

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA  
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA**

**PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO PARA EQUIPO CRÍTICO  
COMPAÑÍA MINERA**

Trabajo de Titulación para optar al  
Título de ingeniero en  
mantenimiento industrial.

Alumno

Ignacio Javier Brito Osses

Profesor Guía:

Mg. Ing. Pablo Andrés Duque  
Ramírez

**2024**

## **RESUMEN**

**KEYWORDS:** SELECCIÓN DE EQUIPO, JERARQUIZACIÓN, SELECCIÓN DE TAREAS, PLAN DE MANTENIMIENTO

Debido a la predominación de empresas mineras en Chile junto con el desarrollo profesional previo como Técnico universitario en mantenimiento industrial del autor, genero la motivación para realizar este trabajo, ya que la experiencia puede ser replicada o modificada en cualquier faena minera de Chile, sin importar el mineral que procesen, a lo anterior se le suma la motivación obtenida a través de observar cómo se ejecutan las tareas de mantenimiento y los errores que se presentan por parte de mantenedores y jefatura en general.

El objetivo principal en el que se enfocó el presente trabajo fue de proponer y evaluar la implementación de una mejora al plan de mantenimiento actual de un equipo de alta criticidad de la empresa CEMIN Holding minero, faena Pullally ubicada en la quinta región de Valparaíso, para ello se utilizaron herramientas de gestión de mantenimiento las cuales se adquirieron a lo largo del desarrollo de la carrera, junto con lo anterior se apoyó la creación de la propuesta en los manuales de servicio del equipo seleccionado, los comentarios, sugerencias de los operadores y trabajadores de la planta, el uso de la información adquirida permitió realizar la evaluación de la factibilidad y viabilidad de la propuesta.

Para lograr el objetivo principal de esta propuesta se utilizó diferentes metodologías las cuales cada una buscaba llegar más al fondo de la problemática, estas fueron la elaboración de un diagrama de dispersión logarítmica (Jack Knife) en base a datos de mantenimiento y costos, un análisis SIPOC, una jerarquización a través de un FMEA y una hoja de información RCM con los datos obtenidos a través del FMEA.

Con la ayuda de la metodología FMEA se identificaron siete fallas funcionales que sufría el equipo, de las cuales se propusieron tareas de mantenimiento a distintas frecuencias de aplicación, en donde se buscó homologar, creando 4 pautas de trabajo para crear la propuesta de plan, en base a estas tareas se realiza la evaluación económica en donde al realizar la comparación con la estrategia actual de la empresa, correspondían a lo menos un 50,43% de los costos actuales por mantenimiento preventivo y correctivo.

Finalmente se logró identificar las tareas de mantenimiento necesarias para que el equipo se encuentre en óptimas condiciones según la condición evaluada, además de demostrar que estas tareas poseen mayores beneficios que las actuales tareas de mantenimiento al reducir los costos.



## **ÍNDICE**

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
OBJETIVO GENERAL	2
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
<b>CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES.</b>	<b>3</b>
<b>1. DIAGNÓSTICO Y SELECCIÓN DE UN ACTIVO CRÍTICO</b>	<b>5</b>
1.1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA.	5
1.1.1. Proyecto COP	7
1.1.2. Equipos principales Planta Pullalli	8
1.2. Selección de un equipo crítico	10
1.2.1. Datos recopilados	10
1.2.2. Total de intervenciones	10
1.2.3. Tiempo total de reparación	11
1.2.4. Costos de intervención	12
1.3. elaboración de diagrama de dispersión logarítmica	12
1.3.1. Diagrama de dispersión logarítmica (Jack Knife)	14
1.4. Selección del equipo crítico	16
<b>CAPÍTULO 2: SELECCIÓN DE TAREAS</b>	<b>18</b>
<b>2. SELECCIÓN DE TAREAS</b>	<b>20</b>
2.1. DESCRIPCIÓN del equipo	20
2.1.1. Diagrama funcional	21
2.1.1. Condiciones de operación	22
2.1.2. Análisis funcional SIPOC del subsistema	23
2.2. Implementación FMEA	23
2.2.1. Número Prioridad de Riesgo	27
2.3. Hoja de información RCM	30
2.3.1. Hoja de información Chancador Symons 4 ¼ FT SH	31
<b>CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA.</b>	<b>33</b>
<b>3. EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA</b>	<b>35</b>
3.1. Evaluación técnica	35
3.1.1. Mantenimiento actual	35
3.1.2. Tareas de mantenimiento	36
3.1.3. Conceptos de seguridad en el trabajo	36
3.2. Pautas de trabajo y check list de entrega	37
3.2.1. Planificación Diaria	37
3.2.2. Planificación Mensual	38
3.2.3. Planificación Trimestral	39

3.2.4.	Planificación Anual	41
3.2.5.	Check list de entrega	42
3.3.	Evaluación económica	42
3.3.1.	Gasto inicial de plan de mantenimiento.	43
3.3.2.	Costos fijos en aplicación de plan de mantenimiento.	44
3.3.3.	Costos estrategia actual de mantenimiento	46
3.3.4.	Impacto a la producción de la propuesta	47
3.3.5.	Proyección en base a éxito de la propuesta	49
3.3.6.	Evaluación final de propuesta de plan de mantenimiento	49
	<b>CONCLUSIÓN</b>	<b>51</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>53</b>
<b>4.</b>	<b>Anexos</b>	<b>54</b>
	anexo 1	
	Anexo 2	
	Anexo 3	

### ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-1,	en círculo rojo ubicación Planta Pullalli
Ilustración 1-2,	diagrama de proceso área de chancado y molienda, Planta Pullalli, CEMIN
Ilustración 1-3,	Planta Piloto de aglomerado y lixiviación en pilas
Ilustración 1-4,	Diagrama del proceso productivo de la planta piloto
Ilustración 1-5,	Clase de orden en sistema SAP
Ilustración 1-6,	Datos recopilados en SAP PM
Ilustración 1-7,	Costos de intervención en los equipos
Ilustración 1-8,	Diagrama de dispersión logarítmica en base a tiempos de reparación
Ilustración 1-9,	Disposición de cuadrantes en diagrama de dispersión en base a costos
Ilustración 1-10,	Diagrama de dispersión logarítmica en base a costos de intervención
Ilustración 1-11,	Diagrama ampliado
Ilustración 1-12,	Chancadores de cono Symons 4 ft y 4 1/4 ft
Ilustración 2-1,	Chancador Symons 4 1/4 ft sh
Ilustración 2-2,	Tabla de pesos de chancadores
Ilustración 2-3,	Diagrama funcional chancador Symons 4 1/4 ft sh
Ilustración 2-4,	Criterio de probabilidad de detección de fallas
Ilustración 2-5,	Criterio probabilidad de tasa de falla
Ilustración 2-6,	Criterio de severidad de falla
Ilustración 2-7,	portada libro "RCM II Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad" del autor John Moubray

## **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1-1, Equipos área Chancado
Tabla 1-2, equipos Planta Piloto
Tabla 1-3, Datos de falla en base a tiempos de intervención
Tabla 1-4, Datos de falla en base a costos de intervención
Tabla 2-1, Análisis SIPOC Chancador Symons 4 1/4 ft sh
Tabla 2-2, Funciones y fallas funcionales Chancador Symons 4 1/4 ft sh
Tabla 2-3, Modos y efectos de falla Chancador Symons 4 1/4 ft sh
Tabla 2-4, Numero Prioridad de Riesgo calculado para cada modo de falla
Tabla 3-1, Gasto inicial Propuesta plan de mantenimiento
Tabla 3-2, Costos fijos planificación diaria evaluada en un año
Tabla 3-3, Costos fijos planificación mensual evaluada en un año
Tabla 3-4, Costos fijos planificación trimestral evaluada en un año
Tabla 3-5, Costos fijos planificación anual
Tabla 3-6, evaluación de costos estrategia actual de la compañía.
Tabla 3-7, Calculo flujo másico
Tabla 3-8, Calculo capacidad de producción planta

## **SIGLAS Y SIMBOLOGÍA**

### **SIGLAS**

FMECA: Failure Mode, Effects, and Criticality Analysis (Análisis de Modos de Fallos, Efectos y su Criticidad.)

MTTR: Medium time til repair (tiempo medio de reparación)

HH: Horas hombre

MTBF: Medium time between failure (tiempo medio entre fallas)

T: Toneladas

SH: Short head (cabeza corta)

STD: Standard head (cabeza estándar)

RPM: Revoluciones por minuto

SIPOC: Supplier Input Process Output Customer (Proveedores, Entradas, Procesos, Salidas y Clientes)

RCM: Reliability Centred Maintenance, (Mantenimiento centrado en la disponibilidad/confiabilidad)

SAE: Society American Engineering (sociedad de ingenieros americana)

NPR: Numero de prioridad de riesgo

F: Función

FF: Falla Funcional

MF: Modo de Falla

SAP: Systems, Applications, Products in Data Processing (sistemas, aplicaciones y productos en el procesamiento de datos)

USD: United state dollar (dólar estadounidense)

CLP: Chilean peso (peso chileno)

### **SIMBOLOGÍA**

t/día: Toneladas procesadas por día

t/hora: Toneladas procesadas por hora



## INTRODUCCIÓN

La planta Pullalli de CEMIN holding minero, se encarga del chancado y molienda del mineral proveniente de reservas auríferas de la Mina Pullalli, donde se comenzó a tener la problemática de que sus principales equipos sufren de constante mantenimiento correctivo, siendo estos a consecuencia de la carencia de tareas a corto plazo para sus equipos, estas fallas normalmente causan desde el mantenimiento correctivo antes mencionado, hasta imprevistos en mantenimientos preventivos programados, en donde se programa la atención de un componente, y al desarmar se encuentran más falencias.

En el capítulo 1 se abarca la problemática antes mencionada, y también una de igual o mayor impacto como es el agotamiento de las reservas de mineral, las cuales son finitas, y que, en dicha mina, se han visto disminuidas las leyes de oro desde el 2020 a la fecha, provocando una reestructuración productiva total de la planta, debiendo cambiar el proceso de lixiviación del mineral, por lo tanto, deteniendo e incluyendo equipos que presentan el desafío de mantenerlos.

El proceso de solución de esta problemática abarca la selección de un equipo, según la discriminación que exige el nuevo contexto operacional, al detener procesos productivos y el trabajo de jerarquización de estos en función a la criticidad que se establecerá mediante una herramienta aprendida en la carrera, como es el diagrama de dispersión logarítmica o Jack knife, debido a la disponibilidad de recursos y la optimización de estos, pasando por la selección de tareas según la criticidad de las fallas con las cuales se busca una evaluación técnica y económica que permita el análisis de la viabilidad de la propuesta, en donde se propondrán tres escenarios, que entregaran un balance positivo o negativo en comparación a la estrategia actual de la compañía, no dejando de lado que algunos puntos se puedan debatir con el fin de reducir los costos de dicha propuesta.

Este trabajo y la metodología se realizará en base a información recopilada de la empresa, habilidades adquiridas en la carrera y experiencia técnica del profesional, la cual ha llevado a la practica en la compañía en donde este trabajo está enfocado buscando crear una mejora en el proceso productivo al proponer un plan de mantenimiento a un equipo crítico el cual tras ser evaluado pueda ser presentado a la empresa para una futura aplicación completa o parcial.

### **OBJETIVO GENERAL**

- Proponer un plan de mantenimiento a un equipo crítico de una planta minera, mediante el uso de herramientas del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad, determinando la viabilidad de estas.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Diagnosticar el estado actual de los activos, mediante un diagrama de dispersión logarítmica determinando el equipo crítico.
- Proponer un plan de mantenimiento al activo seleccionado mediante un Análisis De Modos y Efectos de Fallas determinando actividades a realizar.
- Comparar el plan de mantenimiento propuesto versus estrategia correctiva mediante el análisis técnico económico determinando viabilidad de este.

**CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES.**



## **1. DIAGNÓSTICO Y SELECCIÓN DE UN ACTIVO CRÍTICO**

En este capítulo se describirá, el contexto operacional de compañía, evaluando los antecedentes de la problemática, la información disponible para el análisis, y el desarrollo de la metodología para jerarquizar la criticidad de los equipos.

### **1.1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA.**

CEMIN Holding minero es una empresa perteneciente a la mediana minería, es un holding ya que posee varias faenas en distintos lugares geográficos, en donde sus principales operaciones las realiza en la tercera, cuarta, quinta y sexta región específicamente en las faenas Domeyko, Los Pingos, Pullalli, Catemu y El Inglés. Esta empresa se dedica a la extracción y procesamiento de cobre y oro, siendo este último el mineral procesado en la Planta Pullalli, perteneciente a la Cia. Minera Pullalli, en la ciudad de La Ligua en donde estará enfocado este trabajo, ubicación representada en Ilustración 1-1.



Ilustración 1-1, en círculo rojo ubicación Planta Pullalli

Fuente: Google Earth, 12/10/23

La planta de procesamiento Pullalli, inicia sus operaciones durante los años 2009 y 2010. Dentro de su personal, contaba con más de 100 personas, las cuales se desempeñan en diferentes funciones, administrativos, operaciones planta, mantenimiento de planta, además constantemente trabajando con empresas contratistas.

El objetivo de esta Planta es procesar el mineral extraído desde la faena minera, el cual ingresa a un proceso de chancado para reducir su tamaño, cuyo producto alimenta a una etapa de molienda de bolas y clasificación por Hidrociclones, Ilustración 1-2. En el molino, se agrega el mineral chancado, el agua y los reactivos necesarios para conducir el mineral con una liberación adecuada, a la etapa de lixiviación por agitación en estanques, donde se producen reacciones físicos y químicas, que permiten la disolución de las partículas auríferas. Para recuperar el complejo cianuro-oro, la pulpa de lixiviación se transporta a otros estanques en los que se agrega el carbón activado, que tiene la propiedad de adsorber el oro, retirándolo del material estéril. El material estéril se acumula en un depósito de relaves que cumple con las regulaciones ambientales y técnicas. El oro adsorbido en el carbón activado forma parte de otros procesos metalúrgicos para su recuperación y refinación los cuales no se encuentran en la planta Pullalli.

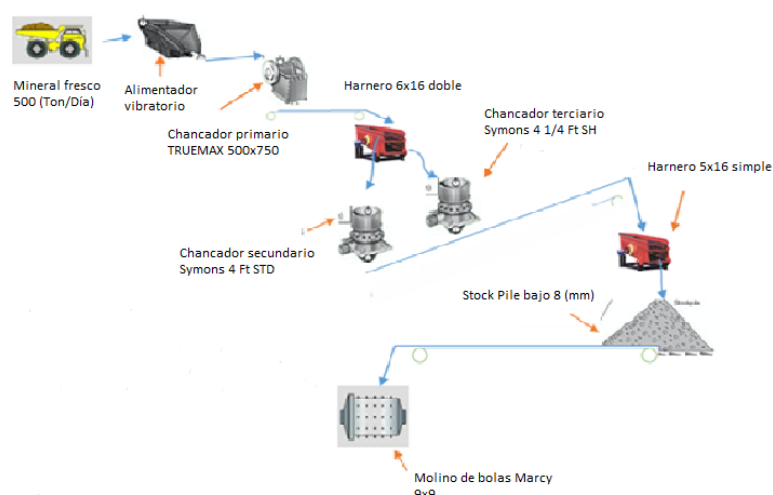


Ilustración 1-2, diagrama de proceso área de chancado y molienda, Planta Pullalli, CEMIN

Fuente: CEMIN Holding minero.

Debido a que en los procesos mineros, los minerales son finitos, y las capacidades de los emplazamientos también lo son, la compañía comienza a realizar evaluaciones para cambiar su proceso durante el año 2018 en consecuencia a la disminución de la ley de oro en el mineral procedente de la mina subterránea y el pronto agotamiento del volumen efectivo del tranque de relaves, la empresa evaluó la factibilidad técnico-económica de utilizar la técnica de lixiviación en pilas, como su nuevo proceso productivo, principalmente por dos razones. La primera, es que la lixiviación en pilas no genera relaves, y la segunda, es que este proceso permite trabajar con mineral de leyes más bajas, debido a la significativa reducción

de costos de operación que presenta este proceso, lo que implica a su vez, un aumento en los años de operación de la planta.

Este proceso resulto ser factible económicamente, y durante el año 2019 se crea una Planta piloto, Ilustración 1-3, para procesar mineral de baja ley (menor a 2 gr/Ton), llamado HEAP, en donde se crea todo el emplazamiento para aglomerar, apilar, lixiviar y adsorber el oro del mineral. Solo se realiza inversión en esta Planta Piloto, ya que se utiliza la misma planta de chancado, pero con una configuración diferente que no presenta grandes desafíos de ingeniería, (retiro de mallas inferiores de harnero secundario, y ajuste de chancador terciario a 8 mm)



Ilustración 1-3, Planta Piloto de aglomerado y lixiviación en pilas

Fuente: Fotografía Ricardo Poblete, Metalurgista Planta, 14/11/20

Otro antecedente importante es que la detención del área de molienda está condicionada por el cierre del relave de la compañía, el cual tiene permiso para depositar hasta el 17 de septiembre de 2023.

#### 1.1.1. Proyecto COP

Para dar solución a las problemáticas de la compañía, y en función al buen resultado de la Planta Piloto de lixiviación en pilas, la compañía crea el proyecto COP (Continuidad Operacional Pullalli), el cual tiene el objetivo principal el cambio del proceso productivo.

Para esto se crea una declaración de impacto ambiental del proyecto, la cual fue aprobada con fecha 11 de abril de 2023 por la Comisión de Evaluación Ambiental (COEVA) de Valparaíso, por lo que se habilita la continuidad operacional de Planta

Pullalli hasta el año 2028, modificando paulatinamente su proceso productivo desde una lixiviación por agitación a una lixiviación en pilas, Ilustración 1-4.

Aun así, encontrándose aprobado el proyecto, aún no se inician los trabajos de ampliación de la nueva planta, debiendo pasar la antes mencionada planta piloto, a ser el único medio productivo a partir del 17 de septiembre de 2023, fecha de cierre para el relave en pasta de la compañía.

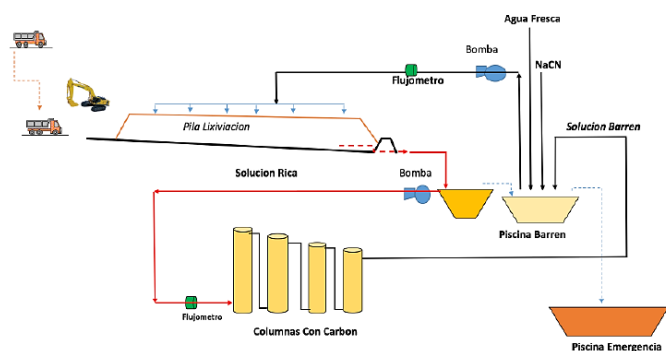


Ilustración 1-4, Diagrama del proceso productivo de la planta piloto

Fuente: CEMIN Holding minero.

#### 1.1.2. Equipos principales Planta Pullalli

La planta de procesamiento logra su objetivo gracias a diversos procesos productivos que involucran una gama de equipos que cada uno cumple funciones diferentes, por lo que cada activo posee características operacionales, de falla y reparación distintas, los cuales son registrados y almacenados en el módulo PM del ERP SAP, en donde se generan los avisos, ordenes de trabajo y demás actividades que logran una buena gestión y el correcto funcionamiento de la planta. A continuación, se muestran en la Tabla 1-1 y Tabla 1-2. un listado de los activos de las áreas que continuaran su operación a partir del 17 de septiembre de 2023, las cuales son la planta de chancado, planta de aglomerado, pilas de lixiviación y área de adsorción.

Comentado [VM1]:

Comentado [BOI(2R1)]:

Tabla 1-1, Equipos área Chancado

Equipos Area de Chancado	
N°SAP	NOMBRE EQUIPO
10701	CHANCADOR PRIMARIO 500X750 MM N° 1
10932	CHANCADOR SECUNDARIO SYMON'S 4'STD-N°2
11048	CHANCADOR 3° SYMON'S 4 1/4' N°1
10995	DETECTOR DE METALES
11200	COMPRESOR GA30 PLUS ATLAS COPCO
10711	BUZÓN PRIMARIO CAPACIDAD 250 TNS
10712	ALIMENTADOR PRIMARIO VIBRATORIO 13' X 7'
10715	BUZÓN SECUNDARIO 150 NS (COMPRAS)
10716	ALIMENTADOR SECUNDARIO 6' X 2'
10722	CINTA TRANSPORTADORA N° 1, ANCHO 36"
10723	CINTA TRANSPORTADORA N° 2, ANCHO 36"
10724	CINTA TRANSPORTADORA N° 3, ANCHO 36"
10725	CINTA TRANSPORTADORA N° 4, ANCHO 30"
10726	CINTA TRANSPORTADORA N° 5, ANCHO 30"
10728	ALIMENTADOR TERCARIO 4' X 2' CORREA CT6
10730	CINTA TRANSPORTADORA N° 7, ANCHO 30"
10731	CINTA TRANSPORTADORA N° 8, ANCHO 20"
10732	CINTA TRANSPORTADORA N° 9, ANCHO 24"
10733	SILO N° 1 STOCK PILE 10 M X 10 M X 5 M
10734	ELECTRO IMÁN 1 S/MARCA
10735	ELECTRO IMÁN 2 RAPID MAGNETIC TSF 30
10911	HARNERO 1° 6'X16' DOBLE DECK N° 1
10931	HARNERO SECUNDARIO 6'X16' ALLIS CHALMERS
10740	CORTADOR DE MUESTRA TIPO VEZIN
10742	PESÓMETRO SIEMENS MILLTRONICS BWC 500

Fuente: Cia Minera Pullalli, CEMIN

Tabla 1-2, equipos Planta Piloto

Equipos Planta Piloto	
N°SAP	NOMBRE EQUIPO
11037	BUZÓN DE ALIMENTACIÓN DE MINERAL
31630	ALIMENTADOR DE TRASPASO
11026	CINTA TRANSPORTADORA ALIMENTACIÓN N° 1
11039	BUZON DE CAL
31632	ALIMENTADOR DE TORNILLO DE CAL
11038	BUZON DE CEMENTO
31631	ALIMENTADOR DE TORNILLO BUZÓN DE CEMENTO
11027	TAMBOR AGLOMERADOR
11028	CINTA TRANSPORTADORA DESCARGA N° 2
11029	TABLERO CONTROL AGLOMERADO
11040	BOMBA SUMERGIBLE ALIMENTACIÓN
11031	BOMBA DE RIEGO N° 1
11032	BOMBA DE RIEGO N° 2
11030	TABLERO CONTROL BOMBAS PLANTA PILOTO
11033	BOMBA DE IMPULSIÓN DE PLS N° 3
11034	BOMBA DE IMPULSIÓN DE PLS N° 4
11242	COLUMNA DE ADSORCION N° 1
11243	COLUMNA DE ADSORCION N° 2
11244	COLUMNA DE ADSORCION N° 3
11245	COLUMNA DE ADSORCION N° 4
11246	TRAMPA FILTRO DE CARBON
11035	ESTANQUE DE SOLUCIÓN DE CIANURO

Fuente: Cia Minera Pullalli, CEMIN

## **1.2. SELECCIÓN DE UN EQUIPO CRÍTICO**

Una vez identificados los equipos que continuaran en operación, y gracias a la información obtenida en la compañía, se ordena, clasifica y se analiza esta información.

Para esto se filtrará la información obtenida como primera etapa, luego se identificarán las actividades de mantenimiento programado de los equipos, para luego calcular el tiempo promedio de reparación (MTTR) e identificando el total de fallas.

### **1.2.1. Datos recopilados**

Los datos recopilados del sistema de gestión de la compañía, ERP SAP, corresponden a las intervenciones tanto programadas como no programadas en todas las áreas y activos de la compañía, correspondientes a las ejecutadas entre enero de 2020 y junio de 2023.

Dentro de esta información se registran las fallas de los equipos, el número de Orden de trabajo, una breve descripción de la actividad, fecha y hora de inicio, fecha y hora de termino, y los costos reales de la actividad.

Además, es necesario cuantificar el tiempo total de operación de los equipos dentro del rango de fechas a analizar. Para esto, a diferencia del proceso de molienda, los tiempos de operación del chancado y el aglomerado son los mismos, por lo tanto la determinación de las horas totales se simplifica a un solo cálculo.

### **1.2.2. Total de intervenciones**

Un punto importante en la creación de un diagrama Jack Knife o diagrama de dispersión logarítmica, para determinar el activo crítico, es cuantificar la totalidad de las intervenciones no programadas realizadas a los activos, para esto se filtran todas las órdenes del registro que correspondan a no programadas, en este caso la clase de orden MT02, Ilustración 1-5 se utiliza la función contar y se registra la totalidad de eventos.

Texto breve	Clase de orden	Autor
AJUSTAR RASPADOR CINTA 2 AGLOMERADO	MT02	PARAYA
CAMBIO CORREAS TRASMISIÓN CT 2 STAKER	MT02	RCORTES
CAMBIO REDUCTOR CT N°2 AGLOERADO	MT02	PARAYA
REEMP RODMTO TAMBOR COLA CORREA DESC	MT02	LLOERO
CAMBIO DE GUARDERA CINTA N°2 STACKER	MT02	PARAYA
CAMBIO RODAMIENTO CINTA N°2 PTA AGLOMERA	MT02	PARAYA
REPARACION COLUMNA 1 P.PILOTO	MT02	MCODOCEO
CAMBIO MALLA COLUMNA N°1 PTA PILOTO	MT02	PARAYA
CAMBIO DE MALLA COLUMNA 2 PTA PILOTO	MT02	PARAYA
CAMBIO DE MALLA COLUMNA 3 PTA PILOTO	MT02	PARAYA
ASEGURAR ESCL TK CIANURO (HALLAZGO 497)	MT02	LLOERO
CAMBIO DE CABEZAL BOMBA DOSIF. CIANURO	MT02	LLOERO
REEMP CONTACTOR TABLERO CT- AGLOMERADOR	MT02	LLOERO

Ilustración 1-5, Clase de orden en sistema SAP

Fuente: Cia Minera Pullalli, CEMIN

### 1.2.3. Tiempo total de reparación

Otro punto importante del diagrama es cuantificar el tiempo total de reparación de los activos durante el periodo a analizar, sin discriminar cuantas o la duración de estas, solo realizar una suma de las horas. Para esto se toma la fecha y hora de inicio a término de la intervención, y se suman cada uno de los tiempos, Ilustración 1-6.

