,92

Fuente: Elaboración propia

Con los datos de la disponibilidad del circuito de la chancadora secundaria del año 2017 las cuales fueron tomadas después de aplicar el plan de mantenimiento preventivo para el circuito, mostramos los estadísticos descriptivos en la Tabla 5. En esta tabla tenemos una media de 97,82% de disponibilidad, esto es el promedio de los datos de disponibilidad del circuito de la chancadora secundaria del año 2017 comparando con el

promedio obtenido de la disponibilidad del año 2017 el cual es 91,85% se ha incrementado en 5,97%; la disponibilidad máxima es de 98,52% y la disponibilidad mínima es de 97,31%, con los datos de la varianza podemos decir que los datos están más concentrados alrededor de la media.

Tabla 5. *Estadísticos descriptivo de la disponibilidad del año 2017*

N	Válido	11
	Perdidos	1
Media		97,82
Mediana		97,72
Moda		97,72
Desviación estándar		,40
Varianza		,16
Rango		1,21
Mínimo		97,31
Máximo		98,52
Cuartiles	1	97,45
	2	97,72
	3	98,19

Fuente: Elaboración propia

4.4 Prueba de la hipótesis

En cualquier prueba de hipótesis, existen dos hipótesis contradictorias; el objetivo es decidir, con base en información muestral, cuál de las dos hipótesis es la correcta. En esta investigación se utilizó la prueba t student, porque es una prueba para la media de la población muestra pequeña inferiores a 30, como es el caso de la investigación presente.

Formulación la hipótesis estadística

H₀: La implementación de un plan de mantenimiento preventivo no optimiza la disponibilidad del circuito de chancado secundario de la planta minera de la Empresa Milpo Andina Perú S.A.C. 2017.

H₁: La implementación de un plan de mantenimiento preventivo optimiza la disponibilidad del circuito de chancado de chancado secundario de la planta minera de la Empresa Milpo Andina Perú S.A.C. 2017

$$\mathbf{H1: Dispon_{después} > Dispon_{antes}}$$

Establecer el nivel de significancia

Nivel de significancia $\alpha=0.05$ ($t_{tabular} = 2,1001$ tablas)

Elección de la prueba estadística

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{N_1} + \frac{S_2^2}{N_2}}}$$

Datos:

$$\bar{X}_1 = 97,82 \text{ (Tabla 5)}$$

$$\bar{X}_2 = 91,85 \text{ (Tabla 4)}$$

$$S_1^2 = 0,16 \text{ (Tabla 5)}$$

$$S_2^2 = 2,10 \text{ (Tabla 4)}$$

$$N_1 = 11 \text{ (Tabla 5)}$$

$$N_2 = 12 \text{ (Tabla 4)}$$

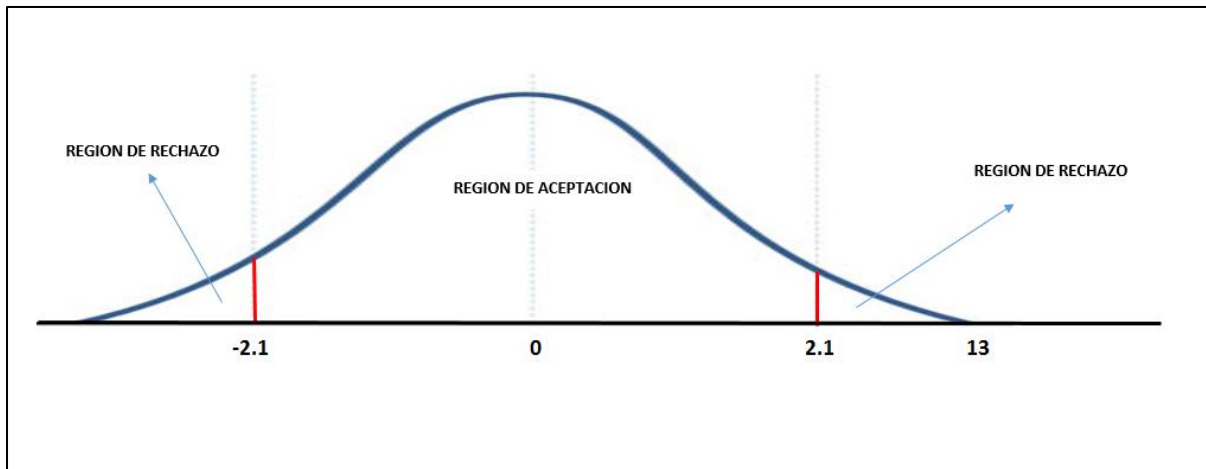
Sustituyendo los datos en la fórmula tenemos lo siguiente:

$$t_{\text{calculado}} = 13,71$$

La condición para aceptar la hipótesis nula es

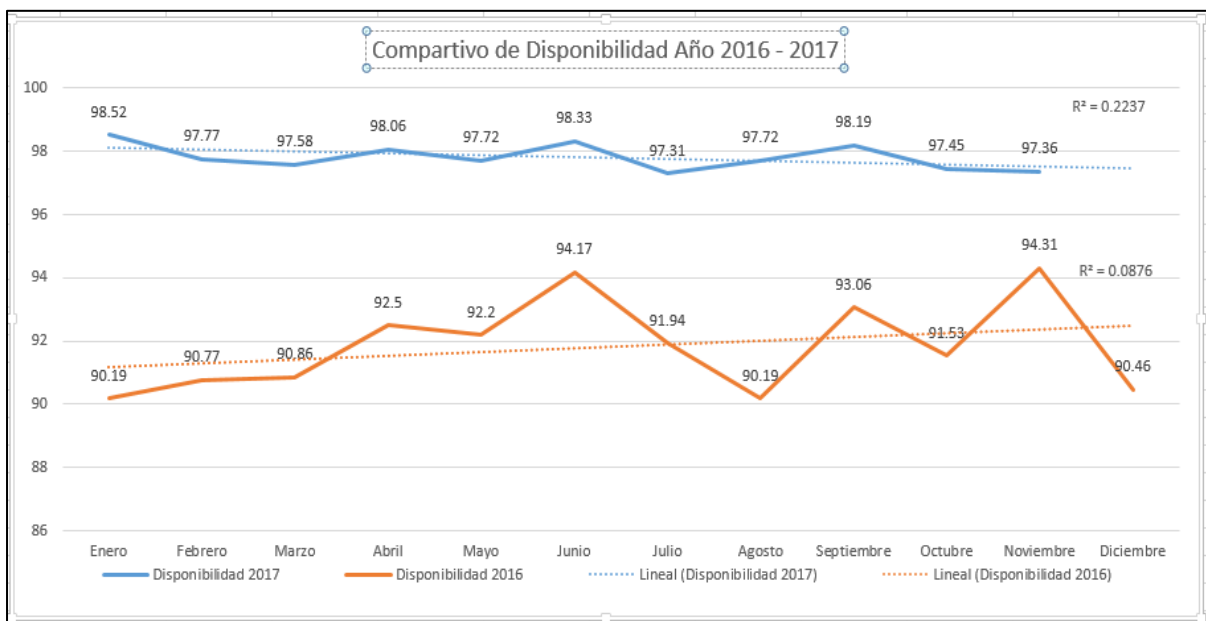
$$\text{Si } t_{\text{tabular}} > t_{\text{calculado}}$$

Figura 4. Campana de Gauss



Fuente: elaboración propia

Figura 5. Comparativo de disponibilidad de los años 2016 y 2017



Fuente: Elaboración propia

Toma de decisión

Observando en los resultados tenemos que $t_{calculado}$ es mayor que $t_{tabular}$ ($13,71 > 2.1001$), podemos aseverar que 13,71 cae en la región de rechazo, entonces rechazamos la hipótesis nula (H_0), aceptamos la hipótesis de la investigación la cual es conocida como hipótesis alterna (H_1).

Conclusión

Con un nivel de significancia de 5%, tenemos evidencia estadística para hacer la siguiente conclusión que el plan de mantenimiento preventivo influye en la disponibilidad de circuito de la chancadora secundaria de la planta minera de la Empresa Milpo Andina Perú S.A.C.

Hipótesis específica 1

Formulación de hipótesis específica

H₀: Sí se realiza las actividades del plan de mantenimiento preventivo entonces no se optimiza la disponibilidad del circuito de chancado secundario de la planta minera Milpo Andina Perú – S.A.C.

H₁: Sí se realiza las actividades del plan de mantenimiento preventivo entonces se optimiza la disponibilidad del circuito de chancado secundario de la planta minera Milpo Andina Perú – S.A.C.

Nivel de Significancia

$$\alpha = 0.05$$

Elección de la prueba estadística

Al igual que en la hipótesis general se aplica el mismo estadístico inferencial, t student, y el análisis se realiza con los mismos datos.

Toma de decisión

Observando en los resultados tenemos que $t_{calculado}$ es mayor que $t_{tabular}$ ($13,71 > 2.1001$), podemos aseverar que 13,71 cae en la región de rechazo, entonces rechazamos la hipótesis nula (H_0), aceptamos la hipótesis de la investigación la cual es conocida como hipótesis alterna (H_1).

Conclusión

Con un nivel de confianza 95%, tenemos evidencia estadística para hacer la siguiente conclusión que las actividades detalladas en el plan de mantenimiento preventivo, como las actividades para la faja transportadora, zarandas y chancadora cónica; nos ayudan a tener resultados adecuados en el circuito; por lo tanto esas actividades influye en la disponibilidad de circuito de la chancadora secundaria de la planta minera de la Empresa Milpo Andina Perú S.A.C.

Hipótesis específica 2

Formulación de hipótesis específica

H₀: Sí se logra implementar las horas programadas de mantenimiento preventivo entonces no se optimiza la disponibilidad del circuito de chancado secundario de la planta minera Milpo Andina Perú – S.A.C.

H₁: Sí se logra implementar las horas programadas de mantenimiento preventivo entonces se optimiza la disponibilidad del circuito de chancado secundario de la planta minera Milpo Andina Perú – S.A.C.

Nivel de Significancia

$$\alpha = 0.05$$

Elección de la prueba estadística

Al igual que en la hipótesis general se aplica el mismo estadístico inferencial, t student, y el análisis se realiza con los mismos datos.

Toma de decisión

Observando en los resultados tenemos que $t_{calculado}$ es mayor que $t_{tabular}$ ($13,71 > 2.1001$), podemos aseverar que 13,71 cae en la región de rechazo, entonces rechazamos la hipótesis nula (H_0), aceptamos la hipótesis de la investigación la cual es conocida como hipótesis alterna (H_1).

Conclusión

Con un nivel de confianza de 95%, tenemos evidencia estadística para hacer la siguiente conclusión que las horas programadas de mantenimiento preventivo las cuales son cada 24 horas, cada 700 horas, cada 4000 horas y cada 8000 horas, estas horas que se programaron en el plan de mantenimiento preventivo se ha demostrado que influye en la disponibilidad de circuito de la chancadora secundaria de la planta minera de la Empresa Milpo Andina Perú S.A.C.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 Discusión

El objetivo de la investigación tuvo la intención de determinar la influencia de implementar un plan de mantenimiento preventivo en la disponibilidad del circuito de chancado secundario de la planta minera Milpo Andina Perú S.A.C. para lograr este objetivo se desarrolló un programa de mantenimiento preventivo para el circuito mencionado donde se presenta los programas necesarios para todos los equipos y esto nos sirvió para optimizar la disponibilidad del circuito en estudio.

Adicionalmente se realizó las actividades de los programas de los equipos de cada uno de los equipos que conforma el circuito de chancado secundario, estas actividades se realizó por horas programadas. En investigaciones futuras profundicen en cuanto a sistemas de control electrónico para el buen funcionamiento del circuito.

El método empleado en la presente tesis es el método científico, lo cual es el apropiado para el análisis de las variables en estudio y la muestra es la adecuada para decir que la investigación es válida. Los resultados obtenidos en el estudio es únicamente para el circuito de la chancadora secundaria de la empresa Milpo Andina Perú S.A.C.

A partir de los resultados y el análisis estadístico la hipótesis general planteada se acepta, la cual es La implementación de un plan de mantenimiento preventivo, optimiza la disponibilidad del circuito de chancado secundario de la planta minera de Milpo Andina Perú S.A.C.