Equipo	Denominación de objeto técnico	Ubicación té	Denominación	Orden	encia	Fecha entrada	Fecha inicio real	Hora inicio real	Fecha real de fin de la orden	Fin real (hora)
10712	ALIMENTADOR PRIMARIO VIBRATORIO 13' X 7'	C-PUL-PLS-S-PROCESO D	818974	1-2021	25-07-2020	28-12-2020	8:00:00	28-12-2020	12:35:29	
10712	ALIMENTADOR PRIMARIO VIBRATORIO 13' X 7'	C-PUL-PLS-S-PROCESO D	826515	1-2020	17-12-2020	17-12-2020	8:00:00	17-12-2020	16:52:22	
10712	ALIMENTADOR PRIMARIO VIBRATORIO 13' X 7'	C-PUL-PLS-S-PROCESO D	845252	1-2021	07-12-2021	21-12-2021	8:00:00	21-12-2021	10:26:27	
10712	ALIMENTADOR PRIMARIO VIBRATORIO 13' X 7'	C-PUL-PLS-S-PROCESO D	825965	1-2020	07-12-2020	13-12-2020	10:00:00	13-12-2020	12:00:00	
10712	ALIMENTADOR PRIMARIO VIBRATORIO 13' X 7'	C-PUL-PLS-S-PROCESO D	825622	1-2020	03-12-2020	03-12-2020	8:00:00	03-12-2020	11:00:00	
10712	ALIMENTADOR PRIMARIO VIBRATORIO 13' X 7'	C-PUL-PLS-S-PROCESO D	825548	1-2020	02-12-2020	06-12-2020	9:00:00	06-12-2020	12:00:00	
10712	ALIMENTADOR PRIMARIO VIBRATORIO 13' X 7'	C-PUL-PLS-S-PROCESO D	825110	1-2020	23-11-2020	18-11-2020	19:00:00	18-11-2020	20:00:00	
10712	ALIMENTADOR PRIMARIO VIBRATORIO 13' X 7'	C-PUL-PLS-S-PROCESO D	824889	1-2020	16-11-2020	21-11-2020	8:00:00	21-11-2020	10:00:00	
10712	ALIMENTADOR PRIMARIO VIBRATORIO 13' X 7'	C-PUL-PLS-S-PROCESO D	819612	1-2020	04-08-2020	17-11-2020	8:00:00	18-11-2020	18:00:00	
10712	ALIMENTADOR PRIMARIO VIBRATORIO 13' X 7'	C-PUL-PLS-S-PROCESO D	823354	1-2020	19-10-2020	12-10-2020	8:00:00	12-10-2020	15:02:44	
11048	CHANCADOR 3° SYMONS 4 1/4' N°1	C-PUL-PLS-S-PROCESO D	867094	1-2023	23-05-2023	16-05-2023	0:00:00	16-05-2023	18:56:58	
11048	CHANCADOR 3° SYMONS 4 1/4' N°1	C-PUL-PLS-S-PROCESO D	866961	1-2023	18-05-2023	15-05-2023	0:00:00	15-05-2023	18:52:23	
11048	CHANCADOR 3° SYMONS 4 1/4' N°1	C-PUL-PLS-S-PROCESO D	849819	1-2022	31-03-2022	31-03-2022	8:00:00	31-03-2022	10:00:00	
11048	CHANCADOR 3° SYMONS 4 1/4' N°1	C-PUL-PLS-S-PROCESO D	865169	1-2023	24-03-2023	22-03-2023	12:00:00	22-03-2023	14:17:02	
11048	CHANCADOR 3° SYMONS 4 1/4' N°1	C-PUL-PLS-S-PROCESO D	864876	1-2023	17-03-2023	15-03-2023	10:00:00	15-03-2023	14:00:26	
11048	CHANCADOR 3° SYMONS 4 1/4' N°1	C-PUL-PLS-S-PROCESO D	849071	1-2022	15-03-2022	15-03-2022	8:00:00	16-03-2022	14:00:00	
11048	CHANCADOR 3° SYMONS 4 1/4' N°1	C-PUL-PLS-S-PROCESO D	863892	1-2023	21-02-2023	21-02-2023	8:00:00	21-02-2023	14:00:07	
11048	CHANCADOR 3° SYMONS 4 1/4' N°1	C-PUL-PLS-S-PROCESO D	863712	1-2023	17-02-2023	14-02-2023	10:00:00	14-02-2023	18:00:00	
11048	CHANCADOR 3° SYMONS 4 1/4' N°1	C-PUL-PLS-S-PROCESO D	847957	1-2022	14-02-2022	14-02-2022	13:00:00	14-02-2022	19:00:00	
11048	CHANCADOR 3° SYMONS 4 1/4' N°1	C-PUL-PLS-S-PROCESO D	847095	1-2022	17-01-2022	15-01-2022	8:00:00	15-01-2022	10:55:18	
10933	CHANCADOR PRIM 500X750MM N°2 (T/MTTO)	C-PUL-PLS-S-PROCESO D	846379	1-2022	30-12-2021	30-12-2021	8:00:00	30-12-2021	13:00:08	
10933	CHANCADOR PRIM 500X750MM N°2 (T/MTTO)	C-PUL-PLS-S-PROCESO D	846352	1-2021	29-12-2021	26-12-2021	8:00:00	26-12-2021	10:17:04	
10933	CHANCADOR PRIM 500X750MM N°2 (T/MTTO)	C-PUL-PLS-S-PROCESO D	826351	1-2020	15-12-2020	15-12-2020	8:00:00	15-12-2020	10:00:00	
10933	CHANCADOR PRIM 500X750MM N°2 (T/MTTO)	C-PUL-PLS-S-PROCESO D	826019	1-2020	08-12-2020	08-12-2020	15:35:25	08-12-2020	12:55:52	

Ilustración 1-6, Datos recopilados en SAP PM

Fuente: Cia. Minera Pullalli, CEMIN

### 1.2.4. Costos de intervención

Cuantificar los costos de las intervenciones es un punto importante, ya que nos puede entregar otro punto de vista en cuanto a la selección del activo crítico, graficando un diagrama de dispersión enfocado a los costos. Para esto se realiza la suma de todos los costos reales de intervención en los equipos, información disponible en el registro Ilustración 1-7.

Equipo	Denominación de objeto técnico	Ubicación té	Denominación	Orden	ran	Fin programa	Tota general	Total general (real)	Moneda
10712	ALIMENTADOR PRIMARIO VIBRATORIO 13' X 7'	C-PUL-PLS-S	PROCESO D	818974	120	19-01-2021	97.965	82.935	CLP
10712	ALIMENTADOR PRIMARIO VIBRATORIO 13' X 7'	C-PUL-PLS-S	PROCESO D	826515	120	17-12-2020	45.252	80.161	CLP
10712	ALIMENTADOR PRIMARIO VIBRATORIO 13' X 7'	C-PUL-PLS-S	PROCESO D	845252	121	31-12-2021	50.466	55.327	CLP
10712	ALIMENTADOR PRIMARIO VIBRATORIO 13' X 7'	C-PUL-PLS-S	PROCESO D	825965	120	07-12-2020	26.211	37.848	CLP
10712	ALIMENTADOR PRIMARIO VIBRATORIO 13' X 7'	C-PUL-PLS-S	PROCESO D	825622	120	03-12-2020	30.168	53.441	CLP
10712	ALIMENTADOR PRIMARIO VIBRATORIO 13' X 7'	C-PUL-PLS-S	PROCESO D	825548	120	02-12-2020	15.084	26.720	CLP
10712	ALIMENTADOR PRIMARIO VIBRATORIO 13' X 7'	C-PUL-PLS-S	PROCESO D	825110	120	23-11-2020	49.762	51.251	CLP
10712	ALIMENTADOR PRIMARIO VIBRATORIO 13' X 7'	C-PUL-PLS-S	PROCESO D	824889	120	16-11-2020	39.568	42.548	CLP
10712	ALIMENTADOR PRIMARIO VIBRATORIO 13' X 7'	C-PUL-PLS-S	PROCESO D	819612	120	17-11-2020	55.256	58.238	CLP
10712	ALIMENTADOR PRIMARIO VIBRATORIO 13' X 7'	C-PUL-PLS-S	PROCESO D	823364	120	19-10-2020	45.252	173.304	CLP
10933	CHANCADOR PRIM 500X750MM N°2 (T/MTTO)	C-PUL-PLS-S	PROCESO D	823363	120	19-10-2020	30.168	115.536	CLP
10933	CHANCADOR PRIM 500X750MM N°2 (T/MTTO)	C-PUL-PLS-S	PROCESO D	841699	121	27-09-2021	28.440	32.568	CLP
10933	CHANCADOR PRIM 500X750MM N°2 (T/MTTO)	C-PUL-PLS-S	PROCESO D	840876	121	13-09-2021	28.440	12.203	CLP
10933	CHANCADOR PRIM 500X750MM N°2 (T/MTTO)	C-PUL-PLS-S	PROCESO D	820582	120	24-08-2020	15.084	45.244	CLP
10933	CHANCADOR PRIM 500X750MM N°2 (T/MTTO)	C-PUL-PLS-S	PROCESO D	820502	120	25-08-2020	45.252	135.733	CLP
10933	CHANCADOR PRIM 500X750MM N°2 (T/MTTO)	C-PUL-PLS-S	PROCESO D	820388	120	20-08-2020	30.168	90.488	CLP
10933	CHANCADOR PRIM 500X750MM N°2 (T/MTTO)	C-PUL-PLS-S	PROCESO D	819847	120	14-08-2020	1.664.304	1.936.223	CLP
10933	CHANCADOR PRIM 500X750MM N°2 (T/MTTO)	C-PUL-PLS-S	PROCESO D	836008	121	16-06-2021	56.880	63.914	CLP
10933	CHANCADOR PRIM 500X750MM N°2 (T/MTTO)	C-PUL-PLS-S	PROCESO D	817354	120	20-06-2020	57.734	35.108	CLP
10933	CHANCADOR PRIM 500X750MM N°2 (T/MTTO)	C-PUL-PLS-S	PROCESO D	817060	120	13-06-2020	849.786	1.515.326	CLP
10933	CHANCADOR PRIM 500X750MM N°2 (T/MTTO)	C-PUL-PLS-S	PROCESO D	816956	120	08-06-2020	39.868	39.868	CLP
10933	CHANCADOR PRIM 500X750MM N°2 (T/MTTO)	C-PUL-PLS-S	PROCESO D	813132	120	15-05-2020	45.252	389.422	CLP
10933	CHANCADOR PRIM 500X750MM N°2 (T/MTTO)	C-PUL-PLS-S	PROCESO D	815793	120	10-05-2020	45.252	389.422	CLP
10933	CHANCADOR PRIM 500X750MM N°2 (T/MTTO)	C-PUL-PLS-S	PROCESO D	833269	121	21-04-2021	14.220	10.707	CLP

Fuente: Cia. Minera Pullalli, CEMIN

Ilustración 1-7, Costos de intervención en los equipos

### 1.3. ELABORACIÓN DE DIAGRAMA DE DISPERSIÓN LOGARÍTMICA

Una vez identificados los datos, se organiza la información disponible en una tabla de costos, ya que los tiempos totales de intervención no son confiables para identificar el equipo crítico.

Para el desarrollo del grafico en función a los tiempos de reparación, se tomará un valor aproximado a las horas de operación durante los años 2020 a 2023, considerando que los equipos operan alrededor de 12 horas diarias en chancado y planta aglomerado. Realizado el cálculo, las horas totales de operación corresponden a 13140 horas aproximadamente, Tabla 1-3.

Tabla 1-3, Datos de falla en base a tiempos de intervención

N°SAP	NOMBRE EQUIPO	TTR (hr)	TOTAL FALLAS
10701	CHANCADOR PRIMARIO 500X750 MM N° 1	570,0	109
10932	CHANCADOR SECUNDARIO SYMON'S 4'STD-N°2	277,4	50
11048	CHANCADOR 3° SYMON'S 4 1/4' N°1	12286131,0	77
10995	DETECTOR DE METALES	1,0	1
11200	COMPRESOR GA30 PLUS ATLAS COPCO	1,0	1
10711	BUZÓN PRIMARIO CAPACIDAD 250 TNS	58,0	17
10712	ALIMENTADOR PRIMARIO VIBRATORIO 13' X 7'	556,1	82
10715	BUZÓN SECUNDARIO 150 NS (COMPRAS)	12,7	2
10716	ALIMENTADOR SECUNDARIO 6' X 2'	1,0	1
10722	CINTA TRANSPORTADORA N° 1, ANCHO 36"	180,8	30
10723	CINTA TRANSPORTADORA N° 2, ANCHO 36"	615,6	46
10724	CINTA TRANSPORTADORA N° 3, ANCHO 36"	112,9	42
10725	CINTA TRANSPORTADORA N° 4, ANCHO 30"	167,5	42
10726	CINTA TRANSPORTADORA N° 5, ANCHO 30"	62,2	13
10728	ALIMENTADOR TERCARIO 4' X 2' CORREA CT6	5,3	3
10730	CINTA TRANSPORTADORA N° 7, ANCHO 30"	105,4	19
10731	CINTA TRANSPORTADORA N° 8, ANCHO 20"	113,3	30
10732	CINTA TRANSPORTADORA N° 9, ANCHO 24"	30,7	6
10733	SILO N° 1 STOCK PILE 10 M X 10 M X 5 M	4,0	1
10734	ELECTRO IMÁN 1 S/MARCA	1,0	1
10735	ELECTRO IMÁN 2 RAPID MAGNETIC TSF 30	1,0	1
10911	HARNERO 1° 6'X16' DOBLE DECK N° 1	614,2	102
10931	HARNERO SECUNDARIO 6'X16' ALLIS CHALMERS	331,1	109
10740	CORTADOR DE MUESTRA TIPO VEZIN	71,6	18
10742	PESÓMETRO SIEMENS MILLTRONICS BWC 500	1,0	1
11037	BUZÓN DE ALIMENTACIÓN DE MINERAL	1,4	1
31630	ALIMENTADOR DE TRASPASO	19,0	3
11026	CINTA TRANSPORTADORA ALIMENTACIÓN N° 1	52,0	7
11039	BUZON DE CAL	3,0	1
31632	ALIMENTADOR DE TORNILLO DE CAL	9,0	4
11038	BUZON DE CEMENTO	2,0	1
31631	ALIMENTADOR DE TORNILLO BUZÓN DE CEMENTO	129,8	2
11027	TAMBOR AGLOMERADOR	58,0	5,0
11028	CINTA TRANSPORTADORA DESCARGA N° 2	97,9	14,0
11029	TABLERO CONTROL AGLOMERADO	30,8	2,0
11040	BOMBA SUMERGIBLE ALIMENTACIÓN	2,7	1
11031	BOMBA DE RIEGO N° 1	1,0	1
11032	BOMBA DE RIEGO N° 2	1,0	1
11030	TABLERO CONTROL BOMBAS PLANTA PILOTO	4,0	1,0
11033	BOMBA DE IMPULSIÓN DE PLS N° 3	1,0	1
11034	BOMBA DE IMPULSIÓN DE PLS N° 4	1,0	1
11242	COLUMNA DE ADSORCION N° 1	16,2	2,0
11243	COLUMNA DE ADSORCION N° 2	1,0	1,0
11244	COLUMNA DE ADSORCION N° 3	3,2	1,0
11245	COLUMNA DE ADSORCION N° 4	1,0	1
11246	TRAMPA FILTRO DE CARBON	1,0	1
11035	ESTANQUE DE SOLUCIÓN DE CIANURO	7,1	2,0

Fuente: Elaboración propia en base a datos recopilados

En cuanto al desarrollo del gráfico en función a los costos de mantenimiento, se realizará la sumatoria de los costos y luego se calculará un promedio de costo por intervención, Tabla 1-4.

Tabla 1-4, Datos de falla en base a costos de intervención

N°SAP	NOMBRE EQUIPO	FALLAS	Costo totales
10701	CHANCADOR PRIMARIO 500X750 MM N° 1	109	\$ 12.286.131
10932	CHANCADOR SECUNDARIO SYMON'S 4'STD-N°2	50	\$ 11.091.206
11048	CHANCADOR 3° SYMON'S 4 1/4' N°1	128	\$ 25.069.132
10995	DETECTOR DE METALES	1	\$ -
11200	COMPRESOR GA30 PLUS ATLAS COPCO	1	\$ -
10711	BUZÓN PRIMARIO CAPACIDAD 250 TNS	17	\$ 1.708.653
10712	ALIMENTADOR PRIMARIO VIBRATORIO 13' X 7'	82	\$ 6.585.041
10715	BUZÓN SECUNDARIO 150 NS (COMPRAS)	2	\$ 248.996
10716	ALIMENTADOR SECUNDARIO 6' X 2'	1	\$ -
10722	CINTA TRANSPORTADORA N° 1, ANCHO 36"	30	\$ 8.159.012
10723	CINTA TRANSPORTADORA N° 2, ANCHO 36"	46	\$ 4.306.852
10724	CINTA TRANSPORTADORA N° 3, ANCHO 36"	42	\$ 2.981.922
10725	CINTA TRANSPORTADORA N° 4, ANCHO 30"	42	\$ 2.607.680
10726	CINTA TRANSPORTADORA N° 5, ANCHO 30"	13	\$ 1.056.563
10728	ALIMENTADOR TERCIARIO 4' X 2' CORREA CT6	3	\$ 257.288
10730	CINTA TRANSPORTADORA N° 7, ANCHO 30"	19	\$ 1.354.779
10731	CINTA TRANSPORTADORA N° 8, ANCHO 20"	30	\$ 1.791.132
10732	CINTA TRANSPORTADORA N° 9, ANCHO 24"	6	\$ 958.608
10733	SILO N° 1 STOCK PILE 10 M X 10 M X 5 M	1	\$ -
10734	ELECTRO IMÁN 1 S/MARCA	1	\$ -
10735	ELECTRO IMÁN 2 RAPID MAGNETIC TSF 30	1	\$ -
10911	HARNERO 1° 6'X16' DOBLE DECK N° 1	102	\$ 17.512.917
10931	HARNERO SECUNDARIO 6'X16' ALLIS CHALMERS	109	\$ 15.967.442
10740	CORTADOR DE MUESTRA TIPO VEZIN	18	\$ 806.457
10742	PESÓMETRO SIEMENS MILLTRONICS BWC 500	1	\$ -
11037	BUZÓN DE ALIMENTACIÓN DE MINERAL	1	\$ 34.669
31630	ALIMENTADOR DE TRASPASO	3	\$ 309.394
11026	CINTA TRANSPORTADORA ALIMENTACIÓN N° 1	7	\$ 679.397
11039	BUZON DE CAL	1	\$ 24.426
31632	ALIMENTADOR DE TORNILLO DE CAL	4	\$ 187.697
11038	BUZON DE CEMENTO	1	\$ 25.803
31631	ALIMENTADOR DE TORNILLO BUZÓN DE CEMENTO	2	\$ 79.178
11027	TAMBOR AGLOMERADOR	5	\$ 203.628
11028	CINTA TRANSPORTADORA DESCARGA N° 2	14	\$ 2.871.225
11029	TABLERO CONTROL AGLOMERADO	2	\$ 41.330
11040	BOMBA SUMERGIBLE ALIMENTACIÓN	1	\$ 63.289
11031	BOMBA DE RIEGO N° 1	1	\$ -
11032	BOMBA DE RIEGO N° 2	1	\$ -
11030	TABLERO CONTROL BOMBAS PLANTA PILOTO	1	\$ 33.788
11033	BOMBA DE IMPULSIÓN DE PLS N° 3	1	\$ -
11034	BOMBA DE IMPULSIÓN DE PLS N° 4	1	\$ -
11242	COLUMNA DE ADSORCION N° 1	2	\$ 237.651
11243	COLUMNA DE ADSORCION N° 2	1	\$ 46.719
11244	COLUMNA DE ADSORCION N° 3	1	\$ 140.158
11245	COLUMNA DE ADSORCION N° 4	1	\$ -
11246	TRAMPA FILTRO DE CARBON	1	\$ -
11035	ESTANQUE DE SOLUCIÓN DE CIANURO	2	\$ 319.604

Fuente: Elaboración propia en base a datos recopilados

### 1.3.1. Diagrama de dispersión logarítmica (Jack Knife)

Gracias a la información disponible se realiza diagrama en base a las horas de reparación, en donde se identifica una incongruencia de los datos, ya que las notificaciones de ordenes no eran efectivas, por ejemplo, se identifica la correa transportadora N°2 como equipo crítico, lo cual en la práctica no es real.

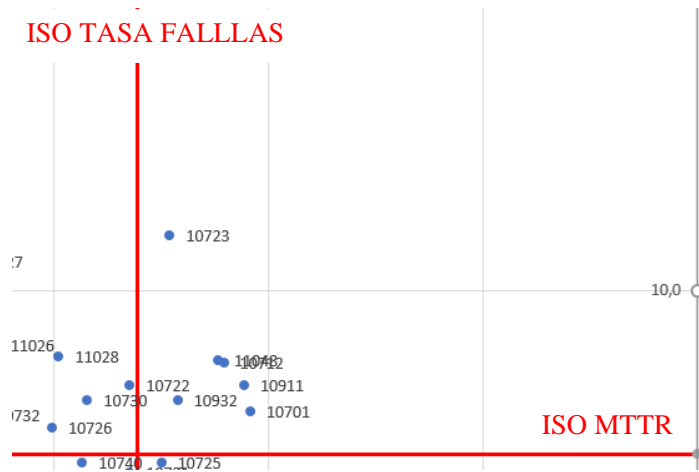


Ilustración 1-8, Diagrama de dispersión logarítmica en base a tiempos de reparación

Fuente: Elaboración Propia en base a datos recopilados

**Comentado [VM3]:** Falta indicar que son el eje X y el eje Y.

Organizada toda la información disponible, se analizan los datos obtenidos, por lo que se opta por seleccionar un diagrama de dispersión logarítmica en base a los costos de intervención de los equipos, ya que la calidad del dato en las horas de las fallas como se dijo anteriormente, no es totalmente confiable, en cambio los costos están directamente relacionados a los materiales, servicios, HH y otros ítems que influyen en las intervenciones.

**Comentado [VM4]:** Hay dos espacios entre la Fuente y el párrafo siguiente.

Realizado el diagrama de dispersión en base a los costos en donde el eje “x” indica costos promedio de intervención y el eje “y” indica la cantidad de fallas, Ilustración 1-10, destacan los equipos de la sección superior derecha, 11048, 10701, 10931, 10911 y 10932, en el punto 1.4 se realiza mayor enfoque en la parte superior derecha.

Mayor cantidad de fallas - Costos mas bajos	Mayor cantidad de fallas - Costos mas elevados
Menor cantidad de fallas - Costos mas bajos	Menor cantidad de fallas - Costos mas elevados

Ilustración 1-9, Disposición de cuadrantes en diagrama de dispersión en base a costos

Fuente: elaboración propia

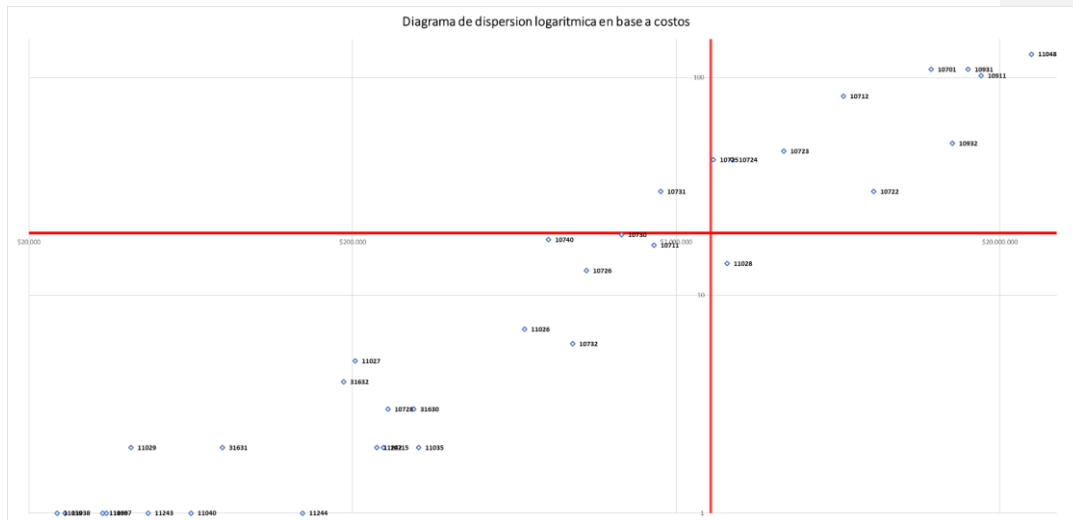


Ilustración 1-10, Diagrama de dispersión logarítmica en base a costos de intervención

Fuente: Elaboración Propia en base a datos recopilados

**Comentado [VM5]:** Falta indicar que es eje X y eje Y  
Que significa cada cuadrante.

#### 1.4. SELECCIÓN DEL EQUIPO CRÍTICO

Obtenido el diagrama de dispersión logarítmica con los datos procesados, se analiza el cuadrante superior derecho del gráfico como se muestra en la Ilustración 1-11. De este cuadrante destaca el equipo 11048 que posee los costos más altos y de igual manera la mayor cantidad de fallas durante el periodo estudiado, este activo corresponde al chancador terciario del área de chancado, modelo SYMONS 4 ¼ ft SH.

**Comentado [VM6]:** Hay un espacio de separación



Ilustración 1-11, Diagrama ampliado

Fuente: Elaboración propia en base a datos recopilados

Además, es importante mencionar que el activo seleccionado, posee un equipo de similares condiciones operacionales y mantenimiento, el cual es el chancador secundario Symons 4 FT STD, Ilustración 1-12, por lo que proponer un plan de mantenimiento para el activo crítico, puede ser fácilmente utilizado en el equipo semejante, dejando así una homologación de actividades, por lo tanto mejorando indicadores de este activo.



Ilustración 1-12, Chancadores de cono Symons 4 ft y 4 1/4 ft

Fuente: Fotografía elaboración propia, 12-10-2022.

**CAPÍTULO 2: SELECCIÓN DE TAREAS**



## 2. SELECCIÓN DE TAREAS

En este capítulo se determinarán las actividades de mantenimiento mediante algunos tópicos del mantenimiento centrado en la confiabilidad, el contexto operacional de compañía, manual de servicio o mantenimiento del equipo seleccionado buscando jerarquizar y organizar las tareas con una hoja de decisión RCM.

Comentado [VM7]: Ingresar espacio

### 2.1. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

El equipo seleccionado es un chancador de cono el que se clasifica como un equipo de trituración del área de chancado, tiene como función (ver FMEA) la disminución de la granulometría del mineral, la cual se produce entre dos piezas una móvil y una fija, la reducción y el calibrado de tamaño se realiza a través de la configuración en el espacio entre los dos miembros de chancado del punto más bajo. La trituración ocurre cuando el eje excéntrico gira, debido a lo cual el material se empieza a reducir en tamaño y por consecuente empieza a moverse hacia abajo a través del revestimiento de desgaste hasta llegar a la parte inferior del equipo donde se descarga hacia una correa transportadora.