Los resultados obtenidos tienen relación con lo que sostiene Buelvas (2014), en su tesis “ n Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la empresa I&I”, quien en un período de prueba las actividades del plan propuesto obtuvo mejoras en la disponibilidad de un 9% esto logro solo se obtuvo en un lapso de tres meses lo que evidencia la efectividad de la propuesta, similar en nuestra investigación también mejoramos la disponibilidad del circuito estudiado. Al igual lo que sostiene Espinoza (2013), en su tesis de grado, elabora el plan de mantenimiento para la unidad de chancado de sociedad minera El Brocal S.A.A. y también analiza la disponibilidad de los equipos después de la aplicación del plan de mantenimiento preventivo.

Contrariamente Farfan (2014), el realiza en su estudio el Análisis de Modo de Falla, Efecto y Criticidad para determinar los modos de falla de los componentes de los sistemas en estudio y lo clasifica las fallas por orden de importancia la cual le permite establecer las estrategias de mantenimiento para las áreas que tengan un alto índice de criticidad con el fin de mitigarlas o eliminarlas por completo, en nuestro estudio no se utilizó el método Análisis de Modos de Falla, Efecto y Criticidad para realizar el plan de mantenimiento preventivo propuesto pero no analiza la disponibilidad de los equipos del chancador primario en Codelco Andina y sólo estima una acción considerable de las acciones correctivas en la planta. Lo mismo Pacheco (2005) en su tesis solo estructuró e implemento un sistema de información de mantenimiento a través de diseño de formatos

claros y fáciles de diligenciar, y no evalúa la disponibilidad de los equipos de la planta de beneficio María Dama Frontino Gold Mines.

Para optimizar la disponibilidad del circuito de la chancadora secundaria, se debe aplicar el plan de mantenimiento preventivo que se detalla en el cuadro 3, donde se tiene las actividades de cada uno de los componentes del circuito. Como se pudo demostrar en la investigación, la disponibilidad se incrementó en 5,97%, por lo tanto al llegar a un promedio de 97,82% después de aplicar la propuesta planteada en la presente tesis se logró optimizar la disponibilidad del circuito de la chancadora secundaria de la planta minera de la Empresa Milpo Andina Perú S.A.C.

CONCLUSIONES

1. Con el plan de mantenimiento preventivo que se implementó en el circuito de la chancadora secundaria de la planta minera de la Empresa Milpo Andina Perú S.A.C. se logró incrementar la disponibilidad en 5,97%, y por ende la reducción de costos por mantenimiento preventivo.
2. Las actividades del plan de mantenimiento preventivo para el circuito de la chancadora secundaria dieron los resultados necesarios para así optimizar la producción, gracias al aumento de la disponibilidad en 5,97%.
3. Con las horas programadas de mantenimiento se logró reducir las horas de mantenimiento correctivo en los equipos del circuito de la chancadora secundaria y por lo tanto se logró incrementar la disponibilidad mecánica de los equipos.
4. Las actividades del plan de mantenimiento para la optimización de la disponibilidad se dan en función a las inspecciones realizadas de acuerdo a la ruta de inspección y herramientas de gestión implementada.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que implementar programas de mantenimiento preventivo de los circuitos que no se investigaron en la presente tesis y así lograr mejorar la disponibilidad de sus equipos.
2. Se recomienda realizar las actividades adecuadas para el plan de mantenimiento preventivo de todos los circuitos de la planta concentradora para que se pueda incrementar la disponibilidad de los equipos de cada circuito.
3. Se recomienda organizar adecuadamente las horas programadas de mantenimiento, para todos los circuitos de la planta concentradora y lograr aumentar la disponibilidad de sus equipos; para la reducción de las fallas imprevistas de los mismos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, P. (2014). *Optimización de la sección de chancado para incrementar la producción diaria a 700 toneladas de mineral triturado en la empresa ICM PERU*. Huancayo: Facultad de Ingeniería Mecánica, Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Buelvas, C., & Martinez, K. (2014). *Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada de la empresa L&L*. Barranquilla: Programa de Ingeniería Mecánica, Universidad Autónoma del Caribe.
- Castañeda, J. (1996). *Métodos de investigación II*. México.: McGraw-Hill.
- Espinoza, D. (2013). *Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para optimizar a unidad de chancado de Sociedad Minera El Brocal S.A.A.* . Huancayo-Perú: Facultad de Ingeniería Mecánica, Universidad Nacional de Centro del Perú.
- Espinoza, C. (2014). *Metodología de la Investigación Tecnológica*. Huancayo: Soluciones Graficas SAC.
- Espinoza, E. (2014). *Diseño de un plan de gestión de mantenimiento preventivo para incrementar la vida nominal de los equipos: vehículos livianos y maquinas-herramientas. Empresa Coopsol Minería y Petróleo S.A.* Lima, Perú.: Universidad Nacional del Callao, Facultad de Ingeniería Mecánica.
- Farfan, F. (2014). *Realizar un plan de mantención preventiva del chancador primario Fuller en División Codelco Andina*. Valdivia-Chile: Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Universidad Austral de Chile.
- Hernandez, R. Fernandez, C. & Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. México: INTERAMERICANA EDITORES, S.A.
- Hernández, R. (2014). *Metodología de la investigación*. México.: (6a. ed.): McGraw-Hill.

- Mora, A. (2009). *Mantenimiento, Planeación, ejecución y control*. México: Alfaomega Grupo Editor, S.A.
- Mora, A. (1999). *Selección y jerarquización de las variables importantes para la gestión de mantenimiento en empresas usuarias o generadoras de tecnologías avanzadas*. España.: Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia.
- Pacheco, M. (2005). *Plan de mantenimiento preventivo para los procesos de trituración y molienda de la planta de beneficio Maria Dama Frontino Gold Mines*. Bucaramanga: Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Universidad Industrial de Santander.
- Villegas, J. (2016). *Propuesta de mejora en la gestión de área de mantenimiento, para la optimización del desempeño de la empresa Manfer S.R.L. contratistas generales Arequipa 2016*. Arequipa-Perú: Programa Profesional de Ingeniería Industrial, Universidad Católica de San Pablo.

ANEXOS

Anexo A: Matriz de consistencia

Título: “IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA OPTIMIZAR LA DISPONIBILIDAD DEL CIRCUITO DE CHANCADO SECUNDARIO DE LA PLANTA MINERA MAPERU S.A.C. - 2017”

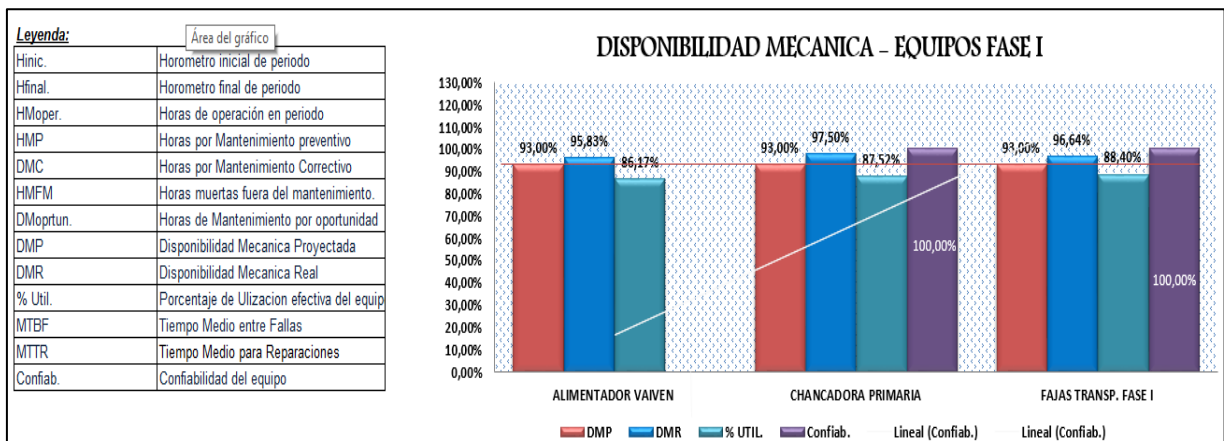
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE	METODOLOGÍA
<p>PROBLEMA GENERAL:</p> <p>¿De qué manera influye la implementación de un plan de mantenimiento preventivo, en la disponibilidad del circuito de la chancadora secundaria de la planta minera Milpo Andina Perú S.A.C. - 2017?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <p>¿Qué actividades se debe considerar en un plan de mantenimiento preventivo para optimizar la disponibilidad del circuito de chancado secundario de la planta minera MAPERU S.A.C.?</p> <p>¿Cuáles son las horas programadas de mantenimiento preventivo para optimizar la disponibilidad del circuito de chancado secundario de la planta minera MAPERU S.A.C.?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL:</p> <p>Determinar la influencia de implementar un plan de mantenimiento preventivo en la disponibilidad del circuito de chancado secundario de la planta minera MAPERU S.A.C. - 2017?</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>Establecer las actividades del plan de mantenimiento preventivo para optimizar la disponibilidad del circuito de chancado secundario de la planta minera MAPERU – S.A.C.</p> <p>Implementar las horas programadas de mantenimiento preventivo para optimizar la disponibilidad del circuito de chancado secundario de la planta minera MAPERU – S.A.C.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL:</p> <p>La implementación de un plan de mantenimiento preventivo, optimiza la disponibilidad del circuito de chancado secundario de la planta minera MAPERU – S.A.C</p> <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</p> <p>Sí se realiza las actividades del plan de mantenimiento preventivo entonces se optimiza la disponibilidad del circuito de chancado secundario de la planta minera MAPERU S.A.C.</p> <p>Sí se logra implementar las horas programadas de mantenimiento preventivo entonces se optimiza la disponibilidad del circuito de chancado secundario de la planta minera MAPERU S.A.C.</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE:</p> <p>VI = plan de mantenimiento preventivo.</p> <p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Actividades programadas - Horas programadas de mantenimiento <p>VARIABLE DEPENDIENTE:</p> <p>V.D. = Optimización de la disponibilidad del circuito de chancado secundario</p> <p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Horas operativas - Horas programadas de mantenimiento 	<p>TIPO DE INVESTIGACIÓN: Tecnológica.</p> <p>NIVEL DE INVESTIGACIÓN: Aplicado.</p> <p>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN:</p> <p>Diseño solución pre y post facto GE : O1 → X → O2 Donde: GE: Grupo experimental X: Implementación de un plan de mantenimiento preventivo O1: Disponibilidad mecánica antes del tratamiento. O2: Disponibilidad mecánica después del tratamiento</p> <p>POBLACIÓN Y MUESTRA:</p> <p>La población y muestra es el conjunto de equipos de la unidad de chancado, como la Chancadora Cónica Sandvik CH-660, equipo que llega a ser crítico en toda la línea de producción y más aun de Milpo Andina Perú S.A.C.</p>

Anexo B: Indicadores de gestión.

INDICADORES TECNICOS DE MANTENIMIENTO GESTION NOVIEMBRE 2017 - AREA CHANCADO - FASE I-II														
									INDICADORES					
CHANCADO PRIMARIO - FASE I									DMP	DMR	% UTIL.	MTBF	MTTR	Confiab.
ALIMENTADOR VAIVEN	59576,06	60190,45	614,39	0,00	0,00	7,00	98,61	0,00	93,00%	95,83%	86,17%	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
CHANCADORA PRIMARIA	59576,06	60190,45	614,39	0,00	0,00	18,00	87,61	0,00	93,00%	97,50%	87,52%	#DIV/0!	#DIV/0!	100,00%
FAJAS TRANSP. FASE I	59576,06	60190,45	614,39	0,00	0,00	25,00	80,61	0,00	93,00%	96,64%	88,40%	#DIV/0!	#DIV/0!	100,00%
PROMEDIOS MES:									93,00%	96,66%	87,36%			#DIV/0!
CHANCADO SECUNDARIO - FASE II									DMP	DMR	% UTIL.	MTBF	MTTR	Confiab.
ALIMENTADOR VAIVEN N° 1 y N° 2	36689	37295	606	0,00	0,00	3,00	111,00	0,00	93,00%	96,37%	84,52%	#DIV/0!	#DIV/0!	100,00%
FAJAS TRANSPORTADORAS (2 - 3)	36689	37295	606	0,00	8,00	0,00	106,00	1,00	93,00%	98,89%	85,11%	606,00	8,00	98,70%
CEDAZO PRIMARIO (METSU)	36689	37295	606	0,00	0,00	0,00	114,00	0,00	93,00%	100,00%	84,17%	#DIV/0!	#DIV/0!	100,00%
CHANCADORA SECUNDARIA SANDVIK CH-660 (X)	36689	37295	606	0,00	0,00	0,00	114,00	0,00	93,00%	100,00%	84,17%	#DIV/0!	#DIV/0!	100,00%
ZARANDA SECUNDARIA N° 1 (Vibratorio n° 1)	9775	10386	611	0,00	0,00	2,00	107,00	0,00	93,00%	99,72%	85,10%	#DIV/0!	#DIV/0!	100,00%
CHANCADORA TERCARIA SANDVIK CH-440	9775	10386	611	0,00	0,00	0,00	109,00	0,00	93,00%	100,00%	84,86%	#DIV/0!	#DIV/0!	100,00%
ZARANDA SECUNDARIA N° 2 (Vibratorio n° 2)	10886	11488	602	0,00	0,00	9,00	109,00	0,00	93,00%	98,75%	84,67%	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
ZARANDA SECUNDARIA METSU (vibratorio n° 3)	10886	11488	602	0,00	0,00	5,00	113,00	0,00	93,00%	99,31%	84,20%	#DIV/0!	#DIV/0!	100,00%
FAJAS TRANSPORTADORAS (4 - 9)	10886	11488	602	0,00	1,00	47,50	69,50	1,00	93,00%	93,26%	89,65%	602,00	1,00	99,83%
CHANCADORA TERCARIA SANDVIK CH-660 (CX)	10886	11488	602	0,00	0,00	0,00	118,00	0,00	93,00%	96,77%	83,61%	#DIV/0!	#DIV/0!	100,00%
PROMEDIOS MES:									93,00%	98,31%	85,00%			#DIV/0!