Es importante mencionar que el equipo seleccionado, Chancador SYMONS 4 1/4 FT STD, Ilustración 2-1, es un equipo de generaciones pasadas, donde el primer modelo fue fabricado en los años 30', no teniendo grandes variaciones, más que sistemas adicionales o cambios de configuración, estando la cabeza estándar y la cabeza corta, en función a los requerimientos operacionales.

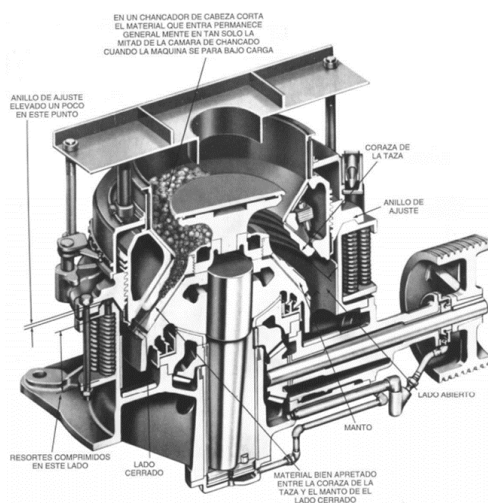


Ilustración 2-1, Chancador Symons 4 1/4 ft sh

Fuente: Manual de servicio chancador de cono Symons 4 1/4', 5 1/2' & 7'

El equipo, sin importar el modelo, posee distintos componentes que no varían por la similitud de estos. Cada componente posee una función específica, y es importante para la selección de tareas tener conocimiento de los pesos y tamaños de estos, Ilustración 2-2.

PESO DEL CHANCADOR COMPLETO Y PESOS DE LOS CONJUNTOS QUE REQUIEREN MANIPULACION FRECUENTE	TAMAÑO DEL CHANCADOR			
	4-1/4 PIES	5-1/2 PIES	7 PIES ROBUSTO	7 PIES SUPER ROBUSTO
CHANCADOR COMPLETO	22,589 (49,800)	43,863 (96,700)	70,127 (154,600)	89,495 (197,300)
BASTIDOR PRINCIPAL, ANILLO DE AJUSTE, RESORTES, PLACAS DE APOYO DE LA EXCENTRICA, QUICIONERA CAJA DEL CONTRAEJE, CONTRAEJE Y POLEA DEL CHANCADOR	13,926 (30,700)	25,447 (56,100)	38,556 (85,000)	57,698 (127,200)
BASTIDOR PRINCIPAL, ANILLO DE AJUSTE Y RESORTES	10,977 (24,200)	19,686 (43,400)	28,940 (63,800)	48,082 (106,000)
BASTIDOR PRINCIPAL, INCLUSIVE LA TAPA DE LA BASTIDOR PRINCIPAL, BUJE EXTERIOR DE LA EXCENTRICA Y EL RECUBRIMIENTO DE LA BASTIDOR PRINCIPAL	5,489 (12,100)	11,567 (25,500)	18,144 (40,000)	25,084 (55,300)
TAZA, CORAZA DE LA TAZA Y TAPA DE AJUSTE	4,355 (9,600)	9,163 (20,200)	14,334 (31,600)	14,561 (32,100)
CABEZA, EJE PRINCIPAL, MANTO Y PLACA DE LA ALIMENTACION	4,309 (9,500)	9,253 (20,400)	17,237 (38,000)	17,237 (38,000)
CAJA DEL CONTRAEJE, CONTRAEJE Y POLEA DEL CHANCADOR	1,270 (2,800)	2,132 (4,700)	3,175 (7,000)	3,175 (7,000)
EXCENTRICA	1,043 (2,300)	1,905 (4,200)	3,447 (7,600)	3,447 (7,600)
QUICIONERA	635 (1,400)	1,724 (3,800)	2,994 (6,600)	2,994 (6,600)
MANTO	590 (1,300)	1,406 (3,100)	2,268 (5,000)	2,268 (5,000)
CORAZA DE LA TAZA	680 (1,500)	1,542 (3,400)	2,722 (6,000)	2,722 (6,000)

TENIENDO EN CUENTA LA EXISTENCIA DE VARIAS COMBINACIONES DE PIEZAS EN CADA TAMAÑO DE CHANCADOR Y LAS VARIACIONES DE CONSTRUCCION.  
LOS PESOS INDICADOS EN LA TABLA SON SOLO APROXIMADOS.  
TODOS LOS PESOS EN KGS Y LBS.

Ilustración 2-2, Tabla de pesos de chancadores

Fuente: Manual de servicio chancador de cono Symons 4 ¼', 5 ½' & 7'

### 2.1.1. Diagrama funcional

En la Ilustración 2-3, se muestra el diagrama funcional de bloques del chancador Symons 4 ¼ ft SH, en este se aprecia la división de los principales subconjuntos del equipo, en donde se muestra su función, y su interacción con el medio externo, en este diagrama se puede visualizar flechas más destacadas que otras, ya que, si cualquier flecha destacada se ve interrumpida, implica algún tipo de anomalía o falla en el equipo.

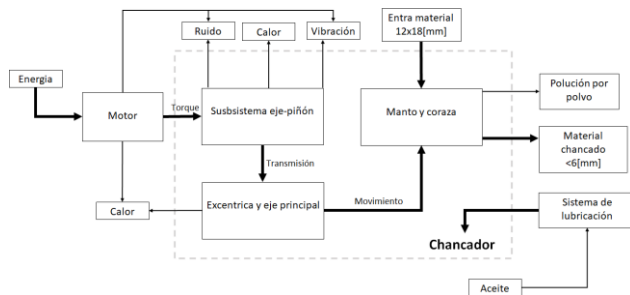


Ilustración 2-3, Diagrama funcional chancador Symons 4 1/4 ft sh

Fuente: Elaboración propia en base a manual de servicio del equipo

### 2.1.1. Condiciones de operación

Las condiciones de operación de un equipo son variables que influyen directamente en el desempeño de este, en sus fallas y modos de falla, ya que, el activo se verá en un contexto de constantes cambios.

Aunque el manual de servicio de un equipo nos entregue un plan de mantenimiento especificado, no contempla las condiciones de operación, ya que en estas puede existir un medioambiente exterior agresivo, la temperatura del ambiente puede ser extrema, o bien se exceden las cargas nominales a las que debe operar el equipo, como también pueden ser demasiado bajas. Todo esto influye en el desempeño del activo, y las fallas que este puede presentar.

El Chancador Symons 4 ¼ ft SH, al igual que toda el área de chancado, está encargado de procesar 500 TON/Día, durante 18 Horas de operación diarias, en donde debe reducir la granulometría del mineral hasta los 8 mm requeridos para el proceso de aglomerado.

El equipo, al igual que la mayoría de las instalaciones del área de chancado, se encuentra operando con un nivel alto de polución por polvo, y con derrames de material constantes en los chutes, además en ocasiones se supera la carga nominal del equipo, lo que produce constantes derrames de mineral, atascamientos de este, provocando fallas como el corte de correas de transmisión, estando el riesgo latente de una falla en el sistema de engranajes del equipo.

Por otro lado, existe un medio ambiente interior agresivo en el equipo, específicamente en el aceite ISO VG 220 o ISO VG 150 que utiliza el equipo, ya que se encuentra expuesto al ingreso de agentes contaminantes, al ocurrir una falla en el anillo de obturación de la quicionera o sello de polvo del equipo que se muestra en la Ilustración el cual cumple la función de empaquetadura del equipo.

Además, el sistema de lubricación del equipo se encuentra en el piso inferior de la instalación, por lo que, al existir derrames, y al operar el equipo, cae mineral y polvo al

sistema de lubricación, y si no se realiza una limpieza constante, los intercambiadores de calor forzados por ventiladores, pueden dejar de funcionar, o bien las bombas de lubricación pueden de igual forma fallar, estando el riesgo latente de falla funcional.

### 2.1.2. Análisis funcional SIPOC del subsistema

SIPOC según sus siglas, Supplier Input Process Output Customer, tiene la función, para efecto de este trabajo, de ser la base para la evaluación de las funciones primarias y secundarias del equipo seleccionado, con el objetivo de analizar estas funciones en otros puntos del capítulo y como afectan sus fallas funcionales.

Realizado el análisis se obtiene la Tabla 2-1 en donde se identifica la función principal del equipo, disminuir la granulometría del mineral, en conjunto a las funciones secundarias.

Tabla 2-1, Análisis SIPOC Chancador Symons 4 1/4 ft sh

<b>Analisis SIPOC Chancador Symons 4 1/4 FT SH</b>				
<b>Proveedores</b>	<b>Entradas</b>	<b>Proceso</b>	<b>Salidas</b>	<b>Cientes</b>
Harnero Primario Allis Chalmers 6x16 FT	Mineral entre 19 (mm) y 8 (mm)	Disminuir granulometria del mineral proveniente del harnero primario, traspasando a cinta transportadora, a no mas de 8 (mm) y a un flujo masico no menor que 27 (TON/Hora)	Mineral triturado a 8 (mm)	Cinta Transportadora N°2
Sistema Lubricacion	Aceite ISO VG 220 o 150- Grasa Mobil Magnolia Drill Compound	Lubricar, refrigerar y transportar particulas de los componentes internos del equipo a una presion no mayor que 20 PSI y una temperatura entre 20 a 40 °C a un flujo no menor que 40 L/min - Mantener lubricacion hilos Bowl para lograr setting requerido por el proceso	Aceite filtrado a temperatura optima y movimiento libre de bowl para ajuste	Mante y Bowl Linner
Sistema Hidraulico	Aceite Tellus 46 o Tellus 68	Mantener bloqueo de bowl a una presion minima de 2000 PSI - Liberar Bowl de inchancables a una presion maxima de 300 BAR Realizar ajuste de equipo a granulometria requerida.	Funcionamiento normal del equipo, sin vibraciones ni ruidos anomalos	Mante y Bowl Linner
Motor electrico	Energia Electrica de la red	Transformar energia electrica en energia mecanica transmitiendo potencia a equipo a una velocidad no menor que 990 RPM y a una potencia no menor que 220 HP	Transmision de potencia y movimiento a contraeje del equipo	Conjunto excentrica

Fuente: Elaboración propia en base a manual de servicio del equipo

## **2.2.IMPLEMENTACIÓN FMEA**

El FMECA (Failure Mode, Effects, Analysis) o en español AMEF (Análisis de Modos de Fallos y Efectos), será utilizado en este trabajo para identificar los modos y efectos de fallo del equipo seleccionado en el capítulo 1, para luego generar una hoja de

información RCM en base al libro “RCM II, Mantenimiento Centrado en Confiabilidad” de John Moubray, que permita seleccionar las tareas de mantenimiento en base a los efectos de las fallas.

Al utilizar la información disponible, y en conjunto con el manual de servicio del equipo, se busca la identificación de los modos de falla del equipo, así como sus efectos, lo cual como se nombró anteriormente permite realizar un plan de tareas robusto y eficaz, que dé solución a la mayoría de las fallas funcionales.

Para comenzar con la implementación del FMEA, primero se identifican las funciones del equipo analizando el SIPOC obtenido y sus fallas funcionales resultando en la Tabla 2-2.

Tabla 2-2, Funciones y fallas funcionales Chancador Symons 4 1/4 ft sh

Funciones y fallas funcionales Chancador Symons 4 1/4 FT SH					
Equipo	Subsistema	Función	Fallas funcionales		
1	1	Mantle y Bowl 1 Disminuir granulometría del mineral proveniente del harnero primario, traspasando a cinta transportadora, a no mas de 8 (mm) y a un flujo masico no menor que 27 (TON/Hora)	B No tritura material a medida deseada		
			C No traspasa material a la correa		
			D Incapaz de procesar el tonelaje		
	2	Sistema de Lubricacion 1 Lubricar, refrigerar y transportar particulas de los componentes internos del equipo a una presion no mayor que 20 PSI y una temperatura entre 20 a 40 °C a un flujo no menor que 40 L/min	A Lubricacion deficiente		
			B Filtrado deficiente de lubricante		
			C Refrigeracion del equipo deficiente		
	3	2	Mantener lubricacion hilos Bowl para lograr setting requerido por el proceso	A No se puede realizar ajuste de equipo	
			Sistema Hidraulico 1 Mantener bloqueo de bowl a una presion entre 1800 y 2500 PSI	A Bowl linner no se bloquea	
		B Presion del sistema fuera del rango			
		2		Liberar Bowl de inchancables a una presion maxima de 300 BAR	A Bowl no se libera de inchancables
				B No se alcanza la presion maxima	
		3	Realizar ajuste de equipo a granulometria requerida.	A No se puede realizar ajuste de equipo	
	B La granulometria no es la adecuada				
4	Sistema de transmision 1 Transformar energia electrica en energia mecanica transmitiendo potencia a equipo a una velocidad no menor que 990 RPM y a una potencia no menor que 220 HP	A Motor electrico no arranca			
		B No se transmite la potencia requerida			
		C No se transmite movimiento a equipo			

Fuente: Elaboración Propia en base a manual de servicio y datos de falla

En la Tabla 2-2 se puede apreciar que tanto el subsistema como la función están con un rotulo numerico y las fallas funcionales están rotuladas con letras, esto se debe a que en la hoja de información RCM se utilizaran estos rótulos para identificar las fallas y a que función corresponden. Después de haber identificado cada falla funcional de su respectiva función se procedió a encontrar cada modo de falla y efecto de falla de dichas fallas funcionales, resultando en la siguiente Tabla 2-3.

Tabla 2-3, Modos y efectos de falla Chancador Symons 4 1/4 ft sh

Modos y Efectos de falla Chancador Symons 4 1/4 FT SH			
Fallas funcionales	Modo de falla	Efecto de falla	
A	No tritura material a medida deseada	1 Corazas con desgaste excesivo	Formación de "cola de pato" en mate, RPM de poste >a 10 RPM
		2 Trinquete suelto o dañado	Movimiento del bowl cuando esta operando
B	No traspasa material a la correa	1 Obstrucción en monturines	El mineral comienza a acumularse hasta sobrepasar la recámara del chancador, puede levantar el eje generando fugas de aceite
		2 Chute de traspaso roto	Derrame de mineral hacia cinta N°2, puede generar desalineamiento de esta o falla de rodamientos en tambor de cola
C	Incapaz de procesar el tonelaje	1 Atascamiento de bowl	Genera derrame de mineral en la parte superior del equipo, puede generar corte de correas de transmisión o atascamiento de bowl
A	Lubricación deficiente	1 Fuga en prensa estopas bomba de aceite	Manchas evidentes de aceite en piso y base de la bomba
		2 Bomba de aceite no impulsa	Alarma de bajo flujo encendida, no permite arrancar chancador
		3 Sobrecalentamiento de chancador	Alta temperatura retorno de aceite y alto consumo de motor
B	Filtrado deficiente de lubricante	1 Filtros obstruidos	Alta presión del sistema de lubricación
		2 Sello de polvo roto	Fuga de aceite en parte inferior de chancador, cinta N°2 manchada de aceite
		3 Filtro estanque sucio	Derrame de aceite por la parte superior del estanque
C	Refrigeración del equipo deficiente	1 Intercambiadores de calor obstruidos	Polvo evidente en intercambiadores, altas temperaturas antes de arrancar chancador
		2 Aceite en mal estado	Aceite degradado y con pérdida de propiedades
A	No se puede realizar ajuste de equipo	1 Bowl agripado	El bowl no realiza movimiento de cierre ni de apertura
		2 Baja presión en sistema de ajuste	Sonidos anómalos en bomba, movimientos no lineales del cilindro de ajuste
		3 Trinquete dañado	Trinquete no puede moverse ni cambiar de posición
A	Bowl liner no se bloquea	1 Cilindros a límite de carrera	Chancador realiza movimientos bruscos a plena operación, puede generar que trinquete se suelte o corte correas de transmisión
		2 Bajo nivel de aceite en el sistema	No se alcanza la presión deseada, además la bomba comienza a cavitarse
		3 Mangueras mal conectadas	Fugas de aceite y aumentos de presión en sectores no deseados
B	Presión del sistema fuera del rango	1 Bajo nivel de aceite en el sistema	No se alcanza la presión deseada, además la bomba comienza a cavitarse
		2 Inchantables presentes en el circuito	Presión del sistema de bloqueo por sobre el rango nominal
		3 Válvula reguladora de presión mal seteadas	Al realizar el bloqueo del bowl no se llega a la presión deseada o se sobrepasa
A	Bowl no se libera de inchantables	1 Bajo nivel de aceite en el sistema	No se alcanza la presión deseada, además la bomba comienza a cavitarse
		2 Bomba no impulsa	Los cilindros no se levantan y no se genera presión
		3 Cilindros dañados	Fugas de aceite y pérdidas de presión
B	No se alcanza la presión máxima	1 Bajo nivel de aceite en el sistema	No se alcanza la presión deseada, además la bomba comienza a cavitarse
		2 Válvula reguladora de presión mal seteadas	Al realizar el bloqueo del bowl no se llega a la presión deseada o se sobrepasa
A	No se puede realizar ajuste de equipo	1 Bowl agripado	El bowl no realiza movimiento de cierre ni de apertura
		2 Baja presión en sistema de ajuste	Al accionar las botonas el cilindro no es capaz de realizar el movimiento del bowl
		3 Trinquete dañado	El trinquete se encuentra dañado, no puede cambiar de posición
B	La granulometría no es la adecuada	1 Sobretamaño de mineral	Alto recirculante en el circuito, puede generar roturas de mallas en harneros
		2 Subtamaño de mineral	Aumenta el consumo de corriente del motor, además mallas inferiores de harneros se tapan
A	Motor eléctrico no arranca	1 Bornes sueltos o cortados	No se genera el arranque del motor, se presenta sobreconsumo
		2 Falla en partidor suave	No se genera arranque en motor, se presenta falla en sala de control
		3 Motor con pérdida de aislamiento	Alta temperatura de motor acompañado de alto amperaje
		4 Rodamientos en mal estado	Ruido y vibraciones anormales, acompañado de alto amperaje
		5 Chancador atascado	Motor arranca pero no es capaz de mover chancador, generando alto consumo de corriente
B	No se transmite la potencia requerida	1 Corte correas de transmisión	Motor arranca y trabaja a bajo consumo, pero el chancador no arranca
		2 Correas de transmisión sueltas	Motor y chancador arrancan, se genera ruido de correas y humo
C	No se transmite movimiento a equipo	1 Falla en piñón de contraeje	Motor arranca y trabaja a bajo consumo, pero el chancador no arranca, solo hay movimiento en polea conducida
		2 Falla en corona de excéntrica	Motor arranca, hay movimiento en polea conducida, ruido anormal pero no existe movimiento del poste.

Fuente: Elaboración propia en base a manual de servicio y datos de falla

Al analizar el FMEA, se puede apreciar todos los efectos que provocan los modos de falla y qué falla funcional pueden derivar dichos modos de falla, junto con lo anterior se puede saber que función es la que se ve afectada.

### 2.2.1. Número Prioridad de Riesgo

Luego de haber identificado los efectos de falla se procedió a calcular el número de prioridad de cada modo de falla para así poder jerarquizarlos para la selección de tareas, el número de prioridad de riesgo se calculó usando la siguiente formula.

$$NPR = Severidad \times Ocurrencia \times Detectabilidad$$

Junto con el uso de la fórmula del número de prioridad se utilizó para asignarle valores a las variables de severidad, ocurrencia y detectabilidad, las tablas entregadas por la norma SAE J1739.

Detección	Criterios: Probabilidad de detección de un modo de falla	Ranking
Casi imposible	No existen controles disponibles para detectar el modo de falla	10
Muy remota	Muy remota probabilidad de que los controles actuales puedan detectar el modo de falla	9
Remota	Remota probabilidad de que los controles actuales puedan detectar el modo de falla	8
Muy baja	Muy baja probabilidad de que los controles actuales puedan detectar el modo de falla	7
Baja	Baja probabilidad de que los controles actuales puedan detectar el modo de falla	6
Moderada	Moderada probabilidad de que los controles actuales puedan detectar el modo de falla	5
Moderadamente alta	Moderadamente alta probabilidad de que los controles actuales puedan detectar el modo de falla	4
Alta	Alta probabilidad de que los controles actuales puedan detectar el modo de falla	3
Muy alta	Muy alta probabilidad de que los controles actuales puedan detectar el modo de falla	2
Casi cierta	Los actuales controles son casi certeros para detectar el modo de falla. Detección confiable	1

Ilustración 2-4, Criterio de probabilidad de detección de fallas

Fuente: Norma SAE J1739

En la Ilustración 2-4, se puede observar los criterios que utiliza la norma para otorgarle un ranking a la detectabilidad de la falla.

Probabilidad de falla	Posible tasa de falla	Ranking
Muy alta: La falla es casi inevitable	≥ 1 en 2	10
	1 en 3	9
Alta: Generalmente asociadas a procesos similares o procesos previos, que presentan fallas con frecuencia	1 en 8	8
	1 en 20	7
Moderada: Generalmente asociadas a procesos similares o procesos previos que experimentan fallas ocasionales, pero no en mayores proporciones	1 en 80	6
	1 en 400	5
	1 en 2.000	4
Bajas: Fallas aisladas asociadas con procesos similares	1 en 15.000	3
Muy baja: Solo fallas aisladas asociadas con procesos casi idénticos	1 en 150.000	2
Remota: La falla es poco probable. No se repiten las fallas de procesos casi idénticos	≤ 1 en 1.500.000	1

Ilustración 2-5, Criterio probabilidad de tasa de falla

Fuente: Norma SAE J1739

En la Ilustración 2-5, se muestran los criterios sugeridos por la normativa para la clasificación de la ocurrencia en base a la posible tasa de falla.

Efecto	Criterio: Severidad del efecto	Ranking
Peligro sin advertencia	Pone en peligro la seguridad del operario. Muy alto ranking de severidad, cuando el modo de falla afecta la seguridad operativa y/o envuelve el no cumplimiento de regulaciones gubernamentales. La falla no se advierte al ocurrir.	10
Peligro con advertencia	Pone en peligro la seguridad del operario. Muy alto ranking de severidad, cuando el modo de falla afecta la seguridad operativa y/o envuelve el no cumplimiento de regulaciones gubernamentales. La falla se advierte al ocurrir.	9
Muy alto	Perturbación grave a la línea productiva. Las pérdidas pueden alcanzar el 100% del producto. Equipo inoperable, pérdida de la función primaria. Cliente muy insatisfecho.	8
Alto	Perturbación menor en la línea productiva. La producción puede tener que ser ordenada y una parte desechada (menor al 100%) . Equipo operable, pero con un nivel de calidad reducido. Cliente insatisfecho.	7
Moderado	Perturbación menor en la línea productiva. Una porción (menor al 100%) puede tener que ser desechada (no ordenada) . Equipo operable, pero con algunos ítems de confort con un nivel de calidad reducido. El cliente experimenta algo de insatisfacción.	6
Bajo	Perturbación menor en la línea productiva. 100% del producto tiene que ser adaptado. Equipo operable, pero con algunos ítems de confort con un nivel de calidad reducido. El cliente experimenta algo de insatisfacción.	5
Muy bajo	Perturbación menor en la línea productiva. El producto puede ser ordenado y una porción (menor al 100%) adaptado. Ajustes y terminaciones y sonido en el ítem no están en conformidad. Defecto notado por la mayoría de los clientes.	4
Menor	Perturbación menor en la línea productiva. Una parte (menor al 100%) puede ser modificada en línea, pero fuera de la estación. Se presentan desajustes y chirridos que no están en conformidad. Defecto notado por el promedio de los clientes.	3
Muy menor	Perturbación menor en la línea productiva. Una parte (menor al 100%) puede ser modificada en línea, pero fuera de la estación. Se presentan desajustes y pequeñas vibraciones en el ítem que no están en conformidad. Defecto notado por la minoría de los clientes.	2
Ninguno	Sin efectos.	1

Ilustración 2-6, Criterio de severidad de falla

Fuente: Norma SAE J1739

En la figura, se muestran los criterios utilizados para otorgarle un ranking a la severidad del modo de falla del equipo.

Al aplicar los criterios otorgados por la norma junto con la fórmula del número prioridad de riesgo a los modos de falla resulta en la siguiente tabla.

Tabla 2-4, Numero Prioridad de Riesgo calculado para cada modo de falla

NPR Modos de falla Chancador Symons 4 1/4 FT SH						
Fallas funcionales	Modo de falla	Severidad	Ocurrencia	Detectabilidad	NPR	
B	No tritura material a medida deseada	1 Corazas con desgaste excesivo	6	5	2	60
		2 Trinquete suelto o dañado	4	7	2	56
C	No traspasa material a la correa	1 Obstruccion en monturines	3	3	4	36
		2 Chute de traspaso roto	5	6	3	90
D	Incapaz de procesar el	1 Atascamiento de bowl	3	3	1	9
A	Lubricacion deficiente	1 Fuga en prensa estopas bomba de aceite	4	3	3	36
		2 Bomba de aceite no impulsa	8	3	1	24
		3 Sobrecalentamiento de chancador	8	4	1	32
B	Filtrado deficiente de lubricante	1 Filtros obstruidos	7	6	2	84
		2 Sello de polvo roto	6	5	5	150
		3 Filtro estanque sucio	6	5	5	150
C	Refrigeracion del equipo deficiente	1 Intercambiadores de calor obstruidos	7	6	3	126
		2 Aceite en mal estado	5	6	4	120
A	No se puede realizar ajuste de equipo	1 Bowl agripado	8	5	3	120
		2 Baja presion en sistema de ajuste	6	2	2	24
		3 Trinquete dañado	5	2	3	30
A	Bowl liner no se bloquea	1 Cilindros a limite de carrera	8	3	7	168
		2 Bajo nivel de aceite en el sistema	7	5	4	140
		3 Mangueras mal conectadas	9	2	6	108
B	Presion del sistema fuera del rango	1 Bajo nivel de aceite en el sistema	7	5	3	105
		2 Inchancables presentes en el circuito	9	8	4	288
		3 Valvula reguladora de presion mal seteada	3	3	4	36
A	Bowl no se libera de inchancables	1 Bajo nivel de aceite en el sistema	7	5	3	105
		2 Bomba no impulsa	8	1	2	16
		3 Cilindros dañados	7	1	3	21
B	No se alcanza la presion maxima	1 Bajo nivel de aceite en el sistema	7	5	3	105
		2 Valvula reguladora de presion mal seteada	3	2	4	24
A	No se puede realizar ajuste de equipo	1 Bowl agripado	8	5	4	160
		2 Baja presion en sistema de ajuste	4	3	2	24
		3 Trinquete dañado	4	2	2	16
B	La granulometria no es la adecuada	1 Sobretamaño de mineral	6	7	2	84
		2 Subtamaño de mineral	4	5	5	100
A	Motor electrico no arranca	1 Bornes sueltos o cortados	7	1	6	42
		2 Falla en partidor suave	7	1	6	42
		3 Motor con perdida de aislacion	8	1	5	40
		4 Rodamientos en mal estado	6	2	4	48
		5 Chancador atascado	9	6	2	108
B	No se transmite la potencia requerida	1 Corte correas de transmision	8	6	2	96
		2 Correas de transmision sueltas	7	7	4	196
C	No se transmite movimiento a equipo	1 Falla en piñon de contraeje	8	1	5	40
		2 Falla en corona de excéntrica	8	1	5	40

Fuente: Elaboración Propia en base a datos recopilados en Capitulo 1

### 2.3. HOJA DE INFORMACIÓN RCM

La hoja de información RCM o planilla de decisión RCM, es una herramienta que permite visualizar tanto las fallas funcionales, modos y efectos de falla, para lograr proponer tareas que den solución a esta problemática, enfocándose en dar respuesta a las siguientes preguntas:

- ¿Qué tareas de mantenimiento se a ejecutar, con qué frecuencia se harán y quien las realizara?
- ¿Qué fallas son lo suficientemente graves como para necesitar realizar un rediseño?
- ¿Qué acciones fueron realizadas que desencadenaron una falla?