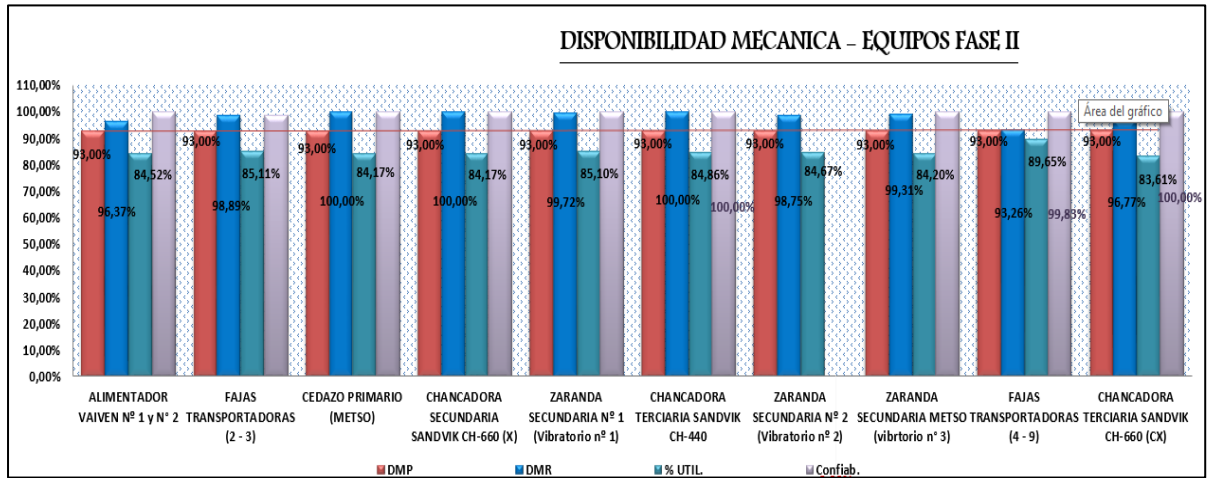
Fuente: Oficina de mantenimiento Fase I-II

Anexo C: Disponibilidad Mecánica – Equipos Fase I



Fuente: Oficina de mantenimiento Fase I-II

Anexo D: Disponibilidad mecánica-Equipos Fase II



Fuente: Oficina de mantenimiento Fase I-II

Anexo E: Fallos y medidas correctivas propuestas

La siguiente tabla muestra algunas causas posibles y las reparaciones propuestas para una serie de estados de avería distin

N.º	Fallo	Control	Acción correctiva
1	La trituradora de cono no arranca	No hay señal de "listo para arrancar" y la bomba de aceite no funciona	Compruebe los circuitos eléctricos y el arrancador del motor de la bomba. Arranque la bomba.
		No hay señal de "listo para arrancar" y el caudal de aceite lubricante es bajo	Si el caudal de aceite de retorno es bajo, espere unos minutos para ver si se estabiliza.
			Compruebe que el aceite no rebosa sobre el cilindro de deslizamiento. Compruebe los conductos de aceite y elimine obstáculos si se bloquea el conducto de retorno.
			Limpie el colector de impurezas, vea 8.3.3. Si es necesario, cambie los elementos de filtro, vea 8.3.4.
			Compruebe la capacidad de la bomba. Vea el n.º 13. Capacidad de aceite baja o sin capacidad de aceite.
		Caudal de aceite lubricante normal pero no hay señal de "listo para arrancar".	Compruebe el funcionamiento del interruptor de caudal de aceite de retorno, vea 8.2.8.
			Si el termostato de protección TG 1 apaga la trituradora, compruebe el funcionamiento del termostato, vea 8.2.10.
	Si la bomba de lubricación del eje motriz no está en marcha, compruebe los circuitos eléctricos y el arrancador del motor de la bomba. Arranque la bomba de lubricación del eje motriz.		
La bomba de aceite está en marcha y se obtiene la señal "listo para arrancar"	Compruebe el arrancador del motor de accionamiento de la bomba y otros circuitos eléctricos. Vea el manual de instalación.		
El aceite no vuelve al depósito (con temperatura baja)	Arranque la bomba de aceite. Déjela aproximadamente 30 s en marcha. Conecte en puente el interruptor de caudal de aceite de retorno de forma que se obtenga la señal de "listo para arrancar". Arranque la trituradora. Déjela en marcha unos 20 s. Quite la conexión en puente del interruptor de caudal de aceite de retorno al cabo de unos 40 s. Si la trituradora sigue sin arrancar, repita el procedimiento de nuevo al cabo de unos minutos. Vea también el manual de instalación.		
2	La trituradora se detiene cuando está en ralentí o con material en la cámara	La bomba de aceite no funciona	Compruebe los circuitos eléctricos y el arrancador del motor de la bomba. Arranque la bomba.
		Caudal de aceite lubricante bajo	Compruebe que el aceite no rebosa sobre el cilindro de deslizamiento. Compruebe los conductos de aceite y elimine obstáculos si se bloquea el conducto de retorno.
			Limpie el colector de impurezas, vea 8.3.3. Si es necesario, cambie el elemento de filtro, vea 8.3.4.
			Compruebe la capacidad de la bomba. Vea el n.º 13. Capacidad de aceite baja o sin capacidad de aceite.
Caudal de aceite lubricante normal	Compruebe el funcionamiento del interruptor de caudal de aceite de retorno, vea 8.2.8.		

N.º	Fallo	Control	Acción correctiva
2	La trituradora se retiene al ralenti o con material en la cámara de trituración	Aceite demasiado caliente	Vea el n.º 3. Temperatura de aceite lubricante demasiado alta.
		La bomba de lubricación del eje motriz no funciona	Compruebe los circuitos eléctricos y el arrancador del motor de la bomba. Arranque la bomba de lubricación del eje motriz.
		Las correas trapezoidales patinan	Ajuste la tensión de la correa trapezoidal. Cambie las correas trapezoidales si es necesario.
			Reduzca la carga de la trituradora. Vea, a continuación, "Motor de accionamiento de la trituradora sobrecargado"
		Motor de accionamiento de la trituradora sobrecargado	Compruebe que la excentricidad y la cámara de trituración son correctas para el CSS elegido y el material que se tritura. Aumente el ajuste si es demasiado bajo.
			Compruebe si fallan los cojinetes o si la trituradora está agarrotada. Vea el error n.º 9, Fallo del cojinete dentro de la trituradora.
		Aglomeración en la cámara de trituración	¿El material está húmedo? El contenido en finos es elevado. Aumente la CSS. Vea 5.6.
Fragmentos de hierro o atasco en la cámara de trituración.	Baje el eje principal para eliminar la obstrucción. Compruebe si las camisas están dañadas o flojas. Vuelva a colocar el motor de accionamiento y la protección de sobrecarga. Compruebe la tensión de la correa trapezoidal y ajústela si es necesario.		
	Si no basta con bajar el eje principal, es posible que tenga que aflojar los pernos de la sección superior del bastidor. Vea el manual de mantenimiento.		
3	Temperatura del aceite lubricante demasiado elevada	El termostato de protección TG 1 apaga la trituradora	Compruebe el funcionamiento del sistema de refrigeración de aceite y del termostato del intercambiador térmico TG 2; vea 8.2.10.
			En el intercambiador térmico de agua/aceite, compruebe que los canales de agua no están bloqueados; vea 8.5.
			En el intercambiador térmico de aire/aceite, compruebe el motor del ventilador y el arrancador. Limpie el núcleo del radiador. Compruebe si hay suficiente aire de refrigeración. Vea 8.6.
			Proteja el intercambiador térmico y el depósito de la acción directa de la luz del sol.
			Compruebe que la válvula reductora de presión no presenta fugas de modo que se usa la derivación del intercambiador térmico; vea 8.2.7.
			Si hay un aumento de la contaminación en el colador de aceite de retorno, investigue si hay una avería incipiente en el cojinete. Vea 8.2.9 y el error n.º 8. Aumento del desgaste de componentes del cojinete.
			El intercambiador térmico refrigera de forma continua.
		Si la viscosidad del aceite lubricante es incorrecta, cambie el aceite. Vea 7.2 y 8.3.	
		Caudal de aceite lubricante bajo	Compruebe los conductos de aceite y extraiga los obstáculos.
			Limpie el colector de impurezas, vea 8.3.3. Si es necesario, cambie los elementos de filtro, vea 8.3.4.
Compruebe la capacidad de la bomba. Vea el n.º 13. Capacidad de aceite baja o sin capacidad de aceite.			

N.º	Fallo	Control	Acción correctiva
4	La trituradora no mantiene un CSS constante o el producto es demasiado grande.	Presión baja en el Hydroset	Compruebe la capacidad de la bomba del Hydroset. Si es necesario, cambie la bomba.
		Fuga en el sistema Hydroset	Compruebe los conductos de aceite del Hydroset. Si es posible –sin bajar de la cota A más reducida (vea 10.2)– levante el eje principal hasta que las camisas estén en contacto metal contra metal. No supere la presión máxima del Hydroset (vea 4.2.4). Compruebe el manómetro del Hydroset para ver si falla la presión. Selle o sustituya los componentes que correspondan.
		Fugas en la válvula reductora de presión. El aumento de presión ha hecho que suba el nivel de aceite en el depósito del Hydroset.	Si hay picos de presión de sobrecarga, cambie el mecanismo de alimentación. La trituradora debe alimentarse por obstrucción sin segregación. Vea el manual de instalación.
			Si no hay picos de presión de sobrecarga, cambie la válvula reductora de presión.
		Fugas en la válvula de control del Hydroset, vea 8.7.4. El aumento de presión ha hecho que suba el nivel de aceite en el depósito del Hydroset.	Limpie o sustituya la válvula de control del Hydroset.
		Fuga en la empaquetadura del Hydroset	Compruebe si ha aumentado el nivel de aceite en el depósito de aceite lubricante. Sustituya la junta del Hydroset. Compruebe el casquillo del cilindro del Hydroset y sustitúyalo si es necesario.
		Aire en el sistema Hydroset o acumulador de presión de gas demasiado bajo. El CSS aumenta durante la trituración pero vuelve al valor predeterminado durante el ralenti.	Purgue el aire del sistema Hydroset. Vea 4.2.3.
			Cargue el acumulador a la presión correcta; vea 9.3. Sustituya la vejiga del acumulador o todo el acumulador si es necesario.
		Depósito del acumulador dañado. El eje principal se "monta" en la posición metal contra metal con la trituradora en ralenti o las fugas de nitrógeno del depósito flexible del acumulador dan un color lechoso al aceite del Hydroset.	Sustituya la vejiga del acumulador o todo el acumulador. Purgue el aire del sistema Hydroset; vea 4.2.3.
		La alimentación de la trituradora no se distribuye de forma irregular. La bomba del Hydroset no puede reducir el CSS a causa de los picos de presión.	Cambie el ajuste de alimentación. La trituradora debería alimentarse por obstrucción sin segregación. Vea el manual de instalación.
		Camisas desgastadas	Compruebe si las camisas están desgastadas o sueltas.
Ovalamiento de las camisas	Compruebe el ajuste por 4 puntos separados por el mismo espacio alrededor de la cámara de trituración, como se describe en 4.2.1. La diferencia entre el valor superior y el inferior indica el ovalamiento.		
Cono flojo	Compruebe si hay juego entre el cono y el eje principal. Vea el manual de mantenimiento.		

N.º	Fallo	Control	Acción correctiva
5	Puntos que supervisar en relación con el conjunto del eje motriz	Alta temperatura dentro y fuera de la carcasa del eje motriz. Fuga de aceite a través de la cubierta del cojinete exterior.	<p>Compruebe que el tubo de nivel y el tapón de drenaje no tengan fugas; vea 7.4. Compruebe que no hay otras fugas.</p> <p>Compruebe que la bomba de lubricación del eje motriz funciona y que el aceite llega a la carcasa del eje motriz.</p> <p>Desmonte el conjunto del eje motriz para revisarlo. Si es necesario, sustituya los cojinetes y juntas que estén desgastados. Vea el manual de mantenimiento.</p> <p>Compruebe si la junta exterior, el aro espaciador o la junta tórica están desgastados o dañados. Desmonte el conjunto del eje motriz para inspeccionarlo. Si es necesario, sustituya los componentes desgastados. Vea el manual de mantenimiento.</p>
		Ruido anómalo en el conjunto del eje motriz. Avería incipiente en el cojinete.	Desmonte el conjunto del eje motriz para revisarlo. Si es necesario, sustituya los componentes desgastados. Vea el manual de mantenimiento.
		Vibración en la trituradora o en la carcasa del eje motriz.	Compruebe las poleas trapezoidales. Limpie el polvo que haya recogido. Compruebe la tensión de la correa trapezoidal. Compruebe si hay aleteo. Desmonte el conjunto del eje motriz para inspeccionarlo. Si es necesario, sustituya los componentes desgastados. Vea el manual de mantenimiento.
		Juego axial excesivo en los cojinetes a causa del desgaste de los rodillos y aros de rodadura	Compruebe con frecuencia si aumenta el ruido o la temperatura en el conjunto del eje motriz. Programe la extracción y sustitución de los cojinetes para el momento adecuado.
6	Ruido anómalo en la trituradora	Ruido en los engranajes a causa de unos engranajes cónicos mal montados o un encaje incorrecto de los dientes. Holgura insuficiente que genera una vibración de alta frecuencia.	Desmonte el conjunto del eje motriz. Mida el grosor correcto de la junta. Ajuste la holgura. Vea el manual de mantenimiento.
		Gran desgaste en el cojinete axial de la excéntrica que provoca una reducción de la holgura. Holgura insuficiente que genera una vibración de alta frecuencia.	Desmonte la trituradora y sustituya el cojinete axial de la excéntrica. Vuelva a ajustar la holgura. Vea el manual de mantenimiento. Si se acelera el desgaste de la placa de desgaste de la excéntrica, vea el error n.º 8. Aumento del desgaste de componentes del cojinete.
		Camisa de la trituradora floja	Compruebe y apriete los pernos del anillo cóncavo. Compruebe si hay juego entre el cono y el manto. Vea el manual de instalación.

N.º	Fallo	Control	Acción correctiva
6	Ruido anómalo en la trituradora	Ruido anómalo del cojinete superior cuando se alimenta el material	<p>Compruebe el nivel de grasa y agregue con más frecuencia si es necesario; vea 7.5 y 10.3.</p> <p>Mida el juego en el punto de pivote. Si es superior al permitido, sustituya el buje del cojinete superior y el casquillo superior del eje principal. Si se supera de forma considerable el juego permitido, también podría ser necesario sustituir el buje excéntrico. Vea 10.1, 10.3 y el manual de mantenimiento.</p>
		Componentes de la rangua de "rejilla"	<p>Reduzca la carga de trabajo de la trituradora. Amplíe el periodo de rodaje. Vea 4.2.</p> <p>Si hay un aumento de la contaminación en el colador de aceite de retorno, investigue si hay una avería incipiente en el cojinete. Vea 8.2.9 y el error n.º 8. Aumento del desgaste de componentes del cojinete.</p> <p>Compruebe el ovalamiento de las camisas.</p>
		Empaquetadura en la cámara de trituración o las camisas de "metal contra metal"	<p>Compruebe las condiciones de funcionamiento y el CSS. Aumente el ajuste.</p> <p>Compruebe el ovalamiento de las camisas.</p>
		Movimiento entre las bridas de la secciones superior e inferior del bastidor	Compruebe con una galga de espesores si hay juego entre las bridas. Apriete los pernos. Si aún hay movimiento entre la sección superior y la sección inferior del bastidor, la junta cónica debe rectificarse. Póngase en contacto con Sandvik SRP AB. Vea el manual de mantenimiento.
		Acción excesiva del Hydrosset	Compruebe si hay "pistas de esquí" en el manto y el anillo cóncavo por la parte inferior de la cámara de trituración. Cambie las camisas.
7	Disminuye la capacidad de la trituradora	Se ha formado una "falda" en las camisas.	Compruebe el mecanismo de alimentación. Asegúrese de que la trituradora se alimenta por obstrucción. Compruebe el tamaño superior e inferior de la alimentación de la trituradora. No debe haber una gran proporción de material inferior al CSS. Vea 10.2 y el manual de instalación.
		Juego excesivo en el cojinete de cruceta.	Compruebe el juego del cojinete superior; vea 10.1 y 10.3. Si el juego es excepcionalmente grande, compruebe la condición del buje excéntrico.
		Las correas trapezoidales patinan	Ajuste la tensión de la correa trapezoidal. Cambie las correas trapezoidales si es necesario. Compruebe las ranuras de las poleas de las correas trapezoidales. Vea el manual de mantenimiento.
		Ha cambiado el material de alimentación o la composición.	Si se modifica la longitud del fragmento y el material puede modificarse la capacidad. Vea el manual de instalación.
		Puente o bloqueo en la cámara de trituración.	Compruebe el nivel de material en la tolva de alimentación. Si es posible, limite el tamaño máximo de alimentación. Vea el manual de instalación.

N.º	Fallo	Control	Acción correctiva
8	Aumento del desgaste de componentes del cojinete	El aceite contaminado hace que aumente el deterioro del cojinete axial de la excéntrica.	Compruebe el estado del aceite de forma regular. Limpie el depósito. Cambie el aceite con regularidad. Vea 8.3.
		Filtro de aceite bloqueado	Cambie los elementos de filtro; vea 8.3.4.
		Anillo guardapolvo desgastado o dañado	Si el juego entre el cilindro de deslizamiento y el anillo guardapolvo supera el valor que aparece en 6.2.1, sustituya el anillo guardapolvo.
		El sistema de sellado guardapolvo de sobrepresión no funciona	Inspeccione todo el sistema de sobrepresión y compruebe el funcionamiento. Vea el manual de mantenimiento.
9	Fallo del cojinete dentro de la trituradora	El eje principal del conjunto gira muy rápido o a la misma velocidad que la excéntrica. Agarrotamiento o avería incipiente entre el eje principal y el buje excéntrico.	Desmonte la trituradora para inspeccionar los componentes del cojinete. Vea el manual de mantenimiento.
		El eje motriz no gira. Agarrotamiento entre la excéntrica y el buje de la sección inferior del bastidor.	Si es posible, extraiga los pernos que sujetan el cilindro de deslizamiento. Desmonte el conjunto del eje principal y todo el conjunto de la excéntrica. Vea el manual de mantenimiento.
		El eje motriz no gira. Avería del cojinete en el conjunto del eje motriz.	Vea el manual de mantenimiento.
		Aumento de la cantidad de virutas en el colador de aceite de retorno. Agarrotamiento de la rangua o de los casquillos de bronce.	Desmonte los componentes del cojinete. Desbarbe los filos de las ranuras de lubricación. Pula las superficies de los cojinetes y los componentes de la rangua. Si es necesario sustituya los componentes de la rangua. Compruebe las superficies de los cojinetes de los casquillos. Vea el manual de mantenimiento.
		Partículas con forma de aguja en el colador de aceite de retorno. Agarrotamiento o desgaste de los cojinetes cónicos.	Vea el manual de mantenimiento.
		Escamas de latón o plomo en el colador de aceite de retorno. Temperatura alta o sobrecalentamiento localizado y agarrotamiento parcial en los cojinetes o los componentes de la rangua.	Vea el n.º 3. Temperatura de aceite lubricante demasiado alta.
10	Aceite contaminado	Partículas de bronce en el colador de aceite de retorno	Investigue una posible avería incipiente en el cojinete. Vea 8.2.9 y el error n.º 8. Aumento del desgaste de componentes del cojinete.
		Temperatura de aceite de retorno alta	Vea el n.º 3. Temperatura de aceite lubricante demasiado alta.
		Presiones del Hydroset excesivas	Vea el n.º 4. La trituradora no mantiene un CSS constante o el producto es demasiado grande.
		Suciedad	Compruebe el guardapolvos. Si está desgastado entrará polvo en el sistema.

N.º	Fallo	Control	Acción correctiva
11	Pernos del Hydroset rotos	Par incorrecto	Sustituya todos los pernos si alguno está mal. Utilice sólo los pernos diseñados para el Hydroset. Apriete al par recomendado.
		Presión del Hydroset alta	Si se acciona el Hydroset con demasiados fragmentos de metal en el circuito puede hacer que fallen los pernos del Hydroset. Quite los fragmentos de metal de delante de la trituradora.
12	Pernos del revestimiento externo rotos	Sección superior del bastidor desgastada	Compruebe la zona de asiento del anillo cóncavo cuando cambie la camisa. Quite cualquier fragmento de metal que pueda impedir que el anillo cóncavo se asiente correctamente en la sección superior del bastidor.
		Pernos mal apretados	Apriete bien los pernos. Vea el manual de mantenimiento.
13	Capacidad de aceite baja o sin capacidad de aceite	La bomba absorbe aire por una fuga	Sustituya los conductos de succión, si hay fugas. Sustituya la junta del eje, si hay fugas.
		La bomba gira en el sentido incorrecto	Cambie el sentido de rotación. Vea el manual de mantenimiento.
		La presión es alta pero la capacidad sigue siendo baja a causa del uso de un tipo de aceite incorrecto	Cambio de aceite, vea 8.3.
		La bomba está seca	Rellene con aceite.
		Conducto de succión bloqueado	Elimine la obstrucción.
		Bomba rota, por ejemplo, cavitación en la bomba o dientes del engranaje rotos.	Sustituya la bomba.



Fuente: Manual de mantenimiento Chancadora Sandvik

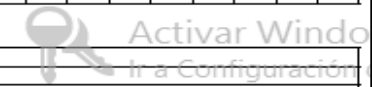
Anexo F: Repuestos críticos chancadora Sandvik CH-660

SANDVIK		HYDROCONE		
LISTA DE REPUESTOS RECOMENDADOS				
TIPO DE MAQUINA :	CH-660	FECHA:	08-06-12	
NUMERO DE SERIE :	770558	UNIDAD DE PRODUCCION	MLPO - EL PORVENIR	
EXCENTRICIDAD :	48	RESPONSABLE DEL CLIENTE	ING. MAX GARCIA	
REPUESTOS DE ALTA ROTACION				
MANTENIMIENTO				
Nº DE PIEZA	Nº DE PARTE	CANT.	DENOMINACION	OBSERVACION
5705-0	900.0981-00	1	ANILLO DE JUNTA	RETEN BUJE DE ARAÑA
5651-0	873.1160-00	1	ANILLO TORICO	TAPA DEL BUJE
5650-1	912.0155-00	1	FILTRO P 10102	FILTRO RESPIRADOR BUJE
4305-0	442.8802-01	1	ANILLO GUARDAPOLVO	
1450-0	442.8747-01	1	ANILLO OBTURADOR	
REPUESTOS DE BAJA ROTACION				
Nº DE PIEZA	Nº DE PARTE	CANT.	DENOMINACION	OBSERVACION
5675-0	442.8754-01	1	CASQUILLO DE PUNTA	BUJE DE ARAÑA
5685-0	840.0652-00	6	TORNILLO	SUJECION BUJE
5685-2	847.0132-00	6	ARANDELA	SUJECION BUJE
1810-0	442.8826-01	1	CASQUILLO DE EXCENTRICA	EXCENTRICIDAD (40/44/48/50)
1200-0	442.8742-01	1	CASQUILLO DE CARCASA	
1880-0	442.8761-02	1	ARANDELA DE COJINETE	
1410-0	442.8762-01	1	TACO DE APOYO	
1411-0	442.8809-01	1	SHIM 0.1	LAINA TACO DE APOYO
1411-0	442.8809-02	1	SHIM 0.5	LAINA TACO DE APOYO
1411-0	442.8809-03	1	SHIM 0.7	LAINA TACO DE APOYO
1411-0	442.8809-04	1	SHIM 0.3	LAINA TACO DE APOYO
4075-0	442.8732-01	1	PLACA DE PRESIÓN	LADO EJE
2260-0	442.8730-01	1	PLACA DE PRESIÓN	LADO PISTON
2305-0	442.8739-00	1	JUNTA DE EMBOLO	
5655-0	840.0650-00	4	TORNILLO	TAPA DE BUJE
5655-2	847.0165-00	4	ARANDELA	TAPA DE BUJE
6020-8	863.0058-00	54	MUELLES DE PLATO	
6020-2	442.7253-01	6	MANGUITOS	MUELLES DE PLATO
6020-4	442.7271-01	6	ARANDELA	MUELLES DE PLATO
6020-0	840.1075-00	6	TORNILLO	SUJECION CONCAVO
6020-1	845.0284-00	6	CONTRATUERCA	SUJECION CONCAVO
2305-0	442.8739-00	1	CHEVRON PACKING	PISTON HIDROSET
1430-0	442.8808-01	1	GASKET	EMPAQUETADURA
		1	CILINDRO HIDROSET	COMPLETO ASSY