Teniendo claro el objetivo de la hoja de información RCM, se analiza la información, comparándola con el Diagrama de decisión RCM del Capítulo 10, del libro Mantenimiento centrado en la confiabilidad, Segunda Edición, del autor John Moubray. Dicho diagrama se expone en el Anexo 1 del presente trabajo, en donde cada modo de falla, debe ser **analizado por separado** realizando las preguntas y avanzando según corresponda, posterior a eso las respuestas se registran con una Y en caso de ser afirmativa, o una N en caso de ser negativa. Terminadas las preguntas del modo de falla se analiza el final que tuvo este, para generar una tarea que, de solución al mismo, considerando el tiempo y el responsable de ejecutar dichas tareas.

La hoja de información RCM realizada tiene un total de 13 columnas, las cuales se subdividen y se completa con las preguntas antes mencionadas.



Ilustración 2-7, portada libro "RCM II Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad" del autor John Moubray

Fuente: Búsqueda en Google

**Comentado [VM8]:** Los Anexos van después de las Conclusiones

### 2.3.1. Hoja de información Chancador Symons 4 ¼ FT SH

Las primeras tres columnas representadas en la hoja de información con las letras F para función, FF para falla funcional y MF para modo de falla, se refieren a la información recopilada en el punto 2.2, siendo esta clasificada con letras y números según su orden, para lograr la simplificación y acotación de la hoja de información. Las siguientes columnas designadas con las letras H, S, E, O y N se utilizan para completar las respuestas a las preguntas que se refieren a las consecuencias de cada modo de falla. Considerado el impacto ambiental, como el impacto a nivel de seguridad, ya que se realizan preguntas tanto en la columna “S”, correspondiente a la seguridad, como en la columna “E” que corresponde al impacto ambiental, esto se realiza para cada modo de falla, pudiendo así si la respuesta fuese positiva, llevar a un rediseño del equipo. Luego se pasa a las tareas proactivas, que generan un cambio al modo de falla o un mejoramiento, corresponden al segundo nivel de preguntas del Diagrama de decisión RCM, y son respondidas en las columnas encabezadas “H1”, “H2”, “H3”, etc. Dependiendo de la respuesta es la actividad que se realizara y con qué urgencia. Las siguientes columnas corresponden a las acciones de default, nos indica si debe existir una tarea de mantenimiento inmediata, o un rediseño, en caso de estar comprometido el impacto ambiental, la seguridad, o si el equipo se encuentra en condiciones de un overhaul, en caso de ser necesario responder a cualquiera de las preguntas de default, se deben responder en las columnas H4, S4 o H5. Finalmente, las últimas tres columnas registran la tarea que ha sido seleccionada para dar solución al modo de falla, la frecuencia con que se realizara esto expresado como intervalo inicial y quien ha sido o será el responsable de cumplir dicha tarea. Además, en la columna “tarea propuesta” se utilizó para registrar los casos donde se requiere el rediseño, una corrección más inmediata, o bien que se decida que el modo de falla no necesita mantenimiento programado o se espere que ocurra la falla. Habiendo desarrollado todas las preguntas a los modos de fallo, y llenado la planilla según corresponda, especificando las tareas y responsables, resulta en la hoja de decisión, en donde se expone toda la información. Además, se agregará una última columna anexa a la hoja original, indicando el numero prioridad de riesgo de los modos de falla que fueron calculados.

Tabla 2-5, Hoja de información RCM Chancador Symons 4 1/4 ft sh

Referencia de información		Consecuencia de evaluación			H1 H2 H3			Acción de default				Tarea propuesta	Frecuencia inicial	Puede ser realizada por	NPR				
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	O1	O2					O3	H4	H5	S4
1	A	1	Y	N	N	Y	Y									Cambio de elementos de desgaste del chancador, establecer sistema de conteo de puntos de ajuste	Mensual	Mecanico	60
1	A	2	Y	N	N	Y	Y									Revisión estado fijaciones del chancador	Diaria	Operador/mecanico	56
1	B	1	N				Y									Modificar acceso a chute traspaso chancador terciario a cinta N°2 para realizar inspección interna, realizar limpieza	Mensual	Soldador/Operador	36
1	B	2	Y	N	N	N	Y									Reparar y revestir chute de traspaso Chancador terciario a Cinta N°2	3 Meses	Soldador/Mecanico	90
1	C	1	Y	N	N	Y	Y									Controlar humedad alimentación planta de chancado	Diaria	Operador	9
1	C	2	Y	N	N	Y	Y									Medir setting del chancador, ajustar dependiendo de requerimientos	Diaria	Operador/mecanico	42
2	A	1	Y	N	Y		Y									Cambio empaquetadura trensada Bomba Viking Lubricación de chancador	2000 horas	Mecanico	36
2	A	2	Y	N	N	Y	Y									Revisar nivel de aceite del estanque, revisar válvula de alivio de presión, Cambio Bomba Viking o reductor de conjunto	1 año	Mecanico	24
2	A	3	Y	N	N	Y	N	Y								Revisar setting del chancador, limpieza intercambiadores de calor	3 meses	Mecanico	32
2	B	1	Y	N	N	N	Y									Cambiar filtros	2000 horas	Mecanico	84
2	B	2	N				N	N	N	N	N	N	N	N	N	Cambiar sello de polvo durante cambio de corazas, evaluar rediseño de taques del sello	3 meses	Mecanico	150
2	B	3	N				Y									Cambio de aceite y limpieza de filtro y estanque	2000 horas	Mecanico	150
2	C	1	Y	N	N	Y	Y									Soplar intercambiadores, cambiar si es necesario para envanillar	semanal	Mecanico	126
2	C	2	N				Y									Realizar cambio de aceite y filtros	2000 horas	Mecanico	120
3	A	1	N				N	Y								Levantar casquete y realizar limpieza de hilos del bowl aplicando solvente	Mensual	Mecanico	120
3	A	2	Y	N	N	Y	Y									Setear válvula limitadora o rellenar con aceite hidráulico	3 meses	Mecanico	24
3	A	3	Y	N	N	Y	Y									Revisar estado o cambiar trinquete de chancador	1 año	Mecanico	30
4	A	1	N				N	Y								Levantar casquete, soltar seguros de los cilindros y agregar gollillas para suplir espesor del bowl	3 meses	Mecanico	168
4	A	2	Y	N	N	Y	Y									Revisar nivel de aceite hidráulico, rellenar si corresponde	Diaria	Operador/mecanico	140
4	A	3	Y	Y			Y									Revisar y reapretar conexiones hidráulicas del chancador	1 año	Mecanico	108
4	B	1	Y	N	N	Y	Y									Revisar nivel de aceite hidráulico, rellenar si corresponde	Diaria	Operador/mecanico	105
4	B	2	N				Y									Realizar inspección de correas transportadoras, y hameros para detectar hinchable	Diaria	Operador	288
4	B	3	N				Y									Setear válvula limitadora a rango nominal	1 año	Mecanico	36
5	A	1	Y	N	N	Y	Y									Revisar nivel de aceite hidráulico, rellenar si corresponde	Diaria	Operador/mecanico	105
5	A	2	Y	N	N	Y	Y									Revisar o cambiar bomba hidráulica	1 año	Mecanico	16
5	A	3	Y	N	Y		Y									Cambiar cilindros gatos del chancador	1 año	Mecanico	21
5	B	1	Y	N	N	Y	Y									Revisar nivel de aceite hidráulico, rellenar si corresponde	Diaria	Operador/mecanico	105
5	B	2	N				Y									Setear válvula limitadora a rango nominal	1 año	Mecanico	24
6	A	1	N				N	Y								Levantar casquete y realizar limpieza de hilos del bowl aplicando solvente	Mensual	Mecanico	160
6	A	2	Y	N	N	Y	Y									Revisar válvula limitadora de presión	1 año	Mecanico	24
6	A	3	Y	N	N	Y	Y									Cambiar trinquete y volver a lubricar, revisar resorte	1 año	Mecanico	16
6	B	1	Y	N	N	Y	Y									Medir setting y ajustar chancador a medida requerida	Diaria	Operador/mecanico	84
6	B	2	Y	N	N	N	Y									Medir y abrir chancador a medida requerida	Diaria	Operador/mecanico	100
7	A	1	Y	Y			Y									Revisar conexionado motor eléctrico y limpieza de caja de bornes	3 meses	Electrico	42
7	A	2	Y	N	N	Y	Y									Revisar partidor suave del motor eléctrico, realizar limpieza	1 año	Electrico	42
7	A	3	Y	Y			Y									Medir aislamiento del motor eléctrico, Cambiar motor eléctrico	1 año	Electrico	40
7	A	4	Y	N	N	N	Y									Medir vibraciones, Cambio de motor eléctrico de chancador	3 meses	Electrico/Mecanico	48
7	A	5	Y	N	N	Y	Y									Levantar con sistema de alivio y limpiar recámara de chancador	1 mes	Operador/mecanico	108
7	B	1	Y	N	N	Y	Y									Cambiar correas de transmisión chancador	3 meses	Mecanico	96
7	B	2	Y	N	N	Y	Y									Revisar tensado de correas de transmisión del equipo y retensar	1 mes	Mecanico	196
7	C	1	Y	N	N	Y	N	Y								Desarme chancador terciario, limpieza componentes y medir desgaste	1 año	Mecanico	40
7	C	2	Y	N	N	Y	N	Y								Desarme chancador terciario, limpieza componentes y medir desgaste	1 año	Mecanico	40

Fuente: Elaboración Propia en base a datos obtenidos en FMEA

**CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA.**



### **3. EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA**

El desarrollo del presente capítulo estará enfocado en la identificación de los recursos necesarios para ejecutar las tareas identificadas en el Capítulo 2, de esta manera poder tener idea clara de los recursos cuantitativos y cualitativos de estos, desde la cantidad de Horas Hombre, hasta las capacidades técnicas de los trabajadores. Todo esto con el objetivo de identificar los costos y compararlos con la estrategia actual de la compañía, basada en mantenimiento preventivo en base a los cambios de componentes de desgaste, e inspección del equipo durante esas actividades, encontrándose en muchas ocasiones, con eventos no programados.

#### **3.1. EVALUACIÓN TÉCNICA**

El objetivo al realizar la evaluación técnica fue lograr identificar que herramientas, insumos, personal y tareas a realizar se deben tener presentes al momento de ejecutar las tareas identificadas en el Capítulo 2 del presente trabajo en función al mantenimiento del chancador Symons 4 ¼ ft, para así al momento de realizar la comparación de costos, poder apoyarse en la evaluación técnica y tener cuantificado realmente cuanto costara ejecutar el plan propuesto, para esto se utilizara una estructura de planificación de mantenimiento que dé respuesta a las frecuencias y jerarquizaciones establecidas en el Capítulo 2.

##### **3.1.1. Mantenimiento actual**

El mantenimiento que posee actualmente no se encuentra constituido como plan, ni tampoco los procedimientos de trabajo están actualizados, solo se definen las intervenciones preventivas en base a los requerimientos operacionales y el desgaste de las corazas, las cuales tienen una duración aproximada de 3 meses, también se genera cambio de socket seal ring y conjunto taquies cada dos cambios de corazas, y cambio de socket linner cada tres cambios de corazas, estando todo condicionado a la inspección realizada en cada cambio de corazas. También es importante mencionar que se realiza un cambio de aceite cada 6 meses, lo cual se contradice totalmente con las condiciones operacionales y la recomendación del manual de servicio que indica el cambio de aceite cada 2000 horas de operación.

Todo esto evidencia la carencia de tareas de mantenimiento de corto plazo, como inspecciones diarias, ajustes, limpiezas, entre otras. Además, que los actuales procedimientos que se ejecutan no consideran las actualizaciones realizadas al equipo durante los últimos 3 años, ni tampoco el cambio del proceso productivo. Un punto muy

importante que mencionar es que el nuevo sistema hidráulico del equipo no posee tareas de mantenimiento establecidas.

### 3.1.2. Tareas de mantenimiento

Para la selección final de las tareas de mantenimiento a planificar, se ordenarán las actividades seleccionadas en el Capítulo 2 del presente trabajo, además se incluirán trabajos que el manual de servicio del equipo recomienda, todo esto con el objetivo de generar pautas de trabajo robustas que den solución a la problemática presentada.

### 3.1.3. Conceptos de seguridad en el trabajo

Antes de ordenar y planificar las tareas seleccionadas para la creación de las pautas de trabajo, se debe tomar en cuenta el contexto en el que se realizarán las operaciones, siendo este el rubro minero, uno de los cuales se caracteriza por tener los estándares más rigurosos en materia de seguridad a nivel nacional.

Por esto, debido a las competencias que son necesarias del personal, las cuales se indicadas en las pautas de trabajo, es necesario identificar los peligros, riesgos y medidas de control asociadas a las labores de cada competencia, para así llegar a una evaluación general que se detallara a continuación, aunque se indicara en las pautas de trabajo anexadas todas las instrucciones de seguridad de estas.

#### a) Peligros:

Una vez analizadas las competencias y las tareas seleccionadas los principales peligros identificados fueron; trabajos de soldadura, carga suspendida, maniobras con gancho de grúa, trabajos en maquina herramientas, presencia de lubricante en el piso, trabajo sobre 1,5 metros, piso irregular por derrames de material, trabajo en equipo energizado, trabajo con herramientas manuales y de golpe, presencia de polución por polvo, alto nivel de ruido, entre otros que se indicaran en las pautas de trabajo.

#### b) Riesgos:

Asociados a los peligros siempre están presentes los riesgos, los cuales siempre existe la probabilidad de que ocurran, en esta ocasión los principales riesgos identificados son; quemaduras, daño ocular por arco de soldadura, atrapamiento, ser golpeado por gancho grúa, ser cortado por herramienta, caída a distinto nivel o al mismo nivel, electrocución, hipoacusia, silicosis, entre otros que se darán solución en las pautas de trabajo.

c) **Medidas de control:**

Para disminuir la probabilidad de que los riesgos se conviertan en incidentes o en enfermedades laborales, es necesario establecer medidas de control, para esto se identifican las principales medidas las cuales son; uso de EPP acorde a la tarea, alejarse si no se participa en tareas de soldadura, bloqueo del equipo o área en donde se trabajara, mantenerse alejado de las operaciones de la grúa, mantener una comunicación eficaz entre el rigger y el operador de grúa, utilizar arnés de seguridad en caso de estar a más de 1,5 metros de altura, generar una limpieza previa del área de trabajo, entre otras medidas expuestas en las pautas de trabajo.

### **3.2. PAUTAS DE TRABAJO Y CHECK LIST DE ENTREGA**

Para lograr un trabajo exitoso y evitar la pérdida de producción por tiempo utilizado de mala manera en el mantenimiento de un equipo, se debe planificar la actividad, además de realizar una revisión antes de entregar a los operadores o encargados de producción.

Esto se realizó mediante la creación de pautas de trabajo basadas en las tareas identificadas en el Capítulo 2 y ordenándolas en base a las frecuencias establecidas en la Hoja de decisión RCM y el manual de servicio del equipo, estas pautas de trabajo se centran en realizar un gran número de actividades en un tiempo reducido, esto ya que se basa en una correcta ejecución de un procedimiento establecido y evitar pérdidas de tiempo en caso de presentarse un mantenimiento correctivo no programado.

Las pautas de trabajo se basan en 29 preguntas que buscan que los encargados de planificar la actividad se cuestionen y discutan las maneras de realizarlo para llegar así a una planificación eficaz, así como lograr una calidad y seguridad para los trabajadores.

#### **3.2.1. Planificación Diaria**

Tal como se dijo anteriormente, se buscó planificar actividades de mantenimiento en base a las tareas identificadas, en donde muchas de estas pueden ser realizadas por los operadores, generando así una planificación basada en parte en el Mantenimiento Productivo Total.

Para esto una de las pautas de trabajo se basa en una planificación diaria, la cual se realizó mediante el análisis de la Hoja de decisión RCM del Capítulo 2 del presente trabajo, en donde se extrajeron las siguientes tareas.

- Revisión estado fijaciones chancador
- Controlar humedad alimentación planta chancado
- Medir setting del chancador, ajustar dependiendo de requerimientos
- Revisar nivel de aceite hidráulico, rellenar si corresponde
- Realizar inspección de correas transportadoras, y harneros para detectar inchancables.

Finalizada la planificación diaria se genera un procedimiento o pauta de trabajo, representado en la Ilustración 3-1, Para más información visitar el Anexo 2.

**Planificación Mantención Diaria Chancador terciario  
10707–Chancador Symons 4 ¼ ft SH**

**1. ¿QUÉ TRABAJO SE REQUIERE REALIZAR?**

- 1.1. Revisión estado fijaciones chancador
- 1.2. Controlar humedad alimentación planta chancado
- 1.3. Medir setting del chancador, ajustar dependiendo de requerimientos
- 1.4. Revisar nivel de aceite hidráulico, rellenar si corresponde
- 1.5. Realizar inspección de correas transportadoras, y harneros para detectar inchancables.

**2. ¿PORQUE SE DEBE REALIZAR?**

- 2.1. Mantención Preventiva Diaria.

**3. ¿CUÁLES SON LAS RECOMENDACIONES DE VENDORS O ESPECIALISTAS PARA ESTA ACTIVIDAD? ¿SE CONSIDERARON EN EL ALCANCE DEL TRABAJO?**

Ilustración 3-1, Planificación diaria

Fuente: Elaboración propia en base a asignaturas de la carrera

### 3.2.2. Planificación Mensual

La planificación mensual, busca dar respuesta a problemas que se presentan cuando no existe un mantenimiento a corto plazo, o cuando no existe un monitoreo eficaz de la condición operacional del equipo.

Para esto la pauta de trabajo de planificación mensual, esta basada en monitoreo del equipo, cambio de componentes de desgaste y limpiezas de sistemas, además se agregan actividades semanales con un numero de prioridad de riesgo bajo. Todo esto

establecido gracias a la Hoja de decisión RCM del Capítulo 2, las actividades seleccionadas son las siguientes.

- Cambio de elementos de desgaste del chancador, establecer sistema de conteo de puntos de ajuste.
- Modificar acceso a chute traspaso chancador terciario a cinta N°2 para realizar inspección interna, realizar limpieza.
- Soplar intercambiadores, cambiar si es necesario para envarillar.
- Levantar casquete y realizar limpieza de hilos del bowl aplicando solvente.

Finalizada la planificación mensual se genera un procedimiento o pauta de trabajo, representado en la Ilustración 3-2, Para más información visitar el Anexo 2.

**Planificación Mantenimiento Mensual Chancador terciario  
10707– Chancador Symons 4 ¼ ft SH**

**1. ¿QUÉ TRABAJO SE REQUIERE REALIZAR?**

- 1.1. Cambio de elementos de desgaste del chancador, establecer sistema de conteo de puntos de ajuste.
- 1.2. Modificar acceso a chute traspaso chancador terciario a cinta N°2 para realizar inspección interna, realizar limpieza.
- 1.3. Soplar intercambiadores, cambiar si es necesario para envarillar.
- 1.4. Levantar casquete y realizar limpieza de hilos del bowl aplicando solvente.

**2. ¿PORQUE SE DEBE REALIZAR?**

- 2.1. Mantenimiento Preventiva Mensual.

**3. ¿CUÁLES SON LAS RECOMENDACIONES DE VENDORS O ESPECIALISTAS PARA ESTA ACTIVIDAD? ¿SE CONSIDERARON EN EL ALCANCE DEL TRABAJO?**

Ilustración 3-2, planificación mensual de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia en base a asignaturas de la carrera

### 3.2.3. Planificación Trimestral

La planificación trimestral, se basa en actividades de mantenimiento mayor, que están directamente enfocadas en aprovechar el tiempo generado por las condiciones operacionales, ya que las corazas del equipo tienen una duración aproximada de 3 meses, por lo que es obligatorio general una detención del equipo, generando así ventanas de tiempo que pueden ser aprovechadas de mejor manera.

Para esto se genera la pauta de trabajo, en donde se incluyen actividades mayores, cambios de fluidos y revisión interna del equipo. Las actividades seleccionadas son las siguientes.

- Reparar y revestir chute de traspaso Chancador terciario a Cinta N°2.
- Cambio empaquetadura trenzada Bomba Viking Lubricación de chancador.
- Revisar setting del chancador, limpieza intercambiadores de calor.
- Cambiar filtros de aceite.
- Cambiar sello de polvo durante cambio de corazas, evaluar rediseño de taquies del sello.
- Cambio de aceite y limpieza de filtro y estanque
- Setear válvula limitadora o rellenar con aceite hidráulico
- Levantar casquete, soltar seguros de los cilindros y agregar golillas para suplir espesor del bowl.
- Revisar conexionado motor eléctrico y limpieza de caja de bornes
- Medir vibraciones chancador y motor
- Cambiar correas de transmisión chancador

Finalizada la planificación Trimestral se genera un procedimiento o pauta de trabajo, representado en la Ilustración 3-3, Para más información visitar el Anexo 2.

**Planificación Mantención Trimestral Chancador terciario**  
**10707– Chancador Symons 4 ¼ ft SH**

**1. ¿QUÉ TRABAJO SE REQUIERE REALIZAR?**

- 1.1. Reparar y revestir chute de traspaso Chancador terciario a Cinta N°2.
- 1.2. Cambio empaquetadura trenzada Bomba Viking Lubricación de chancador.
- 1.3. Revisar setting del chancador, limpieza intercambiadores de calor.
- 1.4. Cambiar filtros de aceite.
- 1.5. Cambiar sello de polvo durante cambio de corazas, evaluar rediseño de taquies del sello.
- 1.6. Cambio de aceite y limpieza de filtro y estanque
- 1.7. Setear Válvula Limitadora o rellenar aceite hidráulico
- 1.8. Revisar correcto Bloqueo de bowl
- 1.9. Revisar conexiones eléctricas y reapretar bornes motor.
- 1.10. Medición de vibraciones chancador y motor
- 1.11. Cambio correas de transmisión

**2. ¿PORQUE SE DEBE REALIZAR?**

- 2.1. Mantención Preventiva Trimestral.

Ilustración 3-3, Planificación trimestral de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia en base a asignaturas de la carrera

#### 3.2.4. Planificación Anual

La planificación anual, busca realizar cambio o inspección de componentes de difícil acceso en el equipo, por lo que la detención generaría una parada general del área de chancado, pudiendo involucrar empresas externas que realicen modificaciones o reparaciones en otros equipos del área.

Se genera una pauta de trabajo basada en los procedimientos del manual de servicio en base a las actividades detectadas en el Capítulo 2 del presente trabajo. Las tareas son las siguientes.

- Revisar nivel de aceite del estanque, revisar válvula de alivio de presión, Cambio Bomba Viking o reductor de conjunto.
- Revisar y reapretar conexiones hidráulicas del chancador.
- Setear válvula limitadora a rango nominal.
- Revisar o cambiar bomba hidráulica.
- Cambiar cilindros gatos del chancador.
- Revisar válvula limitadora de presión.
- Cambiar trinquete y volver a lubricar, revisar resorte.
- Revisar partidador suave del motor eléctrico, realizar limpieza.
- Medir aislación del motor eléctrico, Cambiar motor eléctrico.
- Desarme chancador terciario, limpieza componentes y medir desgaste

Finalizada la planificación anual se genera un procedimiento o pauta de trabajo, representado en la Ilustración 3-4, Para más información visitar el Anexo 2.

## **Planificación Mantención Anual Chancador terciario 10707– Chancador Symons 4 ¼ ft SH**

### **1. ¿QUÉ TRABAJO SE REQUIERE REALIZAR?**

- 1.1. Revisar nivel de aceite del estanque, revisar válvula de alivio de presión, Cambio Bomba Viking o reductor de conjunto.
- 1.2. Revisar y reapretar conexiones hidráulicas del chancador.
- 1.3. Ajuste válvula limitadora a rango nominal.
- 1.4. Revisar o cambiar bomba hidráulica.
- 1.5. Cambiar cilindros gatos del chancador.
- 1.6. Cambiar trinquete y volver a lubricar, revisar resorte.
- 1.7. Revisar partididor suave del motor eléctrico, realizar limpieza.
- 1.8. Medir aislación del motor eléctrico, Cambiar motor eléctrico.
- 1.9. Desarme chancador terciario, limpieza componentes y medir desgaste

### **2. ¿PORQUE SE DEBE REALIZAR?**

- 2.1. Mantención Preventiva Anual.

Ilustración 3-4, Planificación anual de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia en base a asignaturas de la carrera

#### **3.2.5. Check list de entrega**

Al momento de entregar el equipo a operaciones y para asegurar la correcta aplicación del plan propuesto, se establece un check list de recepción, el cual podrá ser rellenado por los mantenedores, buscando dar respuesta a preguntas simples que podrían detectar irregularidades en el armado del equipo.

Para esto se creó cuatro check list, los cuales serán aplicados a las cuatro pautas de trabajo antes mencionadas, estando agregados al procedimiento de trabajo propuesto, en donde se puede apreciar la inspección general del equipo antes y después de la puesta en marcha. Para mayor información ver Anexos.

### **3.3. EVALUACIÓN ECONÓMICA**

Una vez realizada la evaluación técnica y desarrolladas las pautas de trabajo, en donde se identificó la cantidad de materiales y recursos humanos que serán necesarios para realizar el plan, se realiza una evaluación económica la cual expondrá el valor inicial que tendrá la aplicación de esta propuesta, indicando todos los gastos que se harán solo una vez, como equipos y herramientas las cuales no son consumibles, esto asociando a un valor promedio que se obtiene mediante la cotización de diferentes marcas. Por otro lado,

en el ámbito de gastos recurrentes de la propuesta, se identificará el gasto para cada pauta de trabajo, en recursos humanos, se dará una breve reseña de la cantidad de horas hombre identificadas en cada una de las pautas de trabajo, incluyendo las capacidades técnicas que se necesitan como también insumos, repuestos y cualquier material consumible que este asociado a la actividad, además mencionar la necesidad de incluir un servicio externo, entregando un valor referencial.

Finalmente se entregará el gasto total de la aplicación del plan de mantenimiento, comparando con la estrategia actual que posee la empresa.