Fuente: Manual de repuestos chancadora Sandvik



Anexo G: Formato de inspección diaria de chancadoras



		TABLA DE CONTROL E INSPECCION DIARIA					
SUPERVISOR ENCARGADO				FECHA			
MODELO DE CHANCADORA				HOROMETRO INICIAL			
SERIE DE CHANCADORA				HOROMETRO FINAL			
		Marcar : / (Realizado) y X (No Realizado)					
ITEM	ANTES DEL ARRANQUE DE LA TRITURADORA	Semana:		Semana:		Semana:	
	CONTROLAR	L	M	M	J	V	S
1	Nivel de aceite del deposito de aceite Lubricante.						
2	Nivel de aceite del deposito de Hidroset.						
3	Inspeccion de malla del Tanque de Lubricacion.						
4	Que la temperatura de aceite Lubricante sea la adecuada (25 °C).						
5	Revisión de Tolva de Alimentación y Cámara de Chancado.						
6	Controlar la Abertura de Trabajo CSS.						
ITEM	DURANTE EL CHANCADO						
7	Que no exista ruidos anormales en la chancadora.						
8	Que no exista ruidos anormales en la cámara de bombas.						
9	Que no haya pernos desajustados.						
10	Que no exista fugas en el sistema.						
11	Controlar la temperatura del aceite de retorno (Indicador).						
12	Control Presión del sistema de lubricacion (Manometro).						
13	Controlar la Presión del sistema Hidroset (Manometro)						
14	Controlar el funcionamiento del motor de sobrepresion de aire.						
ITEM	DESPUES DEL CHANCADO						
15	Que los elementos calefactores esten en funcionamiento.						
16	Control de la Altura "A", mínima 15mm.						
17	Que el sistema de lubricacion quede encendido 5 minutos despues de parado el equipo.						
OBSERVACIONES							
_____ _____ _____							



Fuente: Manual de mantenimiento Chancadora Sandvik

Anexo H: Tabla de mantenimiento para chancadoras.

		TABLA DE MANTENIMIENTO CHANCADORAS HIDROCONE SERIES H/S 1800			
SUPERVISOR ENCARGADO				FECHA	
MODELO DE CHANCADORA				HOROMETRO INICIAL	
SERIE DE CHANCADORA				HOROMETRO FINAL	
ITEM	CADA 50 HORAS DE OPERACIÓN	MARCAR		OBSERVACIONES	
		"/" (Realizado)	"X" (No Realizado)		
	CONTROLAR				
1	Nivel de aceite del deposito de aceite Lubricante.				
2	Nivel de aceite del deposito de Hidroset.				
3	Inspeccion de malla del Tanque de Lubricacion.				
4	Revison del desgaste de los Revestimientos (4 puntos).				
5	Control del desgaste y tenston de las Correas de Transmtston.				
ITEM	CADA 100 HORAS DE OPERACIÓN				
7	Todos los puntos del control de las 50 horas.				
8	Verificacion del estado del filtro de sobrepreston de aire (limpieza).				
9	Limpeza de la trampa de suctedad de la succon de la bomba.				
10	Inspeccion del nivel de grasa del cojinete superior.				
11	Limpeza del panel del enftador de aceite (refrigerado por aire).				
12	Reajuste general de pernos.				
ITEM	CADA 250 HORAS DE OPERACIÓN				
13	Todos los puntos de control anterior.				
14	Que Los sistemas de control OG1, TG1,TG2,TG3, esten operatvros.				
15	Cambio de filtro del sistema de Sobrepreston.				
16	Inspeccionar el estado del rascador de goma del Eje principal.				
17	Inspeccion el nivel de aceite del Contraeje (2800/3800).				
ITEM	CADA 500 HORAS DE OPERACIÓN				
18	Todos los puntos de control de las 250 hrs.				
19	Cambtar filtros del Contraeje (4800-8800)				
20	Cambtar filtros del Sistema de Lubricacion Principal.				
21	Cambtar filtro del respirador del Buje de Araña.				

				
ITEM	CADA 1000 HORAS DE OPERACIÓN	"/" (Realizado)	"X" (No Realizado)	OBSERVACIONES
22	Todos los puntos de control de 250 y 500 hrs.			
23	Cambio de Reten de Buje de Araña y Oring de Tapa de Buje.			
24	Cambiar filtros del sistema de Hidroset.			
25	Controlar el juego del piñon			
ITEM	CADA 2000 HORAS DE OPERACIÓN			
26	Todos los puntos de control anterior.			
27	Cambiar aceite del sistema hidroset			
28	Cambiar aceite del sistema de lubricacion principal			
29	Cambiar aceite del contraeje (2800 - 3800)			
30	Verificacion el caudal de la Bomba de Lubricacion Principal			
31	Verificacion y ajustes del sistema electrico (limpieza de taberos).			
32	Megado y evaluacion de motores electricos			
33	Cambiar aceite del contraeje (2800 - 3800)			
ITEM	CADA 10000 HORAS DE OPERACIÓN			
34	Todos los puntos anteriores.			
35	Cambio de Rodamientos y Accesorios del sistema de Contraeje.			
36	Cambio de Rodamientos y Megado de los Motores Electricos			
37	Medir el desgaste y Rayaduras en el Cilindro del Embolo.			
38	Medir el desgaste de la Arandela del Cojmete.			
39	Medir el desgaste y deformacion del casquillo del eje Principal.			
40	Verificar el juego y estado de la Bocina Excentrica.			
41	Verificar el juego de la Bocina de Carcasa.			
ITEM	CADA CAMBIO DE MANTO Y CONCAVO			
42	Juego entre el casquillo de eje principal y el Buje de Araña			
43	Juego entre el anillo Deslizante y el anillo Guardapolvo			
44	Juego del Anillo Obturador y Eje principal.			
45	Verificar el juego y estado de la Bocina Excentrica.			
46	Verificar el juego de la Bocina de Carcasa.			
47	Inspeccion el Eje principal (Zona del as Bocinas Excentricas).			
48	Inspeccion de las Placas de Preston.			
49	Juego entre el taco de apoyo y el cubo excentrico			

Fuente: Manual de Mantenimiento Chancadora Sandvik

Anexo I: Formato de inspección diaria Chancadoras Cónicas.

INSPECCION CHANCADORA CONICAS (CHECK LIST)

FECHA:

Manual de Operación y Mantenimiento:.....

AREA:.....

Manual de Partes:.....

MOTOR:.....

Programas de Mantenimiento:.....

Nº	CHANCADORA	BUENO	REGULAR	MALO	OBSERVACIONES
1	Poleas de Transmision				
2	Fajas de Transmision				
3	Acreadores, resortes				
4	Pernos de Resortes				
5	Cortinas de descarga				
6	Válvulas , manómetros				
7	Mangueras				
8	Gatas Hidraulicas				
9	Excéntrica, Sealing Ring				
10	Contraeje,bocina,piñón				
11	Plato oscilante de head				
12	Embudo				
13	Bowl				
14	Mantle				
15	Chute de descarga				
16	Forro de frame				

SISTEMA LUBRICACION

1	Bomba				
2	Acoplamiento de jebe (motor-bomba)				
3	Valvula de Alivio				
4	Tanque y filtros				
5	Tuberias				
6	Reductor bomba aceite				
7	Nivel de Aceite				

SISTEMA HIDRAULICO

1	Bomba				
2	Valvula de Alivio				
3	Valvula direccional				
4	Acumulador de Nitrogeno				
5	Tanque hidraulico				
6	Mangueras				
7	Control en tableros de mandos				
8	Nivel de Aceite hidraulico				

OBSERVACIONES GENERALES:.....

.....

NOMBRE DEL MECANICO:.....

 FIRMA DEL MECANICO

 FIRMA DEL SUPERVISOR

Anexo J: Inspección de Zarandas

INSPECCION DE ZARANDAS (CHECK LIST)

FECHA:

AREA:.....

MOTOR (HP):.....

GENERALIDADES:

* Manual de Operación y Mantenimiento:

* Manual de Partes:

* Programas de Mantenimiento:

Nº	ZARANDA N°	BUENO	REGULAR	MALO	OBSERVACIONES
1	Estructuras				
2	Mallas piso Superior				
3	Mallas piso Inferior				
4	Neumaticos de Vibracion				
5	Resortes				
6	Rodamientos				
7	Lubricacion				
8	Fajas de transmision				
9	Polea de transmision				
10	Polea de contrapeso				
11	Mecanismo de vibracion				
12	Base y resorte de vibracion Motor				
13	Guardas				

OBSERVACIONES GENERALES:

.....

NOMBRE DEL MECANICO:.....

 FIRMA DEL MECANICO

 FIRMA DEL SUPERVISOR

Anexo K: Formato de inspección de Faja Transportadora.

INSPECCION DE FAJAS TRANSPORTADORAS (CHECK LIST)

FECHA:

AREA:

MOTOR (HP):

GENERALIDADES:

* Manual de Operación y Mantenimiento:

* Manual de Partes:

* Programas de Mantenimiento:

Nº	FAJA TRANSPORTADORA	BUENO	REGULAR	MALO	OBSERVACIONES
1	Polines de Carga				
2	Polines de Impacto				
3	Polines de Retorno				
4	Polines de Guia				
5	Raspadores				
6	Polea de Cabeza				
7	Polea de Cola				
8	Polea Deflectora 1				
9	Polea Deflectora 2				
10	Polea de Contrapeso				
11	Chumaceras y Rodamientos Polea Cabeza				
12	Chumaceras y Rodamientos Polea Cola				
13	Chumaceras y Rodamientos Deflectora 1				
14	Chumaceras y Rodamientos Deflectora 2				
15	Chumaceras y Rodamientos Polea Contrapeso				
16	Faja Transportadora (conveyor)				
17	Acoplamiento Rigido				
18	Reductor				
19	Respiradores de Reductor				
20	Fajas de Transmision				
21	Chute de Alimentacion y Descarga				
22	Guardas de Proteccion				

OBSERVACIONES GENERALES:

.....

NOMBRE DEL MECANICO:

 FIRMA DEL MECANICO

 FIRMA DEL SUPERVISOR

Anexo L: Medidas de Seguridad

2.1 Información sobre situaciones de peligro

2.1.1 Señales de peligro



Peligro general



Tensión peligrosa



Riesgo de aplastamiento



Carga suspendida



Riesgo de aplastamiento



Fragmentos proyectados



2.1.2 Categorías de riesgo

A lo largo del manual, los niveles de riesgo se indican con los términos "¡PELIGRO!", "¡ADVERTENCIA!" o "¡ATENCIÓN!". Las categorías de "¡PELIGRO!" y "¡ADVERTENCIA!" se acompañan con un signo de advertencia (vea más arriba).



¡PELIGRO!



¡ADVERTENCIA!

¡ATENCIÓN!

Si no se respeta la información marcada como "¡PELIGRO!" pueden ocasionarse lesiones mortales!

¡Si no se respeta la información que se destaca con la palabra "¡ADVERTENCIA!" el personal pueden sufrir lesiones y el equipo puede resultar dañado o quedar inutilizado!

¡Si no se respeta la información que se destaca con la palabra "¡ATENCIÓN!", el equipo puede sufrir daños!

2.1.3 Señales de prohibición



No retire las cubiertas de protección

2.1.4 Señales de obligatoriedad



Desconecte la corriente antes de empezar un trabajo



Lea el manual

2.2 Personal

Los trabajos que requiera el equipo deben ser realizados siempre por personal autorizado con la formación necesaria.

- "Formación necesaria" significa que la persona que corresponda debe haber recibido instrucción práctica por parte de una persona autorizada sobre cómo deben realizarse las tareas en cuestión.
- "Autorizado" significa que la persona ha superado unas pruebas teóricas y prácticas de conocimiento organizadas por Sandvik SRP AB. Por tanto se considera que tiene los conocimientos y competencias requeridos para realizar las tareas asignadas al ámbito que corresponda.

Todas las tareas previstas para este equipo de producción han sido distribuidas por Sandvik SRP AB en tres ámbitos según perfiles profesionales distintos. Estos tres ámbitos son:

- Instalación
- Funcionamiento
- Mantenimiento

Sandvik SRP AB suministra información técnica apropiada para los tres ámbitos:

- Manual de instalación
- Manual de instrucciones y catálogo de piezas de desgaste
- Manual de mantenimiento y catálogo de piezas de repuesto

Sandvik SRP AB ofrece formación adecuada para los tres ámbitos y puede autorizar al personal formado.

La documentación técnica de Sandvik SRP AB sólo trata sobre los trabajos sobre el equipo de producción; no cubre las tareas relacionadas con otro equipo o los procedimientos de trabajo del emplazamiento.

La dirección del centro debe encargarse de asignar responsables para:

- El equipo de producción y la zona de trabajo que hay a su alrededor.
- Todo el personal que se encuentra en las proximidades del equipo.
- El cumplimiento de la normativa nacional y local de seguridad.
- La comprobación de que todos los dispositivos de seguridad funcionan bien.

Sandvik SRP AB declina toda responsabilidad por daños o perjuicios derivados del incumplimiento de las instrucciones del manual.

2.2.1 Protección personal

Sandvik SRP AB recomienda que se lleve siempre el equipo de protección personal cuando se trabaje en las proximidades del equipo.

Sandvik SRP AB recomienda usar un arnés de seguridad cuando se trabaja encima, dentro o debajo del equipo.

Las recomendaciones de Sandvik SRP AB en lo que se refiere al equipo de protección comprenden lo siguiente:



Protección auditiva



Casco de seguridad



Protección ocular



Guantes protectores



Botas de seguridad



Máscara o aparato respiratorio

2.3 Medidas generales de seguridad



¡ADVERTENCIA!

Caída de piedras

Extraiga todo el material de proceso de la tolva de alimentación antes de comenzar a realizar cualquier trabajo de mantenimiento dentro o debajo de la trituradora, para evitar que caigan piedras.

Desconecte siempre la alimentación de corriente al equipo para que no se pueda conectar accidentalmente y bloquéelo antes de comenzar a realizar cualquier trabajo de mantenimiento. Cerciórese también de que no haya ninguna posibilidad de que ninguna otra persona pueda conectar la alimentación de corriente mientras se estén realizando los trabajos de mantenimiento.



No se coloque sobre la trituradora, salvo que sea necesario para realizar trabajos de mantenimiento.



¡PELIGRO!

Riesgo de aplastamiento

No se sitúe sobre la trituradora mientras tritura. Las piezas móviles podrían aplastarle. Si se cae en la trituradora podría acabar aplastado.



¡ADVERTENCIA!

Riesgo de aplastamiento

Si la trituradora está montada sobre un amortiguador de goma, existe riesgo de aplastamiento entre las piezas oscilantes de la trituradora y el bastidor fijo.



¡ADVERTENCIA!

Expulsión

No mire nunca dentro de la trituradora mientras tritura. Podrían salir expulsados fragmentos y materias que pueden ser peligrosos.

2.3.1 Cubiertas de seguridad de la máquina



¡PROHIBICIÓN!

No retire las cubiertas de protección

Cerciórese de que todas las cubiertas de protección estén montadas en su sitio y que funcionen para evitar la exposición a fragmentos proyectados o el contacto con piezas giratorias. No ponga en marcha el equipo sin las cubiertas de protección montadas.



¡ADVERTENCIA!

Piezas giratorias

Todas las piezas giratorias del equipo deben estar salvaguardadas por cubiertas de protección. Monte siempre las cubiertas después de terminar los trabajos de mantenimiento.



¡ADVERTENCIA!

Fragmentos proyectados

Los fragmentos proyectados hacia arriba podrían caer en las cercanías de la trituradora. Coloque cubiertas de protección y señales de peligro adecuadas en sitios apropiados, en la periferia de la zona de peligro.

Los fragmentos expulsados hacia arriba pueden caer cerca de la trituradora. Por tanto, Sandvik SRP AB recomienda usar una protección adicional.

Asegúrese de que se revisan, reparan y sustituyen todas las cubiertas de protección y componentes de sellado de polvo antes de arrancar el equipo.

2.3.2 Acceso a la máquina

Las máquinas deben permitir el acceso del personal que realiza las inspecciones y el mantenimiento. Deben montarse plataformas de acceso y barandillas adecuadas. Asimismo, deben diseñarse pasarelas, escaleras fijas y escaleras de mano según la normativa aplicable. (Estos componentes no se incluyen en las especificaciones básicas de la trituradora. Para obtener asesoramiento, póngase en contacto con Sandvik SRP AB.)

Las zonas en que se requiere el acceso se indican en los planos de instalación, consulte el manual de instalación.

2.3.3 Seguridad eléctrica

¡ATENCIÓN!

Sólo pueden realizar trabajos eléctricos en la trituradora los electricistas que cumplan la norma europea EN 50110 o similar.



¡PELIGRO!

Tensión peligrosa

Los operarios deben considerar que todos los equipos eléctricos están energizados, hasta que no comprueben que no lo están, mediante los procedimientos de comprobación apropiados.

Asegúrese de que se comprueban, reparan y sustituyen todos los cables eléctricos que estén dañados o rotos antes de arrancar el equipo.

Los armarios de control deben poderse cerrar con llave.

2.3.4 Soldadura

¡ATENCIÓN! Sólo se puede soldar en la trituradora tal y como se describe en el manual. Para realizar otros trabajos de soldadura, deberá consultar al personal de servicio local.

¡ATENCIÓN! Sólo los soldadores cualificados según la norma europea EN 287 o similar pueden soldar en la trituradora.

Si se suelda un aparato a la trituradora, el cable de toma de tierra debe conectarse al propio aparato. Si se suelda un componente de la trituradora, el cable de toma de tierra debe conectarse lo más cerca posible de la zona de soldadura.



¡ADVERTENCIA!

Gases tóxicos

La inhalación de los gases de soldadura puede resultar perjudicial para la salud. Observe siempre las instrucciones proporcionadas por el proveedor de los equipos de soldar.

Algunos de los componentes de la trituradora están hechos de acero al manganeso. El contacto prolongado con el óxido de manganeso puede afectar al sistema nervioso.

2.3.5 Sistema hidráulico

¡ATENCIÓN! Sólo el personal debidamente certificado en trabajos hidráulicos puede realizar tareas de mantenimiento en el sistema hidráulico (salvo vaciar el aire del sistema Hydroset).



¡ADVERTENCIA!

Presión de aceite

El aceite a presión puede resultar peligroso si se vacía de manera incorrecta. Descargue toda la presión antes de realizar algún trabajo de mantenimiento o reparación en el sistema hidráulico del equipo.

¡ATENCIÓN! No ajuste nunca válvulas de descarga más allá de los valores recomendados.



¡ADVERTENCIA!

Temperatura de aceite

El aceite hidráulico puede alcanzar temperaturas muy elevadas cuando la máquina está en funcionamiento. Deje que el aceite se enfríe antes de trabajar en el sistema hidráulico. La superficie del equipo y las mangueras o tuberías que contengan aceite hidráulico pueden estar calientes.

¡ATENCIÓN! Asegúrese de que se comprueban, reparan y sustituyen todas las mangueras, válvulas o acoplamientos defectuosos antes de arrancar el equipo.

2.3.6 Sistema de lubricación

¡ATENCIÓN! La superficie del equipo y las mangueras o tuberías que contengan aceite de lubricación pueden estar calientes.

¡ATENCIÓN! Asegúrese de que se comprueban, reparan y sustituyen todas las mangueras, válvulas o acoplamientos defectuosos antes de arrancar el equipo.

¡ATENCIÓN! Limpie siempre las manchas de aceite para que nadie resbale.

2.3.7 Elevación y traslado de cargas

¡ATENCIÓN! Sólo personal con la formación adecuada en grúas puede realizar operaciones de elevación.



Carga suspendida

Nunca trabaje ni permanezca debajo de una grúa que esté elevando material. Manténgase a una distancia prudencial de cualquier carga elevada.

Asegúrese de que la capacidad del equipo de elevación es adecuada y que el equipo está en buen estado de funcionamiento.

Si se tuviera que formar un aparejo de elevación con varios componentes distintos, cerciórese de que las juntas son seguras y tienen la misma capacidad de elevación que el resto del aparejo.

¡NOTA! *Utilice siempre aparejos de elevación homologados, de acuerdo con las condiciones locales.*

Coloque siempre presillas de seguridad en los ganchos de elevación para evitar que el aparejo se resbale.

Utilice cuerdas y palos para sujetar y dirigir las cargas. **No** utilice las manos o los pies.

Asegúrese de que no hay obstáculos en el trayecto y el destino antes de desplazar cargas suspendidas. Ha de ser posible descender la carga al suelo con rapidez y seguridad en caso de emergencia.

Al depositar la carga, no desenganche el equipo de elevación hasta haber comprobado la estabilidad de la carga.

2.3.8 Alimentación y atascos

¡ATENCIÓN! Cuando la cámara de trituración está vacía, no introduzca rocas redondas solas.

¡ATENCIÓN! No alimente nunca la trituradora con material inflamable.



¡ADVERTENCIA!

Fragmentos proyectados

No utilice nunca cuñas ni otros objetos similares para eliminar atascos en la entrada de alimentación de la trituradora. Las piedras y sus fragmentos pueden ser proyectados hacia arriba, a alta velocidad, desde la cámara de trituración.



¡ADVERTENCIA!

Explosivos

Nunca retire las piedras atascadas de la trituradora con explosivos. Las explosiones podrían provocar lesiones personales y dañar seriamente los cojinetes y otros componentes. Sandvik SRP AB no aceptará ninguna responsabilidad por lesiones al personal ni daños a los equipos, si se utilizan explosivos.



¡PELIGRO!

Riesgo de aplastamiento

No se coloque nunca dentro de la trituradora cuando se quite el mecanismo de bloqueo. Podría ser arrastrado con mucha fuerza y caer bruscamente con el material a la cámara de trituración donde podría ser triturado.

En algunos casos también puede aumentarse temporalmente el CSS (ajuste de la abertura) para eliminar una obstrucción.

Observe siempre la normativa local para solucionar los atascos.

2.4 Emisiones

Como las trituradoras Sandvik se utilizan para manejar y/o procesar minerales u otros materiales que pueden ocasionar riesgos de salud para personas y animales, es responsabilidad del usuario seguir las regulaciones y las normativas pertinentes destinada a riesgos para la salud como, por ejemplo, normativas específicas relacionadas con la emisión de polvo, amianto, cuarcita, radón, etc.

2.4.1 Polvo



Peligros para la salud

Respirar o inhalar partículas de polvo puede causar lesiones graves e incluso la muerte. Use siempre un respirador homologado.

Utilice siempre un respirador homologado por un fabricante especializado para el trabajo que realice. Es fundamental que el respirador que utilice le proteja de las partículas de polvo minúsculas que provocan la silicosis y que pueden provocarle otras enfermedades pulmonares graves. No utilice el equipo hasta que esté seguro de que el respirador funciona correctamente. Esto significa que el respirador debe comprobarse para verificar que está limpio, que el filtro se ha cambiado, y para asegurarse de cualquier otra forma de que el respirador le protegerá de la forma prevista.

Asegúrese de que el sistema de supresión de polvo del equipo funciona correctamente. En caso contrario, deje de trabajar inmediatamente.

Asegúrese siempre de que ha quitado el polvo de las botas y la ropa cuando acabe el turno.

Las partículas de polvo más pequeñas son las más perjudiciales. Pueden ser tan finas que resulten invisibles.

Recuerde, debe protegerse a sí mismo del peligro de respirar o inhalar polvo.