### 3.3.1. Gasto inicial de plan de mantenimiento.

Para lograr un plan de mantenimiento eficaz, es recomendado utilizar herramientas, equipos y maquinaria en buenas condiciones. Para esto se recomienda realizar una compra inicial de herramientas identificadas en las planificaciones, las cuales serán utilizados no solo en el equipo analizado, sino que, en cualquier punto de la planta, dando así mayor ergonomía a los trabajos realizados y disminuyendo los tiempos de reparación, sin dejar de lado la seguridad que entrega a los trabajadores, realizar labores con herramientas en perfectas condiciones, evitando la creación de herramientas hechas.

Si la empresa cuenta con alguno de estos equipos o herramientas que se encuentre en buenas condiciones, puede hacer uso de este para disminuir el gasto inicial del mantenimiento, aunque para efecto de este trabajo se recomienda la compra de herramientas nuevas.

Estos gastos iniciales se presentan en la Tabla 3-1, en donde se aprecia la cantidad necesaria, tanto como el precio, y el total de la compra. Cabe destacar que en dicha tabla se consideró un precio promedio, para así lograr la selección de un equipo que entregue una buena calidad a un buen precio.

Tabla 3-1. Gasto inicial Propuesta plan de mantenimiento

<b>Gasto inicial Propuesta</b>			
<b>Item</b>	<b>Descripcion</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Aprox</b>
1	Juego llaves punta corona 6 a 24 mm	4	\$ 92.000
2	Pala	2	\$ 16.000
3	Carretilla	1	\$ 25.000
4	Grillete 1"	3	\$ 45.000
5	Maso 16 (lb)	1	\$ 50.000
6	Maso 6 (lb)	2	\$ 40.000
7	Barretilla 1 (m)	2	\$ 30.000
8	Tecele 750 (kg)	3	\$ 84.000
9	Escobilla de acero	1	\$ 1.200
10	Pie de metro	1	\$ 80.000
11	Soplador eléctrico	1	\$ 90.000
12	Esmeril angular 4 ½	1	\$ 90.000
13	Equipo oxicorte	1	\$ 200.000
14	Equipo soldadura arco manual	1	\$ 900.000
15	Grillete 3/4"	4	\$ 24.000
16	Cancamo 1/2 x 2"	2	\$ 12.000
17	Extractor de taquies	1	\$ 15.000
18	Juego ganchos finos	2	\$ 16.000
19	Flexometro	4	\$ 36.000
20	Llave golpe 1 1/2"	1	\$ 25.000
21	Llave punta corona 2 1/4	1	\$ 15.000
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 1.886.200</b>

Fuente: Elaboración propia en base a investigación costos 2024

### 3.3.2. Costos fijos en aplicación de plan de mantenimiento.

Ya realizados los gastos iniciales, y teniendo todos los equipos, herramientas y maquinaria necesaria, se debe presentar los costos fijos en el mantenimiento, los cuales difieren entre una planificación de trabajo a otra, ya que se realizan en días distintos o bien paralelamente.

Para esto se presenta en la Tabla 3-2 los costos fijos asociados al mantenimiento diario propuesto, en donde se observan todos los materiales e insumos consumibles que no pueden ser reutilizados. Si bien los materiales se consideran no reutilizables, podrían presentarse excedentes como en cualquier labor, siendo estos ocupados para cualquier otra tarea que deba realizarse durante la jornada.

Tabla 3-2, Costos fijos planificación diaria evaluada en un año

<b>Costo Plan Diario al año</b>				
<b>Item</b>	<b>Descripcion</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo Aprox</b>
1	Bolsa de paños	2	c/u	\$ 584.000
2	Alambre 3 mm	2	mt	\$ 365.000
3	Estaño o Plomo	0,1	Kg	\$ 365.000
4	Aceite Tellus 68	1	Lt	\$ 2.500
5	HH personal Planta	2	hrs	\$ 11.000
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 1.327.500</b>

Fuente: Elaboración propia en base a transacción MB52 de ERP SAP

Igualmente, en la planificación mensual de mantenimiento, existen gastos recurrentes, que se presentan cada vez que se realice la actividad, pero que, en este caso evitaran que existan imprevistos en paradas programadas que puedan alargar los tiempos de mantenimiento.

Estos costos se reflejan en la Tabla 3-3, Descartando algunos que están en la planificación diaria.

Tabla 3-3, Costos fijos planificación mensual evaluada en un año

<b>Costo Plan Mensual al año</b>				
<b>Item</b>	<b>Descripcion</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo Aprox</b>
1	Solvente dieléctrico	10	Lt	\$ 312.000
2	Grasa Mobil Magnolia Drill Compound	10	Kg	\$ 540.000
3	Balde vacio	4	c/u	Desechados
4	HH personal Planta	16	hrs	\$ 88.000
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 940.000</b>

Fuente: Elaboración propia en base a transacción MB52 de ERP SAP

De igual manera, en la planificación trimestral de mantenimiento, se presentan costos más elevados, ya que se deben contratar servicios externos.

Se presentan los costos en la Tabla 3-4, destacando el costo de servicio de izaje, generando una problemática que puede ser evaluada, mantener una grúa propia en faena, o fabricar un puente grúa.

Tabla 3-4, Costos fijos planificación trimestral evaluada en un año

<b>Costo Plan Trimestral al año</b>				
<b>Item</b>	<b>Descripcion</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo Aprox</b>
1	Aceite Omala 220	400	Li	\$ 2.400.000
2	Mantle Symons 4 1/4 SH	1	c/u	\$ 6.600.000
3	Bowl Linner Symons	1	c/u	\$ 10.500.000
4	Socket Seal Ring	1	c/u	\$ 2.700.000
5	Taquies y resortes	1	Juego	\$ 840.000
6	Socket Linner	1	c/u	\$ 4.500.000
7	Empaquetadura 3/8"	0,5	Kg	\$ 36.000
8	Filtros Symons 4 1/4	2	c/u	\$ 90.000
9	Correa Transmision D-180	4	c/u	\$ 180.000
10	Servicio medición vibraciones Categoría 2	1	c/u	\$ 680.000
11	Servicio Grúa 60 TON	12	hr	\$ 1.800.000
12	HH personal Planta	56	hrs	\$ 308.000
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 30.634.000</b>

Fuente: Elaboración propia en base a transacción MB52 de ERP SAP

El ultimo costo a ser analizado, es el de mantenimiento anual, se presentan los costos más elevados del plan, pero es importante destacar que los repuestos no siempre serán utilizados, todo depende del nivel de desgaste que tengan, Tabla 3-5.

Tabla 3-5, Costos fijos planificación anual

<b>Costo Plan Anual</b>				
<b>Item</b>	<b>Descripcion</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo Aprox</b>
1	Inner center bushing	1	c/u	\$ 1.800.000
2	Outer center bushing	1	c/u	\$ 2.800.000
3	Servicio apoyo mecanico	3	Dias	\$ 6.600.000
4	Servicio apoyo especialista	3	Dias	\$ 1.140.000
5	Servicio Grúa 60 TON	36	hr	\$ 5.400.000
5	HH personal Planta	216	hrs	\$ 1.188.000
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 18.928.000</b>

Fuente: Elaboración propia en base a transacción MB52 de ERP SAP

### 3.3.3. Costos estrategia actual de mantenimiento

Para definir los costos que está asumiendo actualmente la organización, se utilizan los mismos datos recopilados en el Capítulo 1, enfocándose solamente en las actividades realizadas al Chancador Symons 4 ¼ FT SH. Como se muestra en la Ilustración 3-5.

Denominación de objeto técnico	Orden	Texto breve	Clase de orden	Notificación	Total general (real)	Moneda
CHANCADOR TERCIARIO SYMONS 4 1/4 N°2	846359	AJUSTE DE CHANCADOR TERCIARIO	MT01	10044410	9.541	CLP
CHANCADOR TERCIARIO SYMONS 4 1/4 N°2	827126	AJUSTE DE CHANCADOR TERCIARIO	MT01	10025048	12.169	CLP
CHANCADOR TERCIARIO SYMONS 4 1/4 N°2	827118	AJUSTE DE CHANCADOR TERCIARIO	MT01	10025039	12.169	CLP
CHANCADOR TERCIARIO SYMONS 4 1/4 N°2	846357	AJUSTE DE CHANCADOR TERCIARIO	MT01	10044408	9.541	CLP
CHANCADOR TERCIARIO SYMONS 4 1/4 N°2	846037	AJUSTE SETTING CHANCADOR TERCIARIO	MT01	10044107	9.541	CLP
CHANCADOR TERCIARIO SYMONS 4 1/4 N°2	845966	INSP. RUTINA CHANCADOR TERCIARIO	MT01	10044043	7.633	CLP
CHANCADOR TERCIARIO SYMONS 4 1/4 N°2	826710	AJUSTE DE CHANCADOR TERCIARIO	MT01	10024631	26.720	CLP
CHANCADOR TERCIARIO SYMONS 4 1/4 N°2	826546	MTTO SIST LUBR CHANC TERCIARIO SYMONS	MT01	10024471	744.790	CLP
CHANCADOR TERCIARIO SYMONS 4 1/4 N°2	845504	AJUSTE SETTING CHANCADOR TERCIARIO	MT01	10043562	19.081	CLP
CHANCADOR TERCIARIO SYMONS 4 1/4 N°2	845158	AJUSTE SETTING CHANCADOR TERCIARIO	MT01	10043204	9.541	CLP
CHANCADOR TERCIARIO SYMONS 4 1/4 N°2	826404	MODIFICACION PASAMANOS CHANC TERCIARIO	MT01	10024313	53.441	CLP
CHANCADOR TERCIARIO SYMONS 4 1/4 N°2	826394	AJUSTE DE CHANCADOR TERCIARIO	MT01	10024299	26.720	CLP
CHANCADOR TERCIARIO SYMONS 4 1/4 N°2	826355	CAMBIO DE LUMINARIA CHANCADOR 4 1/4	MT01	10024260	74.274	CLP
CHANCADOR TERCIARIO SYMONS 4 1/4 N°2	826184	INSP. RUTINA CHANCADOR TERCIARIO	MT01	10024080	10.688	CLP
CHANCADOR TERCIARIO SYMONS 4 1/4 N°2	825541	AJUSTE DE CHANCADOR TERCIARIO	MT01	10023421	26.720	CLP
CHANCADOR TERCIARIO SYMONS 4 1/4 N°2	845267	INSP. RUTINA CHANCADOR TERCIARIO	MT01	10043315	7.633	CLP
CHANCADOR TERCIARIO SYMONS 4 1/4 N°2	845150	AJUSTE SETTING CHANCADOR TERCIARIO	MT01	10043200	19.081	CLP
CHANCADOR TERCIARIO SYMONS 4 1/4 N°2	826043	AJUSTE DE CHANCADOR TERCIARIO	MT01	10023944	26.720	CLP
CHANCADOR TERCIARIO SYMONS 4 1/4 N°2	825713	MTTO SIST LUBR CHANCADOR TERCIARIO SYMON	MT01	10023598	166.938	CLP
CHANCADOR TERCIARIO SYMONS 4 1/4 N°2	807447	MP CHANCADOR DE CONO TERCIARIO 4 1/4	MT01	10005108	12.757.615	CLP
CHANCADOR TERCIARIO SYMONS 4 1/4 N°2	845129	INSP. RUTINA CHANCADOR TERCIARIO	MT01	10043180	7.633	CLP
CHANCADOR TERCIARIO SYMONS 4 1/4 N°2	843366	AJUSTE CHANCADOR TERCIARIO	MT01	10041398	19.081	CLP
CHANCADOR TERCIARIO SYMONS 4 1/4 N°2	825517	AJUSTE DE CHANCADOR TERCIARIO	MT01	10023397	26.720	CLP

Ilustración 3-5, Ordenes de trabajo ejecutadas a chancador Symons 4 1/4 FT SH

Fuente: Elaboración propia en base a transacción IW49N de ERP SAP

Una vez filtrados los costos y clasificados según clase de orden, se realiza la sumatoria y se genera la siguiente Tabla 3-6.

Tabla 3-6, evaluación de costos estrategia actual de la compañía.

Costo Estrategia actual al año	
Tipo mantenimiento	Costo en un año
Mantenimiento Correctivo	\$ 113.234.281
Mantenimiento Preventivo	\$ 33.280.118
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 146.514.399</b>

Fuente: Análisis de Ordenes de trabajo ejecutadas al equipo

### 3.3.4. Impacto a la producción de la propuesta

Para aterrizar la propuesta al impacto de la producción, es necesario evaluar el contexto operacional de la compañía, el cual como fue mencionado sufre un cambio significativo, disminuyendo el tonelaje de mineral procesado mensualmente, entregando ventanas de tiempo que serán cuantificables.

Al considerar que la producción desde septiembre del 2023 será de 20.000 Toneladas mensuales, y tomando un mes con 720 horas para efectos del cálculo nos arroja la siguiente tabla, en donde se muestra las T/hr necesarias para cumplir la cuota mensual, Tabla 3-7.

Tabla 3-7, Calculo flujo másico

Cuota Mensual Planta	
20000 Toneladas	Flujo másico deseado
720 Horas mensuales	27,78 t/hr

Fuente: Elaboración propia e base a información disponible

Además, se debe considerar en el contexto operacional en flujo másico real del área de chancado, el cual oscila entre 30 a 40 T/hr. Se realiza el cálculo y se obtiene la capacidad productiva, Tabla 3-8.

Tabla 3-8, Calculo capacidad de producción planta

Flujo másico real	Capacidad producción
30-40 t/hr	21600-28800 Toneladas
720 Horas mensuales	

Fuente: Elaboración propia e base a información disponible

Teniendo estos datos se considera el peor escenario de operación, es decir, 30 t/hr y 21600 Toneladas mensuales, para así calcular las horas que la planta estará detenida mensualmente, Tabla 3-9.

Tabla 3-9, Calculo horas residuales mensuales

Horas de detención por cuota cumplida	
Capacidad Mensual mínima	21600 Toneladas
Cuota Mensual Planta	20000 Toneladas
Tonelaje residual	1600 Toneladas
<b>Horas residuales mensuales</b>	<b>53 Horas</b>

Fuente: Elaboración propia e base a información disponible

Calculamos así las horas de detención en un año disponibles para ejecutar el plan propuesto, las cuales entregan una sumatoria de 636 horas disponibles, Tabla 3-10.

Tabla 3-10, Horas disponibles para detener al año

Horas detención por cuota mensual cumplida en un año												
enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	TOTAL ANUAL
53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	636

Fuente: Elaboración propia e base a información disponible

Se realiza tabla para identificar el impacto en horas del plan propuesto, para comparar con las horas disponibles según el plan productivo las cuales nos entregan un total de 460 horas al año, Tabla 3-11.

Tabla 3-11, Calculo impacto a la producción n en un año.

Impacto producción de la propuesta													
Horas detención mensual por mantenimiento planificado													
	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	TOTAL ANUAL
Mantenimiento Diario	30	30	29	30	30	29	30	30	29	30	30	29	
Mantenimiento Mensual	4	4	0	4	4	0	4	4	0	4	4	0	
Mantenimiento Trimestral	0	0	12	0	0	12	0	0	12	0	0	0	
Mantenimiento Anual	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	
<b>TOTAL</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>41</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>41</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>41</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>65</b>	<b>460</b>

Fuente: Elaboración propia e base a información disponible

Se realiza una comparación rápida de los resultados, en donde se identifica que las horas de detención según el plan propuesto, no impactan a la producción de la compañía, ya que las horas que la planta está detenida por cumplir la cuota productiva son mayores a las del plan.

### 3.3.5. Proyección en base a éxito de la propuesta

Tomando en cuenta que diversos factores impactan en el éxito de el plan propuestos, se genera una proyección en base a tres suposiciones de éxito, un 100%, 90% y 85%, el cual es el límite para mantener un 15% de mantenimiento correctivo, el costo de este mantenimiento es obtenido a la base de datos que se obtuvo en el capítulo 1 del presente trabajo, Tabla 3-12.

Tabla 3-12, Comparación en porcentaje de éxito

<b>Éxito Propuesta de mantenimiento</b>			
<b>Porcentaje de éxito</b>	<b>Costo mantenimiento preventivo</b>	<b>Costo mantenimiento correctivo</b>	<b>Total</b>
100% éxito del plan	\$ 51.829.500	\$ -	\$ 51.829.500
90% éxito del plan	\$ 51.829.500	\$ 14.705.751	\$ 66.535.251
85% éxito del plan	\$ 51.829.500	\$ 22.058.626	\$ 73.888.126

Fuente: Elaboración propia e base a información disponible

Suponiendo la peor condición de mantenimiento, se identifica un costo adicional por mantenimiento correctivo de \$22.058.626 CLP al año, dando una sumatoria de \$73.888.126, lo que corresponde a un 50,43% de los costos de la estrategia actual que lleva la compañía.

### 3.3.6. Evaluación final de propuesta de plan de mantenimiento

Para realizar la evaluación de la propuesta, es necesario compararla con la estrategia actual del mantenimiento. Para esto se realiza la sumatoria de los costos asociados a cada plan propuesto (Diario, Mensual, Trimestral, Anual), asumiendo que las actividades de mayor frecuencia serán absorbidas dentro de la planificación de menor frecuencia, por ejemplo, las actividades de mantenimiento diario, serán realizadas en el mensual, trimestral y anual. Además, es importante mencionar que los costos por no producción no se contemplan en la comparación, ya que por contexto operacional no impactan directamente.

Una vez evaluadas y realizadas las sumatorias se genera la siguiente Tabla 3-13, en donde se realiza la sumatoria de costos totales de cada frecuencia de aplicación del plan propuesto.

Tabla 3-13, Análisis de costos propuesta de plan de mantenimiento en un año

<b>Costo propuesta al año</b>	
<b>Tipo mantenimiento</b>	<b>Costo en un año</b>
Mantenimiento Diario	\$ 1.327.500
Mantenimiento Mensual	\$ 940.000
Mantenimiento Trimestral	\$ 30.634.000
Mantenimiento Anual	\$ 18.928.000
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 51.829.500</b>

Fuente: Elaboración propia e base a información disponible

Analizando el total de costos anuales, y comparándolos con la estrategia actual que la organización aplica al equipo, se determina que los costos de la propuesta corresponden a un 35,38% del costo actual, validando la aplicación de los planes de mantenimiento en las frecuencias establecidas. Además, como fue expuesto en el punto 3.3.4 de este capítulo, no existe el riesgo de impacto a la producción al aplicar la propuesta, por lo que estos costos no se consideran, por otro lado, al suponer un éxito de hasta un 85% los costos de la propuesta no superan el 50,43% de la estrategia actual.

## CONCLUSIÓN

Al finalizar la evaluación de la propuesta de plan de mantenimiento se cumplieron los objetivos planteados, ya que, en una primera instancia se logró recopilar toda la información técnica sobre el proceso productivo, y utilizando herramientas aprendidas durante el estudio de la carrera se seleccionó un equipo crítico, esto considerando los costos asociados ya que los datos de falla no eran confiables.

También se cumplió el objetivo de identificar y jerarquizar los modos de falla del equipo seleccionado, al utilizar un FMEA para llegar a seleccionar las tareas correctas para un adecuado mantenimiento del equipo en función a las condiciones actuales que este presenta.

Por otra parte, con la ayuda de la jerarquización se identificaron las fallas funcionales las cuales se utilizaron para elaborar las tareas de mantenimiento en base a distintas frecuencias, lo que permitió elaborar pautas de trabajo con todo lo que conlleva la propuesta, esto para lograr una evaluación económica eficaz que permita visualizar fácilmente la viabilidad de la propuesta.

Debido a los procedimientos seguidos para la realización de la evaluación tanto técnica como económica se llega a la conclusión que el objetivo principal de este trabajo fue cumplido, esto debido a que, se utilizó herramientas de gestión de mantenimiento apoyándose del manual del equipo seleccionado, las cuales fueron utilizadas para proponer una mejora al plan de mantenimiento o estrategia actual de la compañía, el que al ser evaluado resultó ser factible para la empresa tanto en el ámbito técnico como en el económico.

Aun así, si la empresa decide implementar parcialmente la propuesta seguiría poseyendo beneficios económicos al anteponerse a las fallas. Para disminuir aún más los gastos de mantenimiento se recomienda la adquisición de una grúa que posea las especificaciones necesarias para realizar el trabajo, con el fin de eliminar el costo fijo por contratación de servicio, aunque el gasto inicial se vea considerablemente aumentado, a largo plazo el beneficio de poseer esta maquinaria es mayor ya que no solo da respuesta al plan de mantenimiento sino que sirve para cualquier operación donde sea necesario el izaje de elementos y componentes dentro de la planta.

Otro aspecto a considerar para la aplicación del plan de mantenimiento es que existe un equipo con las mismas especificaciones (chancador Symons 4 ft STD) al cual se propuso el plan, esto genera que la propuesta pueda ser homologada trayendo beneficios no solo en el equipo seleccionado, sino que también con sus pares.



## **BIBLIOGRAFÍA**

Metso Minerals. (2001). Manual de servicio Chancador de cono Symons 4 ¼', 5 ½' & 7'. Milwaukee, USA: Metso Minerals

Moubray, J. (2004). Mantenimiento centrado en la confiabilidad (Segunda edición). Gran Bretaña: Industrial Press Inc.

SAE. (2009). SAE J1739: Modos de fallo potencial y efectos de análisis en diseño. Warrendale, USA: SAE International.

SAP Faena Pullalli. 2023. Modulo PM de ERP SAP en donde se extrajo información necesaria para desarrollo del trabajo.

SAP Faena Pullalli. 2023. Modulo MM de ERP SAP en donde se extrajo información necesaria para comparación de costos.

Ingeniería en Confiabilidad I. 2023. Apuntes de asignatura entregados por profesor Carlos Baldi.

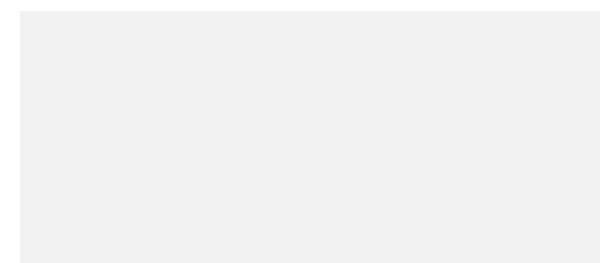
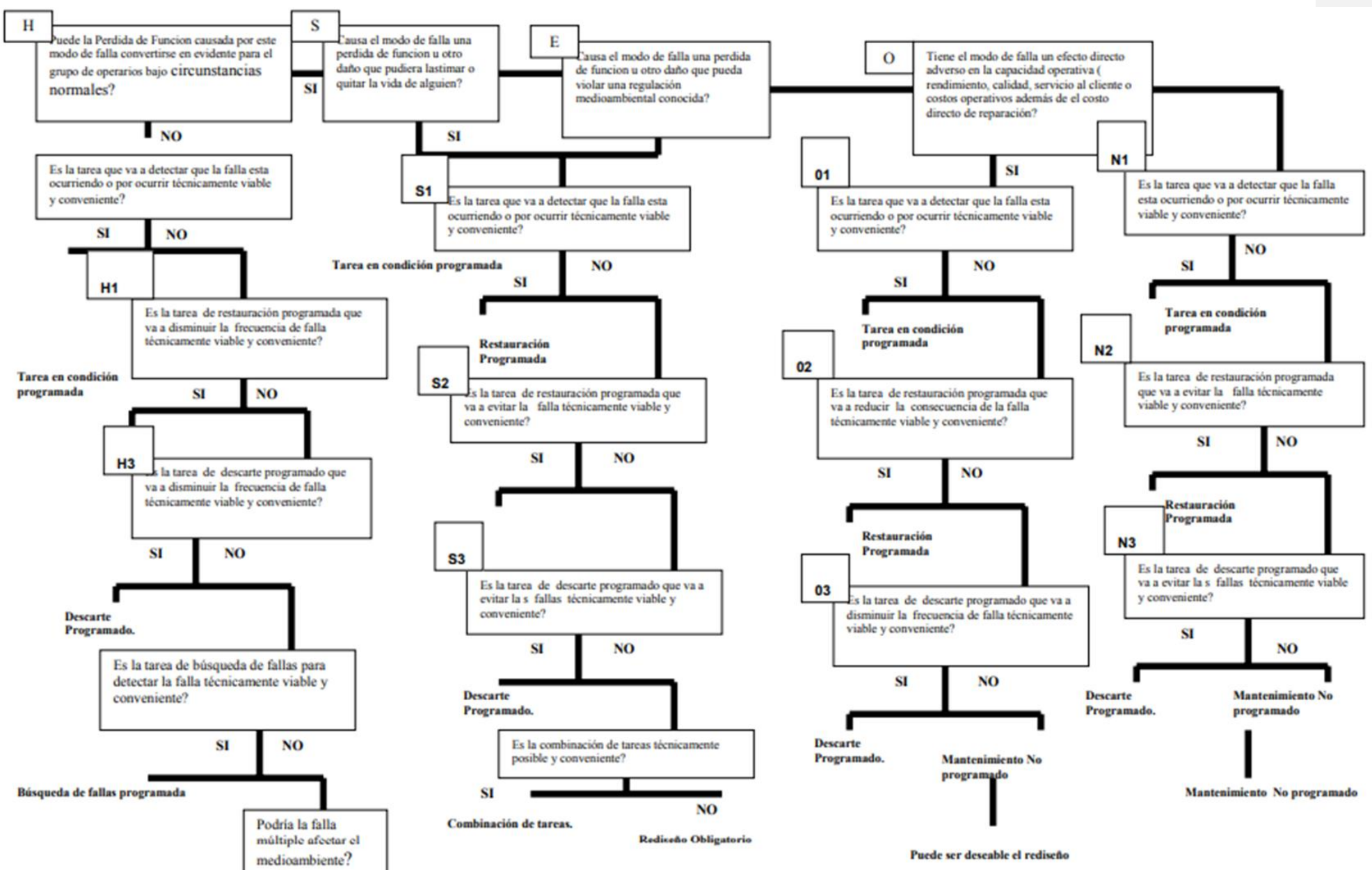
Ingeniería en Confiabilidad II. 2023. Apuntes de asignatura entregados por profesores Ricardo Ciudad y Fabian Orellana.

Ingeniería en Mantenimiento. 2022. Apuntes de asignatura entregados por profesor Carlos Parra-

#### 4. ANEXOS

##### ANEXO 1

Diagrama de decisión RCM del Capítulo 10, del libro Mantenimiento centrado en la confiabilidad, Segunda Edición, del autor John Moubray



## ANEXO 2

Planes de mantenimiento propuestos, Diario, Mensual, Trimestral y Anual

### **Planificación Mantenimiento Diaria Chancador terciario 10707–Chancador Symons 4 ¼ ft SH**

#### **1. ¿QUÉ TRABAJO SE REQUIERE REALIZAR?**

- 1.1. Revisión estado fijaciones chancador
- 1.2. Controlar humedad alimentación planta chancado
- 1.3. Medir setting del chancador, ajustar dependiendo de requerimientos
- 1.4. Revisar nivel de aceite hidráulico, rellenar si corresponde
- 1.5. Realizar inspección de correas transportadoras, y harneros para detectar inchancables.