Sandvik SRP AB recomienda encarecidamente que se utilice un equipo adicional de control de polvo. Por ejemplo, puede usarse un equipo de extracción de polvo (vacío) o de supresión de polvo por pulverización de agua o espuma. Este tipo de equipos no se incluye en la configuración básica de la trituradora.

Sandvik SRP AB rechaza toda responsabilidad por los peligros para la salud provocados por el polvo que se genera al procesar minerales en la trituradora.

2.4.2 Ruido



¡ADVERTENCIA!

Peligros para la salud

La trituración y el material de proceso generarán ruido que puede ser más o menos perjudicial para los oídos. Utilice protección auditiva.

Consulte *OM - Especificaciones técnicas* para ver los niveles de ruido medidos y las condiciones de medición.

Los soportes de compresión de goma y la encapsulación de polvo reducen los niveles de ruido.

2.4.3 Radioactividad



¡PELIGRO!

Peligros para la salud

El radón es un gas radioactivo de origen natural que se encuentra en los lechos de roca y puede provocar cáncer de pulmón. El tipo de mineral, la ventilación y el agua son factores que influyen en el contenido de gas radón.

Sandvik SRP AB rechaza toda responsabilidad por los peligros para la salud provocados por las emisiones de radón u otras sustancias perjudiciales derivadas del procesamiento de minerales en la trituradora.

Fuente: Manual de mantenimiento Chancadora Sandvik

Anexo M: Hoja de inspección

FECHA:

AREA:.....

GENERALIDADES:

* Manual de Operación y Mantenimiento:

* Manual de Partes:

* Programas de Mantenimiento:

Nº	ALIMENTADOR VAIVEN N°	BUENO	REGULAR	MALO	OBSERVACIONES
1	Estructura en general				
2	Rieles boca de entrada				
3	Forros A (Vidaplate) (piso)				
4	Forros B (Corten)(superior inclinado)				
5	Forros C (Corten)(inferior inclinado)				
6	Forros D (Vidaplate)(lateral superior fondo)				
7	Forros E (Vidaplate)(lateral sup. intermedio)				
8	Forros F (Vidaplate)(lateral sup. descarga)				
9	Forros G (lateral inferior fondo)				
10	Forros H (lateral inferior descarga)				
11	Bandeja				
12	Balancines (Roker)				
13	Soporte de Balancines (Roker Bar)				
14	Eje de soporte de Balancin (Roker Shaft)				
15	Soporte Fijo (Braquet Fijo)				
16	Soporte Movil (Braquet Movil)				

SISTEMA HIDRAULICO:

1	Bombas hidraulicas				
2	Valvula Direccional				
3	Valvula de Alivio				
4	Tanque y filtros				
5	Mangueras				
6	Piston Hidraulico				
7	Sistema de Purificador (presion aire)				

OBSERVACIONES GENERALES:

.....

NOMBRE DEL MECANICO:.....

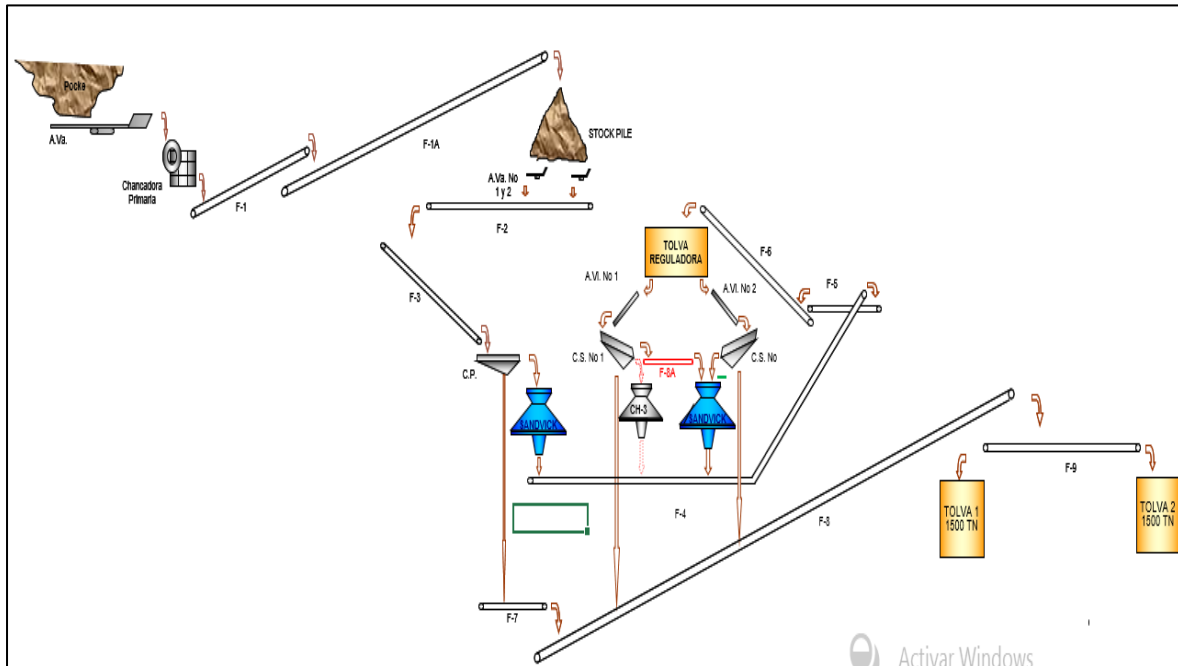
 FIRMA DEL MECANICO

 FIRMA DEL SUPERVISOR

Anexo N: Ubicación Geográfica

Fuente: Impromec

Anexo Ñ: Circuito de Chancado



Fuente: Oficina planta concentradora Milpo Andina Perú

Anexo O: Disponibilidad 2016

**PERFORMANCE DE EQUIPO****CHANCADORA SANDVIK SECUNDARIO CH-660**

Fecha	Mantto PRVO	Mantto CTVO	Mantto OPORTUND	N° Fallas	Horas Totales	D.M.	Descripcion de Actividades	INDICADORES	
01/03/2016					24	100.00%		Hinicial	35375.14
02/03/2016					24	100.00%		Hfinal	35995.1
03/03/2016	5.0				24	79.17%	Cambio de manguera sistema hidroset	DMR	90.86%
04/03/2016					24	100.00%			
05/03/2016			7.3		24	69.58%	Recubrimiento de manguera		
06/03/2016					24	100.00%			
07/03/2016					24	100.00%			
08/03/2016	5.0				24	79.17%	Cambio de cortinas		
09/03/2016					24	100.00%			
10/03/2016					24	100.00%			
11/03/2016					24	100.00%			
12/03/2016	6.0				24	75.00%	Cambio de aceite sistema de lubricación		
13/03/2016					24	100.00%			
14/03/2016					24	100.00%			
15/03/2016		7.3			24	69.58%	Cambio de blindajes		
16/03/2016					24	100.00%			
17/03/2016					24	100.00%			
18/03/2016	6.0				24	75.00%	Cambio de buje de araña		
19/03/2016					24	100.00%			
20/03/2016		15.0			24	37.50%	Cambio de bocina excéntrica		
21/03/2016					24	100.00%			
22/03/2016	6.0				24	75.00%	Cambio de forro mantle y concave		
23/03/2016					24	100.00%			
24/03/2016					24	100.00%			
25/03/2016		6.0			24	75.00%	Cambio de bomba de lubricación		
26/03/2016					24	100.00%			
27/03/2016					24	100.00%			
28/03/2016					24	100.00%			
29/03/2016					25	100.00%			
30/03/2016			22.0		26	15.38%	Cambio de distribuidor alimentador de carga		
31/03/2016					27	100.00%			
TOTALES	28	28	7	0	697	90.86%			

Fuente: Oficina de Mantenimiento Fase I-II



PERFORMANCE DE EQUIPO

ZARANDA PRIMARIO METSO

Fecha	Mantto PRVO	Mantto CTVO	Mantto OPORTUND	N° Fallas	Horas Totales	D.M.	Descripcion de Actividades
01/07/2016	7.0				24	70.83%	Cambio de reten n vante transmision.
02/07/2016					24	100.00%	
03/07/2016					24	100.00%	
04/07/2016		22.0			24	8.33%	Cambio de rodamiento lado transmision.
05/07/2016					24	100.00%	
06/07/2016					24	100.00%	
07/07/2016					24	100.00%	
08/07/2016					24	100.00%	
09/07/2016	4.0				24	83.33%	Cambio de aceite lubricacion.
10/07/2016					24	100.00%	
11/07/2016					24	100.00%	
12/07/2016					24	100.00%	
13/07/2016					24	100.00%	
14/07/2016	2.0				24	91.67%	Cambio de manguera en visor nivel de aceite.
15/07/2016					24	100.00%	
16/07/2016					24	100.00%	
17/07/2016					24	100.00%	
18/07/2016					24	100.00%	
19/07/2016		14.0			24	41.67%	Cambio de conjunto de polea transmision.
20/07/2016					24	100.00%	
21/07/2016					24	100.00%	
22/07/2016					24	100.00%	
23/07/2016	8.0				24	66.67%	Cambio de mallas en deg inferior.
24/07/2016					24	100.00%	
25/07/2016					24	100.00%	
26/07/2016	3.0				24	87.50%	Cambio de chaqueta en alimentacion zaranda.
27/07/2016					24	100.00%	
28/07/2016					24	100.00%	
29/07/2016					24	100.00%	
30/07/2016					24	100.00%	
31/07/2016					24	100.00%	
TOTALES	24	36	0	0	744	91.94%	

INDICADORES

Hinicial	950
Hfinal	1624
DMR	91.94%

Fuente: Oficina de Mantenimiento Fase I-II



PERFORMANCE DE EQUIPO

CHANCADORA SANDVIK SECUNDARIO CH-660

Fecha	Mantto PRVO	Mantto CTVO	Mantto OPORTUND	N° Fallas	Horas Totales	D.M.	Descripción de Actividades	INDICADORES	
01/09/2016		14.0			24	41.67%	Cambio reten chevron pakin.	Hinicial	28115
02/09/2016	5.0				24	79.17%	Cambio de camisa en eje principal	Hfinal	28746
03/09/2016					24	100.00%		DMR	93.06%
04/09/2016					24	100.00%			
05/09/2016					24	100.00%			
06/09/2016					24	100.00%			
07/09/2016					24	100.00%			
08/09/2016					24	100.00%			
09/09/2016		4.5			24	81.25%	Cambio de correa de transmision.		
10/09/2016					24	100.00%			
11/09/2016					24	100.00%			
12/09/2016					24	100.00%			
13/09/2016					24	100.00%			
14/09/2016		5.5			24	77.08%	Soldeo tuerca eje principal.		
15/09/2016					24	100.00%			
16/09/2016					24	100.00%			
17/09/2016					24	100.00%			
18/09/2016					24	100.00%			
19/09/2016					24	100.00%			
20/09/2016	8.3				24	65.42%	Cambio de blindaje mantle y concave		
21/09/2016					24	100.00%			
22/09/2016					24	100.00%			
23/09/2016					24	100.00%			
24/09/2016	4.0				24	83.33%	Cambio de manguera tanque - acumulador.		
25/09/2016					24	100.00%			
26/09/2016					24	100.00%			
27/09/2016					24	100.00%			
28/09/2016					24	100.00%			
29/09/2016		7.0			24	70.83%	Cambio de bomba de sistema hidrosset		
30/09/2016					24	100.00%			
TOTALES	17	31	0	0	720	93.29%			

Fuente: Oficina de Mantenimiento Fase I-II

Anexo P: Disponibilidad 2017

**PERFORMANCE DE EQUIPO****CHANCADORA SANDVIK SECUNDARIO CH-660**

Fecha	Mantto PRVO	Mantto CTVO Emergencia	Mantto CTVO Progmdo	N° Fallas	Horas Totales	D.M.	Descripcion de Actividades	INDICADORES	
01/03/2017					24	100.00%		Hinicial	34833
02/03/2017					24	100.00%		Hfinal	35402
03/03/2017	4.8				24	80.21%	Cambio de bomba contra-eje.	DMR	97.59%
04/03/2017					24	100.00%			
05/03/2017					24	100.00%			
06/03/2017					24	100.00%			
07/03/2017					24	100.00%			
08/03/2017					24	100.00%			
09/03/2017			3.0		24	87.50%	Reparación de chut de gruesos.		
10/03/2017					24	100.00%			
11/03/2017					24	100.00%			
12/03/2017					24	100.00%			
13/03/2017					24	100.00%			
14/03/2017		1.0			24	95.83%			
15/03/2017					24	100.00%			
16/03/2017					24	100.00%			
17/03/2017					24	100.00%			
18/03/2017					24	100.00%			
19/03/2017					24	100.00%			
20/03/2017					24	100.00%			
21/03/2017	6.0				24	75.00%	Cambio deten contra-eje.		
22/03/2017					24	100.00%			
23/03/2017					24	100.00%			
24/03/2017					24	100.00%			
25/03/2017					24	100.00%			
26/03/2017					24	100.00%			
27/03/2017		2.0			24	91.67%	Se daño cable de hidroset de chancadora.		
28/03/2017					24	100.00%			
29/03/2017					24	100.00%			
30/03/2017					24	100.00%			
31/03/2017					24	100.00%			
TOTALES	11	3	3	0	744	97.75%			

Fuente: Oficina de Mantenimiento Fase I-II



PERFORMANCE DE EQUIPO

ZARANDA PRIMARIO METSO

Fecha	Mantto PRVO	Mantto CTVO Emergencia	Mantto CTVO Progrmado	N° Fallas	Horas Totales	D.M.	Descripcion de Actividades	INDICADORES	
01/07/2017					24	100.00%		Hinicial	33731
02/07/2017					24	100.00%		Hfinal	34304
03/07/2017					24	100.00%		DMR	97.31%
04/07/2017		4.2			24	82.50%	Cambio aceite sistema lubricacion.		
05/07/2017					24	100.00%			
06/07/2017					24	100.00%			
07/07/2017					24	100.00%			
08/07/2017					24	100.00%			
09/07/2017					24	100.00%			
10/07/2017					24	100.00%			
11/07/2017					24	100.00%			
12/07/2017					24	100.00%			
13/07/2017					24	100.00%			
14/07/2017			4.5		24	81.25%	Cambio de 4 und de mallas superiores.		
15/07/2017					24	100.00%			
16/07/2017					24	100.00%			
17/07/2017					24	100.00%			
18/07/2017					24	100.00%			
19/07/2017			3.5		24	85.42%	Inspeccion de mallas interiores y superiores.		
20/07/2017					24	100.00%			
21/07/2017					24	100.00%			
22/07/2017					24	100.00%			
23/07/2017	6.5				24	72.92%	Se cambiaron forros de chute de gruesos.		
24/07/2017					24	100.00%			
25/07/2017					24	100.00%			
26/07/2017					24	100.00%			
27/07/2017					24	100.00%			
28/07/2017					24	100.00%			
29/07/2017					24	100.00%			
30/07/2017					24	100.00%			
31/07/2017					24	100.00%			
TOTALES	7	4	8	0	744	97.49%			

Fuente: Oficina de Mantenimiento Fase I-II



PERFORMANCE DE EQUIPO

CHANCADORA SANDVIK SECUNDARIO CH-660

Fecha	Mantto PRVO	Mantto CTVO Emergencia	Mantto CTVO Progrmado	N° Fallas	Horas Totales	D.M.	Descripcion de Actividades	INDICADORES	
01/09/2017					24	100.00%		Hinicial	35402
02/09/2017			8.0		24	66.67%	Cambio de blindaje (Mantle y concave)	Hfinal	35979
03/09/2017					24	100.00%		DMR	98.19%
04/09/2017					24	100.00%			
05/09/2017					24	100.00%			
06/09/2017					24	100.00%			
07/09/2017					24	100.00%			
08/09/2017					24	100.00%			
09/09/2017					24	100.00%			
10/09/2017					24	100.00%			
11/09/2017					24	100.00%			
12/09/2017					24	100.00%			
13/09/2017	3.0				24	87.50%	Inspección de equipo parte interna.		
14/09/2017					24	100.00%			
15/09/2017					24	100.00%			
16/09/2017					24	100.00%			
17/09/2017					24	100.00%			
18/09/2017					24	100.00%			
19/09/2017					24	100.00%			
20/09/2017					24	100.00%			
21/09/2017					24	100.00%			
22/09/2017					24	100.00%			
23/09/2017					24	100.00%			
24/09/2017		1.6			24	93.33%	Cambio filtro contra-eje.		
25/09/2017					24	100.00%			
26/09/2017					24	100.00%			
27/09/2017					24	100.00%			
28/09/2017					24	100.00%			
29/09/2017					24	100.00%			
30/09/2017					24	100.00%			
TOTALES	3	2	8	0	720	98.25%			

Fuente: Oficina de Mantenimiento Fase I-II

Anexo Q: Alimentador vaivén N°1

Fuente: Elaboración propia

Anexo R: Faja transportadora N° 2

Fuente: Elaboración propia

Anexo S: Faja N° 3

Fuente: Elaboración propia

Anexo T: Zaranda primaria Metso

Fuente: Elaboración propia

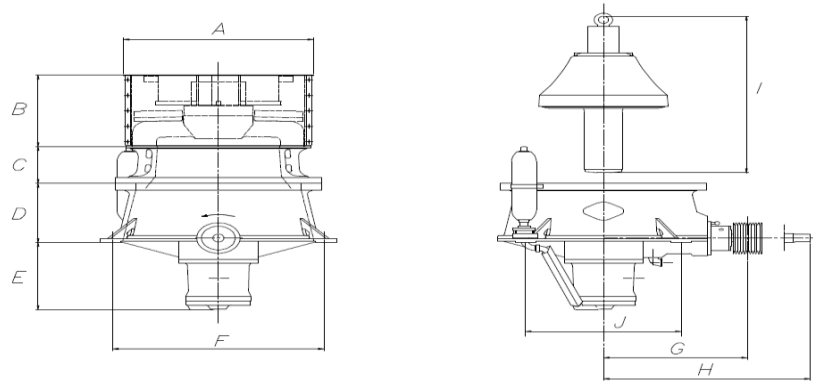
Anexo U: Chancadora Secundaria Sandvik

Fuente: Elaboración propia

Anexo V: Ficha Técnica de la Chancadora

SANDVIK CONE CRUSHER CH660

Technical data



Weights, dimensions, data

DIMENSIONS	(mm)	(Inch)
A	2 100	83
B	1 200	47
C	555	22
D	860	34
E	970	38
F	2 103	83
G	1 497	59
H	2 156	85
I	2 344	92
J	1 528	60

WEIGHTS	(kg)	(lbs)
Feed hopper	570	1 254
Spider cap	375	825
Topshell, complete F crushing chamber	6 950	15 290
Mainshaft assembly, complete	5 050	11 110
Eccentric, complete	1 165	2 563
Bottomshell assembly, complete	10 100	22 220
Pinionshaft assembly, complete	565	1 243
Oil tank	520	1 144
Total weight, F crushing chamber	23 500	51 700

RECOMMENDED DRIVE		
Max motor power, EC crushing chamber	315 kW	400HP
Motor type, recommended	Squirrel-cage	
Eccentric speed	290 rpm	
Pinion shaft speed	1 188 rpm	



SANDVIK MINING AND CONSTRUCTION, TEL. +46 40 40 68 00, FAX +46 40 40 68 98

www.sandvik.com

The above information is a general description only, is not guaranteed and contains no warranties of any kind

SANDVIK CONE CRUSHER CH660

Technical data

Capacities

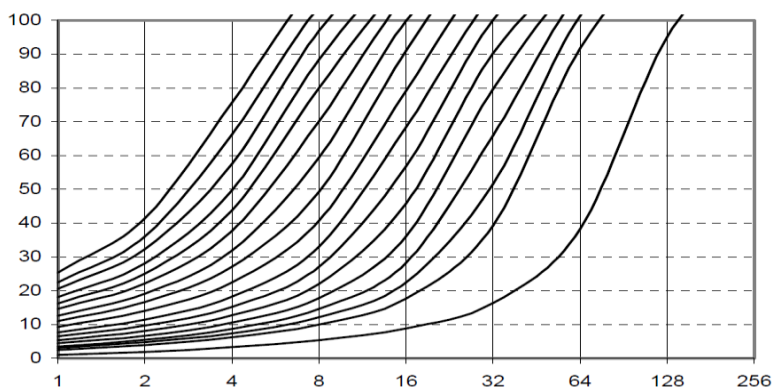
Performance figures are approximate and give an indication of what the crusher can produce. They apply for open circuit crushing of dry material with a bulk density of 1600 kg/m³ (100 lbs/cu.ft.). It is assumed that material finer than the crusher's closed side setting (CSS) is removed from the feed. For more detailed predictions of crusher performance, consult your nearest SANDVIK office. Feed factors such as material crushability (Work index), density, gradation, moisture content and grain structure all have impact on crusher performance. Also the design of the crushing plant and process have influence.

Capacity

CSS (mm)	10	13	16	19	22	25	29	32	35	38	41	44
Approx. CSS	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	7/8"	1"	1 1/8"	1 1/4"	1 3/8"	1 1/2"	1 5/8"	1 3/4"
Capacity (mtph)	150	251	320	365	395	425	445	470	495	520	555	585
Capacity (stph)	165	276	352	402	435	468	490	517	545	572	611	644

Product curves

The product curve and the percentage of the crusher product that is smaller than the closed side setting (square hole, mm) is dependant on the crushability (WI) of the material, the size distribution of the feed and other factors



Crushing chambers

For most applications the well established CLP (constant liner performance) type of mantle is the ideal selection. CLP mantles are designed with emphasis on long liner life, high capacity and the ability to retain capacity and product gradation during the whole life of the chamber.

Other customers have a strong requirement to make as fine product as possible. This need is fulfilled with the newly developed Heavy-Choke (HC) mantle, which is used when extreme reduction ratio is needed. The HC mantle has a strangulated intake which reduce material density in the chamber and allow for operation at smaller settings. A bonus effect of the design is an enlarged feed opening. HC mantles are ideally used with the F, MF and M concave rings, but can also work with MC, C and EC. CLP mantles work equally well with all concave rings.

All crushing chambers in the CH-660 are installed with backing material and in the same topshell for maximum flexibility.



SANDVIK MINING AND CONSTRUCTION, TEL. +46 40 40 68 00, FAX +46 40 40 68 98

www.sandvik.com

The above information is a general description only, is not guaranteed and contains no warranties of any kind

SANDVIK CONE CRUSHER CH660

Technical data

Principle design of CLP (left) and HC (right) crushing chambers

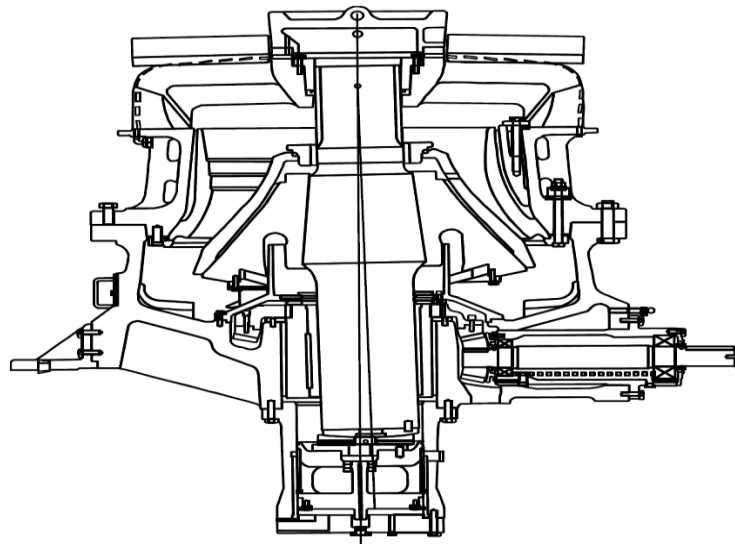


Crushing chambers

Concave ring	EC	C	MC	M	MF	F	EF
Max.feed size with CLP chamber (mm)	300	210	170	130	100	75	55
Max.feed size with CLP chamber (inch)	11,8	8,3	6,7	5,1	3,9	3,0	2,2
Max.feed size with H-C chamber (mm)	300	225	180	140	115	85	NA
Max.feed size with H-C chamber (inch)	11,8	8,9	7,1	5,5	4,5	3,3	NA
Nominal percentage in product < CSS	73%	76%	78%	80%	81%	81%	83%

Note, SANDVIK's definition of feed size is by determining the diameter of the largest sphere that meets the crushing chamber with a nip angle that allow it to be crushed.

Cross-section SANDVIK cone crusher. Note that the illustration show different crushing chambers to the right and to the left.



SANDVIK MINING AND CONSTRUCTION, TEL. +4640406800, FAX +4640406898

www.sandvik.com

The above information is a general description only, is not guaranteed and contains no warranties of any kind

Fuente: Ficha técnica de la chancadora Sandvik