#### **2. ¿PORQUE SE DEBE REALIZAR?**

- 2.1. Mantenimiento Preventiva Diaria.

#### **3. ¿CUÁLES SON LAS RECOMENDACIONES DE VENDORS O ESPECIALISTAS PARA ESTA ACTIVIDAD? ¿SE CONSIDERARON EN EL ALCANCE DEL TRABAJO?**

- 3.1. Inspección de soldadura de tapa de ajuste.
- 3.2. Inspeccionar nivel, presión y temperatura del lubricante.
- 3.3. Inspeccionar y limpiar descarga del chancador.

#### **4. ¿COMO SE DEBE REALIZAR EL TRABAJO?**

- 4.1. Descargar línea de chancado.
- 4.2. Bloqueo Área de chancado.
- 4.3. Realizar prueba de energía cero.
- 4.4. Limpieza de pasillo área de chancado.  
----- **inspección de correas transportadoras y harneros** -----
- 4.5. Revisar cinta N°1 y N°3.
- 4.6. Retirar materiales extraños en cintas.
- 4.7. Revisar cinta N°2.
- 4.8. Limpiar elementos extraños que se encuentren. **(cuerdas, alambres, paños, etc.)**
- 4.9. Revisar Deck superior e inferior harnero N°1. **(Limpiar si corresponde)**
- 4.10. Revisar Deck superior e inferior harnero N°2. **(Limpiar si corresponde)**  
----- **Revisar nivel aceite hidráulico** -----
- 4.11. Acceder al piso superior nave 2 chancado.
- 4.12. Inspeccionar si existen fugas en la línea y evidencia de fluido en gabinete.
- 4.13. Realizar limpieza de conexiones.
- 4.14. Verificar en mirilla que el nivel de aceite sea el correcto.
- 4.15. Si el nivel no es aceptable rellenar hasta llegar al deseado **(Mobil tellus 68)**

- Revisar estado fijaciones chancador**-----
- 4.16. Acceder a piso superior.
  - 4.17. Inspeccionar que el brazo de ajuste este en su lugar y no se encuentre flectado.
  - 4.18. Inspeccionar que el pasador del brazo de ajuste se encuentre con su seguro y en su lugar.
  - 4.19. Revisar que el trinquete se encuentre bien posicionado
  - 4.20. Inspeccionar presión de sistema bloqueo de bowl **(Entre 1600 a 2500 PSI)**
  - 4.21. Revisar que los pernos basales se encuentren apretados.

- Controlar humedad mineral alimentación**-----
- 4.22. Dirigirse a plataforma 0.
  - 4.23. Inspeccionar lotes de mineral a procesar.
  - 4.24. Tapar lotes de mineral en caso de precipitaciones.

- Medición setting de ajuste**-----
- 4.25. Desbloquear área de chancado
  - 4.26. Dar partida a chancador terciario
  - 4.27. Bajar pasillo plegable de la parte superior del chancador.
  - 4.28. Introducir el plomo y realizar movimiento alrededor del manto y la coraza.
  - 4.29. Retirar plomo.
  - 4.30. Medir con pie de metro cuanto se comprimió.
  - 4.31. Detener el equipo.
  - 4.32. Detener sistema de lubricación.
  - 4.33. Realizar ajuste de equipo a 8 mm

- Entrega a producción**-----
- 4.34. Limpieza de zona de trabajo.
  - 4.35. Avisar a jefe de turno de operaciones.

## 5. ¿CUÁL ES LA SECUENCIA CORRECTA DE LAS ACTIVIDADES ASOCIADAS AL TRABAJO?

- 5.1. Descarga de la línea de chancado
- 5.2. Bloqueo eléctrico de área
- 5.3. Inspección de correas transportadoras y harneros.
- 5.4. Revisar nivel de aceite hidráulico.
- 5.5. Controlar humedad mineral de alimentación.
- 5.6. Medir y ajustar equipo a condición optima.
- 5.7. Limpieza del área de trabajo.
- 5.8. Entrega a producción.

**6. QUE ERRORES O FALLAS SE HAN COMETIDO EN MANTENCIONES ANTERIORES EN ESTE EQUIPO, ¿CUÁLES Y COMO SE EVITARAN?**

6.1. No se realizó limpieza previa al trabajo, quedando restos de material que podrían causar un accidente, se evitaran avisando a jefe de turno operaciones turno noche para que asigne personal para limpieza.

**7. ¿QUÉ TRABAJOS PREVIOS SE DEBEN REALIZAR?**

- 7.1. Preparar plomo para medición de setting
- 7.2. Monitorear condiciones meteorológicas.
- 7.3. Avisar a jefe turno operaciones para realizar limpieza.
- 7.4. Mantener stock mínimo de 20 litros aceite tellus 48 en taller.

**8. ¿CUÁNDO SE DEBE REALIZAR?**

8.1. Diariamente.

**9. EL INICIO DE ESTE TRABAJO DEPENDE DEL TÉRMINO O ENTREGA DE OTRAS ACTIVIDADES, ¿CUÁLES?**

9.1. Depende del término del turno de operaciones nocturno.

**10. ¿EL TÉRMINO DE ESTE TRABAJO AFECTA EL INICIO DE OTRO TRABAJO?**

10.1. Partida de área de chancado.

**11. ¿EXISTEN OTROS TRABAJOS PARALELOS QUE DEBEN REALIZARSE EN ESTE EQUIPO?**

11.1. Limpieza zonas críticas de área de chancado.

**12. ¿QUÉ REPUESTOS SE NECESITAN?**

- Bolsa Con Paños 2(c/u)
- Alambre Acerado 2(m)
- Plomo 0,5(kg)
- Aceite Tellus 68 20(Lt)

**13. ¿QUÉ HERRAMIENTAS SE NECESITAN?**

- Llaves Punta Corona 19 y 22 (mm) 2 (c/u)
- Soplador 1 (c/u)
- Martillo mecánico 2 (c/u)
- Mazo 12 Lb 1 (c/u)
- Pala 2 (c/u)
- Carretilla 1 (c/u)
- Embudo 1 (c/u)
- Bidón 20 LT 1 (c/u)
- Llave de golpe 2"1/4 1 (c/u)
- Pie de metro 1 (c/u)

**14. ¿QUÉ EQUIPOS SE NECESITAN?**

- No aplica

**15. ¿INDIQUE (SELECCIONE) QUE COMPETENCIAS TÉCNICAS REQUIERE EL TRABAJO?**

15.1. Hidráulica

15.2. Lubricación X

15.3. Mecánica X

15.4. Refractarios

15.5. Soldadura X

15.6. Calderería

15.7. Maquinas Herramientas X

15.8. Rodamientos

15.9. Sellos Mecánicos

15.10. Empaquetaduras flanges

15.11. Empaquetaduras prensaestopas

15.12. Grúa

15.13. Maniobras > 0,5 ton

15.14. Cambio cadenas arrastre

15.15. Cambio cadenas transmisión

15.16. Cambio correas transmisión

15.17. Desmontaje/montaje equipos mecánicos

15.18. Aislación

**16. ¿QUÉ SERVICIOS SE REQUIEREN CONTRATAR?**

16.1. Ninguno

**17. ¿QUIEN O QUIENES REALIZARAN EL TRABAJO?**

17.1. Departamento de Mantenimiento : Faena Pullalli CEMIN.

17.2. Operaciones Planta: Faena Pullalli CEMIN

**18. ¿COMO ASEGURA UD. QUE LAS PERSONAS QUE EJECUTARÁN EL TRABAJO, SABRÁN CÓMO REALIZAR EL TRABAJO?**

18.1. Formularios de Planificación, pautas de Trabajo, Check List.

18.2. Analizar planificación de trabajo junto personal de mantenimiento.

**19. ¿CUÁL ES EL TIEMPO DISPONIBLE PARA REALIZAR EL TRABAJO?**

19.1. Tiempo Disponible:

- Inicio : Diariamente, 8:30 hrs.
- Termino : 09:30 Hrs.
- Días : 0
- Horas : 1 Hr.
- Turnos : 1

**20. ¿EN QUÉ HORARIO SE REALIZARÁ EL TRABAJO?**

20.1. Horario Administrativo.

**21. ¿ESTIMACIÓN DE RECURSOS NECESARIOS PARA REALIZAR EL TRABAJO?**

21.1. Servicio de Mantenimiento Chancador Symons 4 ¼ ft : 2 Mecánicos + 1 supervisor.

**22. ¿COMO SE RECEPCIONARÁ EL TRABAJO?**

22.1. Inspección mecánica del chancador : Check List Recepción Equipo

22.2. Medición de setting de ajuste : Check List Recepción Equipo

**23. ¿QUÉ PRUEBAS SE REALIZARÁN?**

23.1. Verificación de ajuste setting con plomo.

**24. ¿QUIEN O QUIENES REALIZARAN LAS PRUEBAS?**

24.1. Medición de ajuste setting : Mecánicos

**25. ¿REALICE UN ANÁLISIS DE RIESGO DE ESTA ACTIVIDAD (WHAT IF)?**

25.1. Qué pasa si se encuentran inchancables en la línea:

- Retirar inchancable de la línea.
- Realizar inspección a lote en proceso

25.2. Qué pasa si hay bajo nivel de aceite hidráulico:

- Rellenar estanque hasta llegar a nivel indicado
- Avisar a jefe de mantenimiento.
- Programar inspección general línea hidráulica

25.3. Qué pasa si pernos basales están sueltos:

- Trasladar compresor a área de chancado y reapretar pernos

25.4. Qué pasa si el pasador está cortado:

- Fabricar un pasador en torno con su seguro.
- Mantener en stock.

25.5. Qué pasa si la humedad del mineral es muy alta:

- Bajar frecuencia trabajo alimentador principal.
- Detener supresores de polvo.

25.6. Qué pasa si el ajuste no se encuentra en el rango indicado:

- Realizar ajuste de setting.
- Volver a realizar medición.

**26. ¿CUÁLES SON LOS DOCUMENTOS QUE ASEGURAN LA CALIDAD DEL TRABAJO?**

26.1. Pauta de Trabajo.

26.2. Check list de Recepción.

## 27. INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

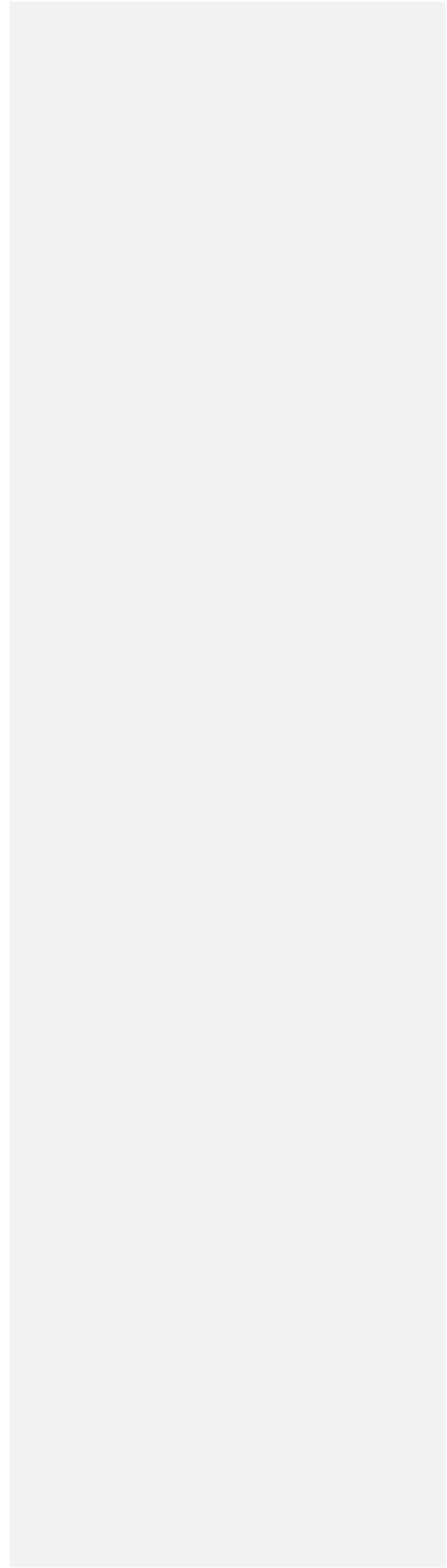
- 27.1. Antes de iniciar todo tipo de trabajos se debe bloquear el(los) motor eléctrico asociados al trabajo.
- 27.2. Antes de iniciar los trabajos, solicite autorización de intervención en el equipo al supervisor asignado para este trabajo.
- 27.3. Antes de iniciar el trabajo confirme con el personal de operación de turno, que el equipo ha sido vaciado.
- 27.4. Antes de iniciar el trabajo, delimite el área de trabajo para evitar que personas ajenas a la actividad pueda resultar lesionadas.
- 27.5. Antes de iniciar el trabajo infórmese, a través del supervisor, el material que procesa el equipo a intervenir ha sido vaciado correctamente.
- 27.6. Antes de iniciar el trabajo infórmese, a través del supervisor, de posibilidad de emanación de gases tóxicos al destapar o retirar componentes del equipo a intervenir.
- 27.7. Antes de iniciar el trabajo, verifique que el nivel de polución por polvo ha bajado a la vista, aun así, es obligatorio el uso de protección respiratoria.
- 27.8. Antes de iniciar el trabajo identifique las duchas de emergencias más cercanas.
- 27.9. Si realiza trabajos en altura, restrinja al área inferior para evitar caída de objetos sobre personas.
- 27.10. Verifique que no se realizan trabajos en niveles superiores a su área de trabajo, podrían caer objetos sobre personas.
- 27.11. Si en trabajos que se realizan en el contorno o rodean a su lugar de trabajo, y que correspondan a soldaduras y/o proyección de partículas, detenga su actividad hasta que en conjunto con el supervisor se asegure que ninguna persona de su organización resultara afectada por las actividades descritas.
- 27.12. Antes de iniciar las maniobras de desmontaje de la unidad de rotación, componentes del equipo, estudie, planifique y capacite al personal que realizara esta actividad.
- 27.13. Asegure que en maniobras de equipos o componentes que por su geometría podría rodar están bajo su control, evitando que por movimientos relacionados con la geometría del componente pudiera atrapar, presionar y/o lesionar a su personal.
- 27.14. Asegúrese que en maniobras que involucran 2 o más personas, estén bien coordinados los movimientos, para asegurar que la acción, movimiento o maniobra de uno de ellos pueda afectar o lesionar a los demás.
- 27.15. Antes de iniciar las maniobras de desmontaje de la unidad de rotación, componentes del equipo, solicite el peso de los elementos a izar.
- 27.16. Asegure que las actividades con macetas, uso de cinceles, o similares están bajo control, que las herramientas están en buenas condiciones, instale protecciones adecuadas para evitar la proyección de partículas metálicas o esquirlas y que el personal está capacitado en su uso.
- 27.17. Asegure que, durante maniobras de movimiento de cargas suspendidas, ninguna persona estará bajo la carga suspendida.

- 27.18. Asegure que, exista una comunicación directa entre el rigger y operador de grúa, ya sea por radio o por señas, para ello el supervisor debe asegurarse que el rigger este calificado para realizar dichas maniobras.
- 27.19. Asegúrese que, solo el rigger se comuniqué con el operador de grúa, esto para evitar daños al personal.
- 27.20. Verifique siempre que, en niveles superiores a su lugar de trabajo, no se estén realizando actividades, podría haber derrames o caída de fluidos tóxicos, calientes que podrían quemar o afectar a su personal, comuníquese con el supervisor asociado al trabajo para asegurar que lo indicado no ocurra.
- 27.21. Verifique siempre que su personal no levante cargas ni realizara acciones de fuerza inadecuadas que podrían provocar daños o malestar.
- 27.22. Antes de iniciar las maniobras de desmontaje de la unidad de rotación, u otros componentes del equipo, verifique o compruebe que los elementos de maniobra son los adecuados para la carga a Izar y están en buen estado.
- 27.23. Tenga precaución, el equipo o sus componentes pueden tener aristas vivas o superficies cortantes, el personal que participara en el trabajo debe utilizar guantes de cabretilla.
- 27.24. Al destapar flanges, tapas de inspección, etc., tenga precaución, pueden existir líquidos contenidos al interior del equipo.
- 27.25. Trabajos en andamios sobre 1,5 mts. requieren uso de arnés de seguridad.
- 27.26. Todas las superficies de tránsito de personas, grating, escalas, etc., deben estar siempre libre de lubricantes o restos de grasas.
- 27.27. Capacite a su personal sobre la operación y riesgos de llaves neumática, equipos hidráulicos y esmeriles angulares si aplican a su trabajo.
- 27.28. No escale o trepe por el equipo, utilice solo plataformas y andamios habilitados para la Mantención.
- 27.29. No está permitido manipular (abrir o cerrar) ningún tipo de válvulas.
- 27.30. Mantenga siempre el área de trabajo limpia, aceite, grasa, pasta, etc., causan superficies resbaladizas y pueden provocar accidentes.
- 27.31. Al finalizar el trabajo se debe retirar todos los bloqueos.

## **28. REFERENCIAS:**

- 28.1. Manual de servicio chancador de cono Symons 4 ¼', 5 ½' y 7': 10707

## **29. FOTOGRAFÍA:**



## **Planificación Mantenimiento Mensual Chancador terciario 10707– Chancador Symons 4 ¼ ft SH**

### **1. ¿QUÉ TRABAJO SE REQUIERE REALIZAR?**

- 1.1. Cambio de elementos de desgaste del chancador, establecer sistema de conteo de puntos de ajuste.
- 1.2. Modificar acceso a chute traspasso chancador terciario a cinta N°2 para realizar inspección interna, realizar limpieza.
- 1.3. Soplar intercambiadores, cambiar si es necesario para envarillar.
- 1.4. Levantar casquete y realizar limpieza de hilos del bowl aplicando solvente.

### **2. ¿PORQUE SE DEBE REALIZAR?**

- 2.1. Mantenimiento Preventiva Mensual.

### **3. ¿CUÁLES SON LAS RECOMENDACIONES DE VENDORS O ESPECIALISTAS PARA ESTA ACTIVIDAD? ¿SE CONSIDERARON EN EL ALCANCE DEL TRABAJO?**

- 3.1. Inspección fugas de lubricante.
- 3.2. Inspeccionar desgaste de manto y coraza.
- 3.3. Engrase de hilos de tapa de ajuste.
- 3.4. Revisar malla de elementos solidos

### **4. ¿COMO SE DEBE REALIZAR EL TRABAJO?**

- 4.1. Descargar la línea de chancado.
- 4.2. Bloqueo Área de chancado.
- 4.3. Realizar prueba de energía cero.
- 4.4. Limpieza completa de pasillo por operaciones.  
-----**Inspección interna chute Chancador a cinta N°2**-----
- 4.5. Ingresar a piso inferior nave 2
- 4.6. Retirar protección acceso a cinta N°2
- 4.7. Retirar tuercas tapa de inspección chute Chancador terciario (**tuercas 5/8 Hilo corriente**)
- 4.8. Retirar tapa de inspección chute Chancador terciario.
- 4.9. Inspeccionar estado revestimiento interno.
- 4.10. Realizar limpieza Monturines chancador terciario.
- 4.11. Realizar limpieza bastidor principal.
- 4.12. Instalar tapa de inspección chute.
- 4.13. Instalar tuercas tapa de inspección y apretar.
- 4.14. Instalar protección acceso a cinta N°2  
-----**Limpieza y Reengrase de hilos Bowl**-----
- 4.15. Liberar sistema hidráulico bloqueo de bowl.
- 4.16. Verificar que la presión llegue a 0 PSI.
- 4.17. Dar partida a sistema de ajuste.

- 4.18. Abrir chancador una vuelta completa.
- 4.19. Detener sistema de ajuste
- 4.20. Instalar tres tecles de cadena en orejas certificadas.
- 4.21. Levantar tapa de ajuste hasta ser visible el hilo del bowl
- 4.22. Realizar limpieza de grasa contaminada con solvente.
- 4.23. Inspeccionar estado de hilos bowl
- 4.24. Engrasar hilos bowl.
- 4.25. Realizar limpieza de grasa contaminada con solvente en cuerpo de chancador.
- 4.26. Engrasar hilos cuerpo del chancador
- 4.27. Bajar tapa de ajuste a posición inicial.
- 4.28. Retirar Tecles.
- 4.29. Ajustar Chancador hasta llegar a la posición inicial de la tarea.
- 4.30. Dar partida a sistema de bloqueo de bowl y bloquear.
- 4.31. Instalar trinquete chancador
- Soplar intercambiadores de calor -----
- 4.32. Acceder al piso inferior.
- 4.33. Inspeccionar si existen fugas en la línea y evidencia de lubricante en el piso.
- 4.34. Realizar limpieza de ventiladores disipadores de calor.
- 4.35. Realizar limpieza exterior línea de lubricación. (Bomba y estanque)
- 4.36. Dar partida a sistema de lubricación
- 4.37. Verificar presión del sistema sea adecuada y exista retorno de aceite a tanque. (Entre 18 a 25 PSI)
- 4.38. Verificar que la Temperatura y de entrada a intercambiador tenga una diferencia. (> a 5°)
- Ajuste de setting -----
- 4.39. Bajar pasillo plegable de la parte superior del chancador.
- 4.40. Solicitar puesta en marcha chancador terciario
- 4.41. Introducir el plomo y realizar movimiento alrededor del manto y la coraza.
- 4.42. Retirar plomo.
- 4.43. Medir con pie de metro cuanto se comprimió.
- 4.44. Detener el equipo
- 4.45. Soltar sistema de bloqueo bowl
- 4.46. Dar partida a sistema de ajuste.
- 4.47. Calcular cuantos puntos debe moverse en función de la primera medición.
- 4.48. Realizar movimiento giratorio del chancador hasta llegar al punto calculado.
- 4.49. Instalar trinquete.
- 4.50. Bloquear bowl y detener sistema de ajuste
- 4.51. Solicitar puesta en marcha chancador terciario
- 4.52. Introducir el plomo y realizar movimiento alrededor del manto y la coraza.
- 4.53. Retirar plomo.
- 4.54. Medir con pie de metro cuanto se comprimió.
- 4.55. Subir a pasillo plegable.

- 4.56. Inspeccionar que el movimiento de la cabeza del chancador sea oscilatorio y con baja RPM. (< de 10 RPM)
- 4.57. Detener el chancador.
- 4.58. Detener sistema de lubricación.
- 4.59. Marcar punto en que quedo y mantener actualizado conteo de puntos.

----- Entrega a producción -----

- 13.1 Limpieza de zona de trabajo.
- 13.2 Avisar a jefe de turno de operaciones.

**5. ¿CUÁL ES LA SECUENCIA CORRECTA DE LAS ACTIVIDADES ASOCIADAS AL TRABAJO?**

- 5.1. Descarga de la línea de chancado
- 5.2. Bloqueo eléctrico de área
- 5.3. Inspección interna chute Chancador a cinta N°2
- 5.4. Limpieza y reengrase hilos bowl
- 5.5. Engrasar los hilos
- 5.6. Soplar intercambiadores de calor
- 5.7. Dar partida a equipo.
- 5.8. Ajustar el equipo a granulometría adecuada
- 5.9. Inspeccionar RPM cabeza de chancador.
- 5.10. Limpieza zona de trabajo.
- 5.11. Entregar a producción.

**6. QUE ERRORES O FALLAS SE HAN COMETIDO EN MANTENCIONES ANTERIORES EN ESTE EQUIPO, ¿CUÁLES Y COMO SE EVITARAN?**

- 6.1. No se realizó engrase de hilos, lo que causo que se atasque de estos y mayor tiempo de mantenimiento.
- 6.2. No había plomo preparado para realizar medición de setting, se provoca pérdida de tiempo en ir a taller a preparar.

**7. ¿QUÉ TRABAJOS PREVIOS SE DEBEN REALIZAR?**

- 7.1. Retirar insumos de bodega.
- 7.2. Revisar estado orejas certificadas.
- 7.3. Preparar el plomo para medir setting.

**8. ¿CUÁNDO SE DEBE REALIZAR?**

- 8.1. Mensualmente

**9. EL INICIO DE ESTE TRABAJO DEPENDE DEL TÉRMINO O ENTREGA DE OTRAS ACTIVIDADES, ¿CUÁLES?**

- 9.1. Depende de termino de turno nocturno.

**10. ¿EL TÉRMINO DE ESTE TRABAJO AFECTA EL INICIO DE OTRO TRABAJO?**

10.1. Inicio de producción en área de chancado.

**11. ¿EXISTEN OTROS TRABAJOS PARALELOS QUE DEBEN REALIZARSE EN ESTE EQUIPO?**

11.1. Mantenimiento preventivo diario.

**12. ¿QUÉ REPUESTOS SE NECESITAN?**

- |                                       |         |
|---------------------------------------|---------|
| • Bolsa Con Paños                     | 2(c/u)  |
| • Alambre Acerado                     | 2(m)    |
| • Plomo                               | 1(kg)   |
| • Solvente                            | 20 (Lt) |
| • Grasa Mobil Magnolia Drill Compound | 10 (kg) |
| • Baldes vacíos para desechos         | 4 (c/u) |

**13. ¿QUÉ HERRAMIENTAS SE NECESITAN?**

- |                                    |         |
|------------------------------------|---------|
| • Llaves Punta Corona 19 y 24 (mm) | 4 (c/u) |
| • Pala                             | 1 (c/u) |
| • Carretilla                       | 2 (c/u) |
| • Grillete 1"                      | 3 (c/u) |
| • Maso 16 (lb)                     | 1 (c/u) |
| • Maso 6 (lb)                      | 2 (c/u) |
| • Barretilla 1 (m)                 | 2 (c/u) |
| • Tecla 750 (kg)                   | 3 (c/u) |
| • Escobilla de acero               | 1 (c/u) |
| • Disco traslapado 4 ½             | 2 (c/u) |
| • Pie de metro                     | 1 (c/u) |
| • Soplador eléctrico               | 1 (c/u) |
| • Esmeril angular 4 ½              | 1 (c/u) |

**14. ¿QUÉ EQUIPOS SE NECESITAN?**

- Equipo oxicorte.

**15. ¿INDIQUE (SELECCIONE) QUE COMPETENCIAS TÉCNICAS REQUIERE EL TRABAJO?**

15.1. Hidráulica

15.2. Lubricación X

15.3. Mecánica X

15.4. Refractarios

15.5. Soldadura

15.6. Calderería

15.7. Maquinas Herramientas

15.8. Rodamientos

15.9. Sellos Mecánicos

- 15.10. Empaquetaduras flanges
- 15.11. Empaquetaduras prensaestopas
- 15.12. Grúa X
- 15.13. Maniobras > 0,5 ton X
- 15.14. Cambio cadenas arrastre
- 15.15. Cambio cadenas transmisión
- 15.16. Cambio correas transmisión
- 15.17. Desmontaje/montaje equipos mecánicos X
- 15.18. Aislación

**16. ¿QUÉ SERVICIOS SE REQUIEREN CONTRATAR?**

- 16.1. Ninguno

**17. ¿QUIEN O QUIENES REALIZARAN EL TRABAJO?**

- 17.1. Departamento de Mantenimiento : Faena Pullalli CEMIN.

**18. ¿COMO ASEGURA UD. QUE LAS PERSONAS QUE EJECUTARÁN EL TRABAJO, SABRÁN CÓMO REALIZAR EL TRABAJO?**

- 18.1. Entregando a EESS, formularios de Planificación, pautas de Trabajo, Check List.
- 18.2. Analizar planificación de trabajo junto a EESS.

**19. ¿CUÁL ES EL TIEMPO DISPONIBLE PARA REALIZAR EL TRABAJO?**

Tiempo Disponible:

- 19.1. Inicio : jueves de la semana, 8:30 hrs.
- 19.2. Termino : 12:30 hrs mismo día.
- 19.3. Días : 0
- 19.4. Horas : 4
- 19.5. Turnos : 1

**20. ¿EN QUÉ HORARIO SE REALIZARÁ EL TRABAJO?**

- 20.1. Horario Administrativo.

**21. ¿ESTIMACIÓN DE RECURSOS NECESARIOS PARA REALIZAR EL TRABAJO?**

- 21.1. Servicio de Mantenimiento Chancador Symons 4 ¼ ft  
:4Mecánicos+1supervisor+1producción.

**22. ¿COMO SE RECEPCIONARÁ EL TRABAJO?**

- 22.1. Inspección mecánica del chancador : Check List Recepción Equipo
- 22.2. Medición de setting de ajuste : Check List Recepción Equipo

### **23. ¿QUÉ PRUEBAS SE REALIZARÁN?**

- 23.1. Medición de ajuste de setting.
- 23.2. Medir RPM cabeza chancador

### **24. ¿QUIEN O QUIENES REALIZARAN LAS PRUEBAS?**

- 24.1. Medición de ajuste de setting : Mecánico
- 24.2. Medir RPM Cabeza chancador : Mecánico

### **25. ¿REALICE UN ANÁLISIS DE RIESGO DE ESTA ACTIVIDAD (WHAT IF)?**

- 25.1. Qué pasa si la tapa de ajuste no se suelta:
  - Soltar trinquete y bloqueo de bowl, dar partida a chancador con tapa sin trinquete durante 30 segundos, si no se ha soltado, repita la operación.
  - Levantar chancador con cilindros gatos de inchancables y dejar caer en operación.
- 25.2. Qué pasa si intercambiador de calor no cumple función:
  - Realizar cambio inmediato.
  - Enviar intercambiador a taller mina para reparación.
- 25.3. Qué pasa si las RPM del poste son altas:
  - Programar armado de poste y bowl stand by para cambio.
  - Programar en mantenimiento trimestral cambio de socket linner.

### **26. ¿CUÁLES SON LOS DOCUMENTOS QUE ASEGURAN LA CALIDAD DEL TRABAJO?**

- 26.1. Pauta de Trabajo.
- 26.2. Check list de Recepción.

### **27. INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD**

- 27.1. Antes de iniciar todo tipo de trabajos se debe bloquear el(los) motor eléctrico asociados al trabajo.
- 27.2. Antes de iniciar los trabajos, solicite autorización de intervención en el equipo al supervisor asignado para este trabajo.
- 27.3. Antes de iniciar el trabajo confirme con el personal de operación de turno, que el equipo ha sido vaciado.
- 27.4. Antes de iniciar el trabajo, delimite el área de trabajo para evitar que personas ajenas a la actividad pueda resultar lesionadas.
- 27.5. Antes de iniciar el trabajo infórmese, a través del supervisor, el material que procesa el equipo a intervenir ha sido vaciado correctamente.
- 27.6. Antes de iniciar el trabajo infórmese, a través del supervisor, de posibilidad de emanación de gases tóxicos al destapar o retirar componentes del equipo a intervenir.
- 27.7. Antes de iniciar el trabajo, verifique que el nivel de polución por polvo ha bajado a la vista, aun así, es obligatorio el uso de protección respiratoria.
- 27.8. Antes de iniciar el trabajo identifique las duchas de emergencias más cercanas.

- 27.9. Si realiza trabajos en altura, restrinja al área inferior para evitar caída de objetos sobre personas.
- 27.10. Verifique que no se realizan trabajos en niveles superiores a su área de trabajo, podrían caer objetos sobre personas.
- 27.11. Si en trabajos que se realizan en el contorno o rodean a su lugar de trabajo, y que correspondan a soldaduras y/o proyección de partículas, detenga su actividad hasta que en conjunto con el supervisor se asegure que ninguna persona de su organización resultara afectada por las actividades descritas.
- 27.12. Antes de iniciar las maniobras de desmontaje de la unidad de rotación, componentes del equipo, estudie, planifique y capacite al personal que realizara esta actividad.
- 27.13. Asegure que en maniobras de equipos o componentes que por su geometría podría rodar están bajo su control, evitando que por movimientos relacionados con la geometría del componente pudiera atrapar, presionar y/o lesionar a su personal.
- 27.14. Asegúrese que en maniobras que involucran 2 o más personas, estén bien coordinados los movimientos, para asegurar que la acción, movimiento o maniobra de uno de ellos pueda afectar o lesionar a los demás.
- 27.15. Antes de iniciar las maniobras de desmontaje de la unidad de rotación, componentes del equipo, solicite el peso de los elementos a izar.
- 27.16. Asegure que las actividades con macetas, uso de cinceles, o similares están bajo control, que las herramientas están en buenas condiciones, instale protecciones adecuadas para evitar la proyección de partículas metálicas o esquirlas y que el personal está capacitado en su uso.
- 27.17. Asegure que, durante maniobras de movimiento de cargas suspendidas, ninguna persona estará bajo la carga suspendida.
- 27.18. Asegure que, exista una comunicación directa entre el rigger y operador de grúa, ya sea por radio o por señas, para ello el supervisor debe asegurarse que el rigger este calificado para realizar dichas maniobras.
- 27.19. Asegúrese que, solo el rigger se comuniquen con el operador de grúa, esto para evitar daños al personal.
- 27.20. Verifique siempre que, en niveles superiores a su lugar de trabajo, no se estén realizando actividades, podría haber derrames o caída de fluidos tóxicos, calientes que podrían quemar o afectar a su personal, comuníquese con el supervisor asociado al trabajo para asegurar que lo indicado no ocurra.
- 27.21. Verifique siempre que su personal no levante cargas ni realizara acciones de fuerza inadecuadas que podrían provocar daños o malestar.
- 27.22. Antes de iniciar las maniobras de desmontaje de la unidad de rotación, u otros componentes del equipo, verifique o compruebe que los elementos de maniobra son los adecuados para la carga a izar y están en buen estado.

- 27.23. Tenga precaución, el equipo o sus componentes pueden tener aristas vivas o superficies cortantes, el personal que participara en el trabajo debe utilizar guantes de cabretilla.
- 27.24. Al destapar flanges, tapas de inspección, etc., tenga precaución, pueden existir líquidos contenidos al interior del equipo.
- 27.25. Trabajos en andamios sobre 1,5 mts. requieren uso de arnés de seguridad.
- 27.26. Todas las superficies de tránsito de personas, grating, escalas, etc., deben estar siempre libre de lubricantes o restos de grasas.
- 27.27. Capacite a su personal sobre la operación y riesgos de llaves neumática, equipos hidráulicos y esmeriles angulares si aplican a su trabajo.
- 27.28. No escale o trepe por el equipo, utilice solo plataformas y andamios habilitados para la mantención.
- 27.29. No está permitido manipular (abrir o cerrar) ningún tipo de válvulas.
- 27.30. Mantenga siempre el área de trabajo limpia, aceite, grasa, pasta, etc., causan superficies resbaladizas y pueden provocar accidentes.
- 27.31. Al finalizar el trabajo se debe retirar todos los bloqueos.

**28. REFERENCIAS:**

28.1. Manual de servicio chancador de cono Symons 4 ¼', 5 ½' y 7': 10707

**29. FOTOGRAFÍAS:**





# Planificación Mantenimiento Trimestral Chancador terciario

## 10707– Chancador Symons 4 ¼ ft SH

### 1. ¿QUÉ TRABAJO SE REQUIERE REALIZAR?

- 1.1. Reparar y revestir chute de traspaso Chancador terciario a Cinta N°2.
- 1.2. Cambio empaquetadura trenzada Bomba Viking Lubricación de chancador.
- 1.3. Revisar setting del chancador, limpieza intercambiadores de calor.
- 1.4. Cambiar filtros de aceite.
- 1.5. Cambiar sello de polvo durante cambio de corazas, evaluar rediseño de taquies del sello.
- 1.6. Cambio de aceite y limpieza de filtro y estanque
- 1.7. Setear Válvula Limitadora o rellenar aceite hidráulico
- 1.8. Revisar correcto Bloqueo de bowl
- 1.9. Revisar conexiones eléctricas y reapretar bornes motor
- 1.10. Medición de vibraciones chancador y motor
- 1.11. Cambio correas de transmisión

### 2. ¿PORQUE SE DEBE REALIZAR?

- 2.1. Mantención Preventiva Mensual.

### 3. ¿CUÁLES SON LAS RECOMENDACIONES DE VENDORS O ESPECIALISTAS PARA ESTA ACTIVIDAD? ¿SE CONSIDERARON EN EL ALCANCE DEL TRABAJO?

- 3.1. Medir desgaste inner.
- 3.2. Inspeccionar pasos de aceite chancador.
- 3.3. Engrase de hilos de tapa de ajuste.

### 4. ¿COMO SE DEBE REALIZAR EL TRABAJO?

- 4.1. Descargar la línea de chancado.
- 4.2. Bloqueo Área de chancado.
- 4.3. Realizar prueba de energía cero.
- 4.4. Limpieza completa de pasillo por operaciones.
- 4.5. Posicionar grúa para maniobras de izaje
- 4.6. Llenado de documentación para grúa
- 4.7. Ingresar a piso inferior nave 2
- 4.8. Retirar protección acceso a cinta N°2
- 4.9. Retirar tuercas tapa de inspección chute Chancador terciario (tuerca 5/8 Hilo corriente)
- 4.10. Retirar tapa de inspección chute Chancador terciario.
- 4.11. Retirar gomas cerratek en mal estado
- 4.12. Realizar limpieza Monturines chancador terciario.
- 4.13. Realizar limpieza bastidor principal.

- 4.14. Cambiar placas de acero con desgaste (Plancha T1 en 12 mm)
- 4.15. Realizar reparaciones con soldadura (7018- 1/8)
- 4.16. Instalar tapa de inspección chute.
- 4.17. Instalar tuercas tapa de inspección y apretar.
- 4.18. Instalar protección acceso a cinta N°2
- Cambio de corazas y sello polvo-----
- 4.19. Soltar sistema de bloqueo bowl
- 4.20. Desconectar conexiones hidráulicas
- 4.21. Girar tapa de ajuste hasta que el bowl quede suelto
- 4.22. Retirar Plato distribuidor de poste (Pernos 1x6 Hilo corriente)
- 4.23. Rigger debe dar instrucciones para posicionar gancho
- 4.24. Instalar pulpo de izaje en bowl.
- 4.25. Retirar bowl y dejarlo fuera de Nave 2
- 4.26. Retirar Poste y dejarlo en atril correspondiente
- 4.27. Instalar tapa en inner para evitar ingreso de contaminantes
- 4.28. Instalar cáncamos en sello de polvo para retirar (1/2 x 2 Hilo corriente)
- 4.29. Retirar sello de polvo y dejarlo fuera de nave 2
- 4.30. Retirar conjunto de taquies y realizar limpieza general
- 4.31. Inspeccionar desgaste chavetas sello de polvo
- 4.32. Medir desgaste de Socket linner (debe ser mayor a 3 mm)
- 4.33. Instalar juegos de taquies previamente engrasados
- 4.34. Instalar sello de polvo nuevo y engrasar (Mobil Magnolia Drill Compound)
- 4.35. Agregar película de aceite de forma manual en socket linner (Omala 220)
- 4.36. Montar poste con Mantle nuevo
- 4.37. Montar bowl linner y girar para apretar
- 4.38. Montaje plato distribuidor
- 4.39. Rigger debe dar instrucciones para retirar gancho de la zona
- 4.40. Instalar conexiones hidráulicas
- 4.41. Girar chancador con sistema de ajuste hasta una posición aproximada. vez retirada.
- 4.42. Instalar trinquete de chancador y bloquear bowl
- Seteo válvula reguladora y relleno aceite hidráulico-----
- 4.43. Destapar gabinete hidráulico.
- 4.44. Verificar que la presión de bloqueo sea la correcta.
- 4.45. Si no es la correcta dar partida a bomba y girar perilla hasta llegar a presión nominal (2000 PSI)
- 4.46. Verificar en mirilla que el nivel de aceite sea el correcto.
- 4.47. Si el nivel no es aceptable rellenar hasta llegar al deseado (Mobil tellus 68)
- 4.48. Tapar Gabinete sistema hidráulico.
- Revisar correcto bloqueo de bowl-----
- 4.49. Verificar que se encuentre presión a 2000 PSI.
- 4.50. Con una barretilla hacer palanca en casquete.
- 4.51. Si el casquete se mueve, se debe levantar con grúa

- 4.52. Instalar golillones para suplir recorrido de cilindros  
----- **Revisar conexiones eléctricas y reapretar bornes** -----
- 4.53. Retirar tapa de caja de bornes.
- 4.54. Revisar estado de conexiones
- 4.55. Realizar limpieza general.
- 4.56. Reapretar todas las conexiones  
----- **Cambio correas de transmisión** -----
- 4.57. Retirar protección sistema de transmisión.
- 4.58. Soltar pernos basales de motor **(1" Hilo corriente)**
- 4.59. Destensar correas moviendo motor con pernos gato **(pernos 1 ½ " Hilo corriente)**
- 4.60. Realizar cambio de 4 correas de transmisión **(Correa D-180)**
- 4.61. Realizar tensado y alineación laser
- 4.62. Reapretar pernos basales motor eléctrico
- 4.63. Reponer protección sistema de transmisión.
- **Cambio de aceite sistema lubricación** -----
- 4.64. Acceder al piso inferior.
- 4.65. Inspeccionar si existen fugas en la línea y evidencia de lubricante en el piso.
- 4.66. Realizar limpieza de ventiladores disipadores de calor.
- 4.67. Realizar limpieza exterior línea de lubricación. **(Bomba y estanque)**
- 4.68. Retirar pernos tapa de estanque de lubricación y retirar tapa.
- 4.69. Instalar Bomba para retirar aceite
- 4.70. Retirar malla de elementos sólidos.
- 4.71. Realizar limpieza general de estanque
- 4.72. Instalar malla de elementos solidos nueva.
- 4.73. Montar tapa estanque de lubricación para evitar contaminación
- **Mantenimiento Bomba Viking** -----
- 4.74. Soltar tuercas conjunto prensa estopas. **(1/2 Hilo corriente)**
- 4.75. Retirar prensa y limpiar zona de trabajo con paño y solvente.
- 4.76. Retirar empaquetadura trenzada con ganchos 45°
- 4.77. Cortar empaquetadura trenzada en secciones adecuadas **(empaquetadura grafito 3/8)**
- 4.78. Instalar empaques necesarios cruzándolos a 180°.
- 4.79. Instalar prensa y tuercas.
- 4.80. Apretar realizando movimiento de eje para no dejar muy ajustado.
- **Cambio Filtros de aceite y rellenado** -----
- 4.81. Retirar tapa superior de filtros. **(tuercas tipo mariposas)**
- 4.82. Revisar estado de O ring.
- 4.83. Retirar filtro usado.
- 4.84. Montar filtros nuevos.
- 4.85. Rellenar deposito filtros con aceite. **(Omala 220)**
- 4.86. Tapar deposito filtros.
- 4.87. Retirar cubierta superior estanque de aceite.
- 4.88. Rellenar con 400 Litros de aceite. **(Omala 220)**

- 4.89. Instalar cubierta superior estanque de aceite.
- Ajuste chancador terciario e inspección-----
- 4.90. Desbloquear Chancador Terciario
- 4.91. Bajar pasillo plegable de la parte superior del chancador.
- 4.92. Solicitar puesta en marcha chancador terciario
- 4.93. Introducir el plomo y realizar movimiento alrededor del manto y la coraza.
- 4.94. Retirar plomo.
- 4.95. Medir con pie de metro cuanto se comprimió.
- 4.96. Detener el equipo
- 4.97. Soltar sistema de bloqueo bowl
- 4.98. Dar partida a sistema de ajuste.
- 4.99. Calcular cuantos puntos debe moverse en función de la primera medición.
- 4.100. Realizar movimiento giratorio del chancador hasta llegar al punto calculado.
- 4.101. Instalar trinquete.
- 4.102. Bloquear bowl y detener sistema de ajuste
- 4.103. Solicitar puesta en marcha chancador terciario
- 4.104. Introducir el plomo y realizar movimiento alrededor del manto y la coraza.
- 4.105. Retirar plomo.
- 4.106. Medir con pie de metro cuanto se comprimió.
- 4.107. Subir a pasillo plegable.
- 4.108. Inspeccionar que el movimiento de la cabeza del chancador sea oscilatorio y con baja RPM. (< de 10 RPM)
- 4.109. Detener el chancador.
- 4.110. Detener sistema de lubricación.
- 4.111. Marcar punto en que quedo y mantener actualizado conteo de puntos.
- Medición de vibraciones-----
- 4.112. Instalar acelerómetro en contra ejes.
- 4.113. Desbloquear área de chancado.
- 4.114. Dar partida al sistema de lubricación y esperar 1 minuto.
- 4.115. Dar partida a chancador 4 ¼ ft.
- 4.116. Medir vibraciones y registrar.
- 4.117. Instalar acelerómetro en motor.
- 4.118. Realizar mediciones en todos los puntos del motor y registrar.
- 4.119. Detener chancador
- Entrega a producción-----
- 4.120. Limpieza de zona de trabajo.
- 4.121. Avisar a jefe de turno de operaciones.

## 5. ¿CUÁL ES LA SECUENCIA CORRECTA DE LAS ACTIVIDADES ASOCIADAS AL TRABAJO?

- 5.1. Descarga de la línea de chancado
- 5.2. Bloqueo eléctrico de área

- 5.3. Reparación y revestimiento chute traspaso
- 5.4. Retirar la tapa de ajuste
- 5.5. Cambio de corazas y sello de polvo
- 5.6. Seteo válvula y relleno de aceite hidráulico
- 5.7. Revisar correcto Bloqueo de bowl
- 5.8. Revisar conexiones eléctricas y reapriete bornes
- 5.9. Cambio correas de transmisión
- 5.10. Cambio aceite sistema lubricación
- 5.11. Mantenimiento Bomba Viking
- 5.12. Cambio filtros de aceite y rellenado
- 5.13. Ajuste chancador terciario e inspección
- 5.14. Medición vibraciones en puntos estratégicos
- 5.15. Limpieza zona de trabajo.
- 5.16. Entregar a producción.

**6. QUE ERRORES O FALLAS SE HAN COMETIDO EN MANTENCIONES ANTERIORES EN ESTE EQUIPO, ¿CUÁLES Y COMO SE EVITARAN?**

- 6.1. No se retiraron todos los insumos de bodega y se creó un retraso en el transporte a terreno. Programar retiro de insumos una semana antes.
- 6.2. Fallo la bomba para retirar aceite de estanque. (mantener bomba stand by)

**7. ¿QUÉ TRABAJOS PREVIOS SE DEBEN REALIZAR?**

- 7.1. Retirar insumos de bodega.
- 7.2. Crear Solicitud de pedido por servicio de izaje 60 TON
- 7.3. Crear Solicitud de pedido por servicio de apoyo externo
- 7.4. Crear Solicitud de pedido por servicio análisis de vibraciones categoría 2
- 7.5. Preparar el plomo para medir setting.
- 7.6. Preparar la malla de elementos solidos que se cambiara.
- 7.7. Cortar Planchas y gomas para revestir chute
- 7.8. Buscar tambores vacíos para desecho de aceite.
- 7.9. Acorazar poste y Bowl

**8. ¿CUÁNDO SE DEBE REALIZAR?**

- 8.1. Trimestralmente

**9. EL INICIO DE ESTE TRABAJO DEPENDE DEL TÉRMINO O ENTREGA DE OTRAS ACTIVIDADES, ¿CUÁLES?**

- 9.1. Depende de termino de turno nocturno.
- 9.2. Despeje de zona stock pile para movimiento de grúa

**10. ¿EL TÉRMINO DE ESTE TRABAJO AFECTA EL INICIO DE OTRO TRABAJO?**

10.1. Inicio de producción en área de chancado.

**11. ¿EXISTEN OTROS TRABAJOS PARALELOS QUE DEBEN REALIZARSE EN ESTE EQUIPO?**

11.1. Mantenimiento preventivo diario.

11.2. Mantenimiento preventivo mensual.

11.3. Mantenimiento a chancador primario (Si corresponde)

**12. ¿QUÉ REPUESTOS SE NECESITAN?**

• Bolsa Con Paños	6(c/u)
• Alambre Acerado	2(m)
• Plomo	1(kg)
• Solvente	20 (Lt)
• Grasa Mobil Magnolia Drill Compound	10 (kg)
• Aceite Omala 220	400 (Lt)
• Mantle Symons 4 ¼ SH	1 (c/u)
• Bowl Linner	1 (c/u)
• Socket Seal Ring	1 (c/u)
• Juego de taquies y resortes	1 (c/u)
• Socket linner	1 (c/u)
• Empaquetadura trenzada 3/8"	1 (kg)
• Filtros Symons 4 ¼ SH	2 (c/u)
• Electrodo 7018- 1/8	4 (Kg)
• Correa de transmision D-180	4(c/u)
• Aceite MOBIL Tellus 68	20 (Lt)

**13. ¿QUÉ HERRAMIENTAS SE NECESITAN?**

• Juego Llaves Punta Corona 6 a 24 (mm)	2 (c/u)
• Pala	1 (c/u)
• Carretilla	2 (c/u)
• Grillete 1"	4 (c/u)
• Grillete ¾ "	4 (c/u)
• Cáncamo ½ x 2"	2 (c/u)
• Extractores de taquies	2 (c/u)
• Juego de ganchos finos	1 (c/u)
• Maso 16 (lb)	1 (c/u)
• Maso 6 (lb)	2 (c/u)
• Barretilla 1 (m)	2 (c/u)
• Pulpo de izaje	1 (c/u)
• Flexómetro	1 (c/u)
• Pie de metro	1 (c/u)
• Llave de golpe 1 ½ "	2 (c/u)
• Llave punta corona 2 ¼ "	1 (c/u)

**14. ¿QUÉ EQUIPOS SE NECESITAN?**

- Equipo oxicorte.
- Equipo de soldadura
- Equipo vibraciones para categoría 2

**15. ¿INDIQUE (SELECCIONE) QUE COMPETENCIAS TÉCNICAS REQUIERE EL TRABAJO?**

- 15.1. Hidráulica
- 15.2. Lubricación X
- 15.3. Mecánica X
- 15.4. Refractarios
- 15.5. Soldadura
- 15.6. Calderería
- 15.7. Maquinas Herramientas
- 15.8. Rodamientos
- 15.9. Sellos Mecánicos
- 15.10. Empaquetaduras flanges
- 15.11. Empaquetaduras prensaestopas
- 15.12. Grúa X
- 15.13. Maniobras > 0,5 ton X
- 15.14. Cambio cadenas arrastre
- 15.15. Cambio cadenas transmisión
- 15.16. Cambio correas transmisión
- 15.17. Desmontaje/montaje equipos mecánicos X
- 15.18. Aislación

**16. ¿QUÉ SERVICIOS SE REQUIEREN CONTRATAR?**

- 16.1. Servicio de grúa 10 TON
- 16.2. Servicio Apoyo externo ( 3 mecánicos- 2 soldadores- 1 supervisor- 1 prevencionista)
- 16.3. Servicio medición vibraciones Categoría 2

**17. ¿QUIEN O QUIENES REALIZARAN EL TRABAJO?**

- 17.1. Departamento de Mantenimiento : Faena Pullalli CEMIN.

**18. ¿COMO ASEGURA UD. QUE LAS PERSONAS QUE EJECUTARÁN EL TRABAJO, SABRÁN CÓMO REALIZAR EL TRABAJO?**

- 18.1. Entregando a EESS, formularios de Planificación, pautas de Trabajo, Check List.
- 18.2. Analizar planificación de trabajo junto a EESS.

**19. ¿CUÁL ES EL TIEMPO DISPONIBLE PARA REALIZAR EL TRABAJO?**

- Tiempo Disponible:
- 19.1. Inicio : 8:30 hrs.
  - 19.2. Termino : 20:00 hrs mismo día.
  - 19.3. Días : 0
  - 19.4. Horas : 12

19.5. Turnos : 1

**20. ¿EN QUÉ HORARIO SE REALIZARÁ EL TRABAJO?**

20.1. Horario Administrativo + Horas extras

**21. ¿ESTIMACIÓN DE RECURSOS NECESARIOS PARA REALIZAR EL TRABAJO?**

21.1. Servicio de Mantenimiento Chancador Symons 4 ¼ ft  
:4Mecánicos+1supervisor+1producción.

**22. ¿COMO SE RECEPCIONARÁ EL TRABAJO?**

22.1. Inspección mecánica del chancador : Check List Recepción Equipo  
22.2. Medición de setting de ajuste : Check List Recepción Equipo  
22.3. Medición de vibraciones : Informe Técnico

**23. ¿QUÉ PRUEBAS SE REALIZARÁN?**

23.1. Medición de vibraciones nivel 2.  
23.2. Medición de ajuste de setting.  
23.3. Metrología componentes internos

**24. ¿QUIEN O QUIENES REALIZARAN LAS PRUEBAS?**

24.1. Medición de vibraciones nivel 2 : Especialista Servicio externo  
24.2. Medición de ajuste de setting : Mecánico  
24.3. Metrología componentes internos : Mecánico-Tornero

**25. ¿REALICE UN ANÁLISIS DE RIESGO DE ESTA ACTIVIDAD (WHAT IF)?**

- 25.1. Qué pasa si la tapa de ajuste no se suelta:
- Soltar trinquete y bloqueo de bowl, dar partida a chancador con tapa sin trinquete durante 30 segundos, si no se ha soltado, repita la operación.
  - Levantar chancador con cilindros gatos de inchancables y dejar caer en operación.
- 25.2. Qué pasa si el intercambiador de calor esta obstruido:
- Cambiar de inmediato
- 25.3. Qué pasa si las vibraciones se encuentran fuera de rango:
- Esperar informe técnico para tomar decisión para corregir la problemática.

**26. ¿CUÁLES SON LOS DOCUMENTOS QUE ASEGURAN LA CALIDAD DEL TRABAJO?**

26.1. Pauta de Trabajo.  
26.2. Check list de Recepción.  
26.3. Reporte Alineamiento y Tensión de Poleas-Correas  
26.4. Reporte servicio de análisis de vibraciones

## 27. INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

- 27.1. Antes de iniciar todo tipo de trabajos se debe bloquear el(los) motor eléctrico asociados al trabajo.
- 27.2. Antes de iniciar los trabajos, solicite autorización de intervención en el equipo al supervisor asignado para este trabajo.
- 27.3. Antes de iniciar el trabajo confirme con el personal de operación de turno, que el equipo ha sido vaciado.
- 27.4. Antes de iniciar el trabajo, delimite el área de trabajo para evitar que personas ajenas a la actividad pueda resultar lesionadas.
- 27.5. Antes de iniciar el trabajo infórmese, a través del supervisor, el material que procesa el equipo a intervenir ha sido vaciado correctamente.
- 27.6. Antes de iniciar el trabajo infórmese, a través del supervisor, de posibilidad de emanación de gases tóxicos al destapar o retirar componentes del equipo a intervenir.
- 27.7. Antes de iniciar el trabajo, verifique que el nivel de polución por polvo ha bajado a la vista, aun así, es obligatorio el uso de protección respiratoria.
- 27.8. Antes de iniciar el trabajo identifique las duchas de emergencias más cercanas.
- 27.9. Si realiza trabajos en altura, restrinja al área inferior para evitar caída de objetos sobre personas.
- 27.10. Verifique que no se realizan trabajos en niveles superiores a su área de trabajo, podrían caer objetos sobre personas.
- 27.11. Si en trabajos que se realizan en el contorno o rodean a su lugar de trabajo, y que correspondan a soldaduras y/o proyección de partículas, detenga su actividad hasta que en conjunto con el supervisor se asegure que ninguna persona de su organización resultara afectada por las actividades descritas.
- 27.12. Antes de iniciar las maniobras de desmontaje de la unidad de rotación, componentes del equipo, estudie, planifique y capacite al personal que realizara esta actividad.
- 27.13. Asegure que en maniobras de equipos o componentes que por su geometría podría rodar están bajo su control, evitando que por movimientos relacionados con la geometría del componente pudiera atrapar, presionar y/o lesionar a su personal.
- 27.14. Asegúrese que en maniobras que involucran 2 o más personas, estén bien coordinados los movimientos, para asegurar que la acción, movimiento o maniobra de uno de ellos pueda afectar o lesionar a los demás.
- 27.15. Antes de iniciar las maniobras de desmontaje de la unidad de rotación, componentes del equipo, solicite el peso de los elementos a izar.
- 27.16. Asegure que las actividades con macetas, uso de cinceles, o similares están bajo control, que las herramientas están en buenas condiciones, instale protecciones adecuadas para evitar la proyección de partículas metálicas o esquirlas y que el personal está capacitado en su uso.
- 27.17. Asegure que, durante maniobras de movimiento de cargas suspendidas, ninguna persona estará bajo la carga suspendida.

- 27.18. Asegure que, exista una comunicación directa entre el rigger y operador de grúa, ya sea por radio o por señas, para ello el supervisor debe asegurarse que el rigger este calificado para realizar dichas maniobras.
- 27.19. Asegúrese que, solo el rigger se comuniquen con el operador de grúa, esto para evitar daños al personal.
- 27.20. Verifique siempre que, en niveles superiores a su lugar de trabajo, no se estén realizando actividades, podría haber derrames o caída de fluidos tóxicos, calientes que podrían quemar o afectar a su personal, comuníquese con el supervisor asociado al trabajo para asegurar que lo indicado no ocurra.
- 27.21. Verifique siempre que su personal no levante cargas ni realizara acciones de fuerza inadecuadas que podrían provocar daños o malestar.
- 27.22. Antes de iniciar las maniobras de desmontaje de la unidad de rotación, u otros componentes del equipo, verifique o compruebe que los elementos de maniobra son los adecuados para la carga a Izar y están en buen estado.
- 27.23. Tenga precaución, el equipo o sus componentes pueden tener aristas vivas o superficies cortantes, el personal que participara en el trabajo debe utilizar guantes de cabretilla.
- 27.24. Al destapar flanges, tapas de inspección, etc., tenga precaución, pueden existir líquidos contenidos al interior del equipo.
- 27.25. Trabajos en andamios sobre 1,5 mts. requieren uso de arnés de seguridad.
- 27.26. Todas las superficies de tránsito de personas, grating, escalas, etc., deben estar siempre libre de lubricantes o restos de grasas.
- 27.27. Capacite a su personal sobre la operación y riesgos de llaves neumática, equipos hidráulicos y esmeriles angulares si aplican a su trabajo.
- 27.28. No escale o trepe por el equipo, utilice solo plataformas y andamios habilitados para la mantención.
- 27.29. No está permitido manipular (abrir o cerrar) ningún tipo de válvulas.
- 27.30. Mantenga siempre el área de trabajo limpia, aceite, grasa, pasta, etc., causan superficies resbaladizas y pueden provocar accidentes.
- 27.31. Al finalizar el trabajo se debe retirar todos los bloqueos.

## **28. REFERENCIAS:**

- 28.1. Manual de servicio chancador de cono Symons 4 ¼', 5 ½' y 7': 10707

## **29. FOTOGRAFÍAS:**



## **Planificación Mantenimiento Anual Chancador terciario 10707– Chancador Symons 4 ¼ ft SH**

### **1. ¿QUÉ TRABAJO SE REQUIERE REALIZAR?**

- 1.1. Revisar nivel de aceite del estanque, revisar válvula de alivio de presión, Cambio Bomba Viking o reductor de conjunto.
- 1.2. Revisar y reapretar conexiones hidráulicas del chancador.
- 1.3. Ajuste válvula limitadora a rango nominal.
- 1.4. Revisar o cambiar bomba hidráulica.
- 1.5. Cambiar cilindros gatos del chancador.
- 1.6. Cambiar trinquete y volver a lubricar, revisar resorte.
- 1.7. Revisar partididor suave del motor eléctrico, realizar limpieza.
- 1.8. Medir aislación del motor eléctrico, Cambiar motor eléctrico.
- 1.9. Desarme chancador terciario, limpieza componentes y medir desgaste

### **2. ¿PORQUE SE DEBE REALIZAR?**

- 2.1. Mantenimiento Preventiva Anual.

### **3. ¿CUÁLES SON LAS RECOMENDACIONES DE VENDORS O ESPECIALISTAS PARA ESTA ACTIVIDAD? ¿SE CONSIDERARON EN EL ALCANCE DEL TRABAJO?**

- 3.1. Inspección fugas de lubricante.
- 3.2. Revisar componentes internos chancador
- 3.3. Revisar backlash piñón corona

### **4. ¿COMO SE DEBE REALIZAR EL TRABAJO?**

- 4.1. Descargar la línea de chancado.
- 4.2. Bloqueo Área de chancado.
- 4.3. Realizar prueba de energía cero.
- 4.4. Limpieza completa de pasillo por operaciones.
- 4.5. Posicionar grúa para maniobras de izaje
- 4.6. Llenar documentación maniobras de izaje

- **Desarme de chancador Symons 4 ¼ FT SH** -----
- 4.7. Quitar pernos plato repartidor
  - 4.8. Retirar plato repartidor
  - 4.9. Quitar trinquete
  - 4.10. Desbloquear bowl.
  - 4.11. Retirar conexiones hidráulicas.
  - 4.12. Abrir bowl hasta quedar libre.
  - 4.13. Instalar grilletes en la tapa de ajuste.
  - 4.14. Ingresar gancho de grúa
  - 4.15. Instalar pulpo a los grilletes

- 4.16. Retirar bowl de la nave
- 4.17. Retirar poste de chancador y posicionar en atril.
- 4.18. Instalar tapa en inner para evitar ingreso de contaminantes
- 4.19. Instalar cáncamos en sello de polvo para retirar (1/2 x 2 Hilo corriente)
- 4.20. Retirar sello de polvo y dejarlo fuera de nave 2
- 4.21. Retirar conjunto de taquies y realizar limpieza general
- 4.22. Inspeccionar desgaste chavetas sello de polvo
- 4.23. Soltar pernos Parker de quicionera e instalar extractores (Perno Parker 3/4x3 " Hilo corriente)
- 4.24. Instalar cáncamos en quicionera (3/4 x3 Hilo corriente)
- 4.25. Retirar quicionera de chancador
- 4.26. Instalar cáncamos en conjunto excéntrica (1 1/4 x 6 " Hilo corriente)
- 4.27. Retirar excéntrica de chancador.
- 4.28. Inspeccionar estado de inner y medir
- 4.29. Inspeccionar estado engranaje de excéntrica.
- 4.30. Inspeccionar estado de outer y medir.
- 4.31. Inspeccionar estado engranaje de contraeje
- 4.32. Realizar limpieza frame de chancador
- 4.33. Montar excéntrica en chancador
- 4.34. Medir Backlash de piñón corona (entre 1 mm a 2 mm)
- 4.35. Medir tolerancia de raíz (entre 2,5 mm a 5 mm)
- 4.36. Agregar o retirar galgas de excéntrica en caso de corregir.
- 4.37. Montar quicionera en chancador
- 4.38. Medir tolerancia de pasos de aceite (entre 3 mm a 8 mm)
- 4.39. Medir desgaste Socket linner (Superficie de contacto debe ser mayor a 3 mm)
- 4.40. Posicionar poste para medir tolerancias
- 4.41. Instalar azul de Prusia en eje de poste
- 4.42. Ingresar poste y retirar para medir (Juego debe ser mayor a 1 mm)
- 4.43. Instalar azul de Prusia en porta Mantle
- 4.44. Ingresar poste y retirar para medir (Juego debe ser entre 1 mm a 3 mm)
- 4.45. Instalar juegos de taquies previamente engrasados
- 4.46. Instalar sello de polvo nuevo y engrasar (Mobil Magnolia Drill Compound)
- 4.47. Agregar película de aceite de forma manual en socket linner (Omala 220)
- 4.48. Montar poste con Mantle nuevo
- 4.49. Montar bowl linner y girar para apretar
- 4.50. Montaje plato distribuidor
- 4.51. Rigger debe dar instrucciones para retirar gancho de la zona
- 4.52. Instalar conexiones hidráulicas
- 4.53. Girar chancador con sistema de ajuste hasta una posición aproximada. vez retirada.
- 4.54. Instalar trinquete de chancador y bloquear bowl

----- Cambio Bomba Viking y Válvula reguladora -----

- 4.55. Ingresar a piso inferior nave 2
- 4.56. Cerrar válvula de succión y descarga Bomba Viking
- 4.57. Soltar pernos flanges de bomba
- 4.58. Soltar Pernos basales conjunto bomba y reductor
- 4.59. Retirar conjunto de la base
- 4.60. Realizar limpieza general
- 4.61. Montar Conjunto Bomba y reductor reacondicionado
- 4.62. Instalar pernos basales y apretar
- 4.63. Instalar pernos de flanges y apretar
- 4.64. Abrir válvulas de succión y descarga.
- 4.65. Soltar válvula de reguladora
- 4.66. Retirar válvula
- 4.67. Montar válvula nueva y dejar abierta
- Revisión cilindros gato de chancador**-----
- 4.68. Acceder al piso superior
- 4.69. Retirar conexiones hidráulicas cilindros.
- 4.70. Soltar prisioneros base de cilindros (Perno ½ “ x 1 ½ “)
- 4.71. Retirar barra extensora
- 4.72. Retirar cilindros de las bases
- 4.73. Realizar prueba de cilindros
- 4.74. Montar cilindros
- 4.75. Instalar barra extensora
- 4.76. Apretar pernos prisioneros
- 4.77. Instalar conexiones hidráulicas.
- Revisión Bomba hidráulica**-----
- 4.78. Dar partida a bomba hidráulica
- 4.79. Medir vibraciones en motor eléctrico
- 4.80. Medir amperaje motor eléctrico
- 4.81. Verificar que alcance las presiones de diseño **(3500 PSI)**
- 4.82. Detener Bomba hidráulica
- Reapriete general conexiones hidráulicas**-----
- 4.83. Reapretar manifold en unidad hidráulica
- 4.84. Reapretar conexiones en cilindros bloqueo de bowl
- 4.85. Reapretar conexiones cilindro ajuste de chancador
- Ajuste válvula limitadora de presión sistema hidráulico**-----
- 4.86. Destapar gabinete hidráulico.
- 4.87. Verificar que la presión de bloqueo sea la correcta.
- 4.88. Si no es la correcta dar partida a bomba y girar perilla hasta llegar a presión nominal **(2000 PSI)**
- 4.89. Verificar en mirilla que el nivel de aceite sea el correcto.
- 4.90. Si el nivel no es aceptable rellenar hasta llegar al deseado **(Mobil tellus 68)**
- 4.91. Tapar Gabinete sistema hidráulico.

- Lubricación de trinquete y cambio de resorte-----
- 4.92. Soltar perno seguro de trinquete (Perno  $\frac{3}{4}$  x 2 Hilo corriente)
  - 4.93. Retirar tapa de trinquete.
  - 4.94. Retirar trinquete e inspeccionar pasador.
  - 4.95. Retirar resorte de trinquete
  - 4.96. Instalar resorte nuevo
  - 4.97. Lubricar Pasador de trinquete
  - 4.98. Montar trinquete
  - 4.99. Instalar tapa y apretar perno de seguro.

- Revisión y limpieza partidor suave chancador terciario-----
- 4.100. Dirigirse a sala eléctrica chancado.
  - 4.101. Abrir gabinete chancador terciario
  - 4.102. Realizar limpieza con soplador eléctrico
  - 4.103. Reapretar conexiones de alimentación
  - 4.104. Verificar Rampa de partida (10 segundos)
  - 4.105. Verificar protección de sobrecarga (330 Amperes)
  - 4.106. Verificar protección de atasco (180 %)
  - 4.107. Revisar estado contactor by pass
  - 4.108. Tapar gabinete eléctrico chancador terciario
  - 4.109. Retirarse de sala eléctrica.

- Medir aislación del motor eléctrico-----
- 4.110. Retirar Tapa caja de bornes motor eléctrico.
  - 4.111. Desconectar todas las conexiones del motor.
  - 4.112. Medir aislación de cada bobinado a masa
  - 4.113. Medir aislación entre bobinas
  - 4.114. Conectar conexiones y apretar
  - 4.115. Reapretar conexión de cable a tierra
  - 4.116. Instalar tapa caja de bornes

- Entrega a producción-----
- 4.117. Limpieza de zona de trabajo.
  - 4.118. Avisar a jefe de turno de operaciones.

## 5. ¿CUÁL ES LA SECUENCIA CORRECTA DE LAS ACTIVIDADES ASOCIADAS AL TRABAJO?

- 5.1. Descarga de la línea de chancado
- 5.2. Bloqueo eléctrico de área
- 5.3. Desarme chancador terciario, limpieza componentes y medir desgaste
- 5.4. Revisar nivel de aceite del estanque, revisar válvula de alivio de presión, Cambio Bomba Viking o reductor de conjunto.
- 5.5. Cambiar cilindros gatos del chancador.
- 5.6. Revisar o cambiar bomba hidráulica.
- 5.7. Ajuste válvula limitadora a rango nominal.

- 5.8. Revisar y reapretar conexiones hidráulicas del chancador.
- 5.9. Cambiar trinquete y volver a lubricar, revisar resorte.
- 5.10. Revisar partididor suave del motor eléctrico, realizar limpieza.
- 5.11. Medir aislación del motor eléctrico, Cambiar motor eléctrico.
- 5.12. Limpieza zona de trabajo.
- 5.13. Entregar a producción.

**6. QUE ERRORES O FALLAS SE HAN COMETIDO EN MANTENCIONES ANTERIORES EN ESTE EQUIPO, ¿CUÁLES Y COMO SE EVITARAN?**

- 6.1. No se cambiaron correas de transmisión y se cortaron al poner en marcha. Se cambiarán según plan
- 6.2. No había plomo preparado para realizar medición de setting, se provoca pérdida de tiempo en ir a taller a preparar.
- 6.3. Conexiones hidráulicas mal apretadas, causaron caída de presión. Se agrego al plan un reapriete general.

**7. ¿QUÉ TRABAJOS PREVIOS SE DEBEN REALIZAR?**

- 7.1. Retirar insumos de bodega.
- 7.2. Crear Solicitud de pedido por servicio de izaje 60 TON
- 7.3. Crear Solicitud de pedido por servicio de apoyo externo
- 7.4. Crear Solicitud de pedido por servicio especialista oleo hidráulica
- 7.5. Preparar el plomo para medir setting.
- 7.6. Preparar la malla de elementos solidos que se cambiara.
- 7.7. Cortar Planchas y gomas para revestir chute
- 7.8. Buscar tambores vacíos para desecho de aceite.
- 7.9. Acorazar poste y Bowl

**8. ¿CUÁNDO SE DEBE REALIZAR?**

- 8.1. Anualmente

**9. EL INICIO DE ESTE TRABAJO DEPENDE DEL TÉRMINO O ENTREGA DE OTRAS ACTIVIDADES, ¿CUÁLES?**

- 9.1. Depende de termino de turno nocturno.
- 9.2. Despeje de zona stock pile para movimiento de grúa

**10. ¿EL TÉRMINO DE ESTE TRABAJO AFECTA EL INICIO DE OTRO TRABAJO?**

- 10.1. Inicio de producción en área de chancado.

**11. ¿EXISTEN OTROS TRABAJOS PARALELOS QUE DEBEN REALIZARSE EN ESTE EQUIPO?**

- 11.1. Mantenimiento preventivo diario.
- 11.2. Mantenimiento preventivo mensual.

11.3. Mantenimiento preventivo trimestral

11.4. Mantenimiento a chancador primario (Si corresponde)

## 12. ¿QUÉ REPUESTOS SE NECESITAN?

• Bolsa Con Paños	6(c/u)
• Alambre Acerado	2(m)
• Plomo	1(kg)
• Solvente	20 (Lt)
• Grasa Mobil Magnolia Drill Compound	10 (kg)
• Aceite Omala 220	400 (Lt)
• Mantle Symons 4 ¼ SH	1 (c/u)
• Bowl Linner	1 (c/u)
• Socket Seal Ring	1 (c/u)
• Juego de taquies y resortes	1 (c/u)
• Socket linner	1 (c/u)
• Inner center bushing	1(c/u)
• Outer center bushing	1(c/u)
• Aceite MOBIL Tellus 68	20 (Lt)

## 13. ¿QUÉ HERRAMIENTAS SE NECESITAN?

• Juego Llaves Punta Corona 6 a 24 (mm)	2 (c/u)
• Pala	1 (c/u)
• Carretilla	2 (c/u)
• Grillete 1"	4 (c/u)
• Grillete ¾ "	4 (c/u)
• Cáncamo ½ x 2"	2 (c/u)
• Extractores de taquies	2 (c/u)
• Juego de ganchos finos	1 (c/u)
• Maso 16 (lb)	1 (c/u)
• Maso 6 (lb)	2 (c/u)
• Barretilla 1 (m)	2 (c/u)
• Pulpo de izaje	1 (c/u)
• Flexómetro	1 (c/u)
• Pie de metro	1 (c/u)
• Llave de golpe 1 ½ "	2 (c/u)
• Llave punta corona 2 ¼ "	1 (c/u)

## 14. ¿QUÉ EQUIPOS SE NECESITAN?

- Equipo oxicorte.
- Equipo de soldadura
- Megaóhmetro

## 15. ¿INDIQUE (SELECCIONE) QUE COMPETENCIAS TÉCNICAS

### REQUIERE EL TRABAJO?

15.1. Hidráulica

15.2. Lubricación X

15.3. Mecánica X

15.4. Refractarios

15.5. Soldadura

15.6. Calderería

- 15.7. Maquinas Herramientas
- 15.8. Rodamientos
- 15.9. Sellos Mecánicos
- 15.10. Empaquetaduras flanges
- 15.11. Empaquetaduras prensaestopas
- 15.12. Grúa X
- 15.13. Maniobras > 0,5 ton X
- 15.14. Cambio cadenas arrastre
- 15.15. Cambio cadenas transmisión
- 15.16. Cambio correas transmisión
- 15.17. Desmontaje/montaje equipos mecánicos X
- 15.18. Aislación

**16. ¿QUÉ SERVICIOS SE REQUIEREN CONTRATAR?**

- 16.1. Servicio de grúa 10 TON
- 16.2. Servicio Apoyo externo ( 3 mecanicos- 2 soldadores- 1 supervisor- 1 prevencionista)
- 16.3. Servicio Apoyo especialista oleo hidraulica

**17. ¿QUIEN O QUIENES REALIZARAN EL TRABAJO?**

- 17.1. Departamento de Mantenimiento : Faena Pullalli CEMIN.

**18. ¿COMO ASEGURA UD. QUE LAS PERSONAS QUE EJECUTARÁN EL TRABAJO, SABRÁN CÓMO REALIZAR EL TRABAJO?**

- 18.1. Entregando a EESS, formularios de Planificación, pautas de Trabajo, Check List.
- 18.2. Analizar planificación de trabajo junto a EESS.

**19. ¿CUÁL ES EL TIEMPO DISPONIBLE PARA REALIZAR EL TRABAJO?**

- 19.1. Tiempo Disponible:
- 19.2. Inicio : 8:30 hrs.
- 19.3. Termino : 20:00 hrs día siguiente
- 19.4. Días : 2
- 19.5. Horas : 36
- 19.6. Turnos : 3

**20. ¿EN QUÉ HORARIO SE REALIZARÁ EL TRABAJO?**

- 20.1. Horario Administrativo + Horas extras
- 20.2. Horario nocturno

**21. ¿ESTIMACIÓN DE RECURSOS NECESARIOS PARA REALIZAR EL TRABAJO?**

21.1. Servicio de Mantenimiento Chancador Symons 4 ¼ ft :6  
Mecánicos+1supervisor+1producción.

**22. ¿COMO SE RECEPCIONARÁ EL TRABAJO?**

22.1. Inspección mecánica del chancador : Check List Recepción Equipo

22.2. Medición de setting de ajuste : Check List Recepción Equipo

22.3. Medición de vibraciones : Informe Técnico

**23. ¿QUÉ PRUEBAS SE REALIZARÁN?**

23.1. Pruebas sistema hidráulico

23.2. Medición de ajuste de setting.

23.3. Metrología componentes internos

**24. ¿QUIEN O QUIENES REALIZARAN LAS PRUEBAS?**

24.1. Prueba sistema hidráulico : Especialista Servicio externo

24.2. Medición de ajuste de setting : Mecánico

24.3. Metrología componentes internos : Mecánico-Tornero

**25. ¿REALICE UN ANÁLISIS DE RIESGO DE ESTA ACTIVIDAD (WHAT IF)?**

25.1. Qué pasa si la tapa de ajuste no se suelta:

- Soltar trinquete y bloqueo de bowl, dar partida a chancador con tapa sin trinquete durante 30 segundos, si no se ha soltado, repita la operación.
- Levantar chancador con cilindros gatos de inchancables y dejar caer en operación.

25.2. Qué pasa si la bomba limitadora de presión no cumple la función:

- Cambiar de inmediato.

25.3. Qué pasa si los cilindros gatos están con daño:

- Enviar a reparación y dejar fuera de servicio el subsistema.

25.4. Qué pasa si los bujes están con desgaste:

- Preparar conjunto excéntrica stand by con inner nuevo.
- Programar cambio de outer en Mantenimiento trimestral

25.5. Qué pasa si los engranajes se encuentran dañados:

- Preparar conjunto contraeje y excéntrica stand by para cambio en mantenimiento trimestral.

**26. ¿CUÁLES SON LOS DOCUMENTOS QUE ASEGURAN LA CALIDAD DEL TRABAJO?**

26.1. Pauta de Trabajo.

26.2. Check list de Recepción.

26.3. Reporte servicio de Inspección Oleo hidráulica

**27. INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD**

27.1. Antes de iniciar todo tipo de trabajos se debe bloquear el(los) motor eléctrico asociados al trabajo.

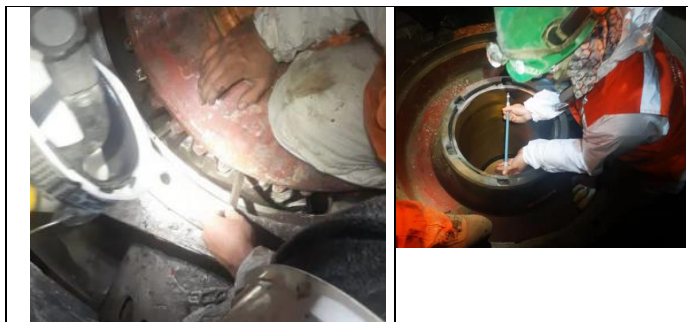
- 27.2. Antes de iniciar los trabajos, solicite autorización de intervención en el equipo al supervisor asignado para este trabajo.
- 27.3. Antes de iniciar el trabajo confirme con el personal de operación de turno, que el equipo ha sido vaciado.
- 27.4. Antes de iniciar el trabajo, delimite el área de trabajo para evitar que personas ajenas a la actividad pueda resultar lesionadas.
- 27.5. Antes de iniciar el trabajo infórmese, a través del supervisor, el material que procesa el equipo a intervenir ha sido vaciado correctamente.
- 27.6. Antes de iniciar el trabajo infórmese, a través del supervisor, de posibilidad de emanación de gases tóxicos al destapar o retirar componentes del equipo a intervenir.
- 27.7. Antes de iniciar el trabajo, verifique que el nivel de polución por polvo ha bajado a la vista, aun así, es obligatorio el uso de protección respiratoria.
- 27.8. Antes de iniciar el trabajo identifique las duchas de emergencias más cercanas.
- 27.9. Si realiza trabajos en altura, restrinja al área inferior para evitar caída de objetos sobre personas.
- 27.10. Verifique que no se realizan trabajos en niveles superiores a su área de trabajo, podrían caer objetos sobre personas.
- 27.11. Si en trabajos que se realizan en el contorno o rodean a su lugar de trabajo, y que correspondan a soldaduras y/o proyección de partículas, detenga su actividad hasta que en conjunto con el supervisor se asegure que ninguna persona de su organización resultara afectada por las actividades descritas.
- 27.12. Antes de iniciar las maniobras de desmontaje de la unidad de rotación, componentes del equipo, estudie, planifique y capacite al personal que realizara esta actividad.
- 27.13. Asegure que en maniobras de equipos o componentes que por su geometría podría rodar están bajo su control, evitando que por movimientos relacionados con la geometría del componente pudiera atrapar, presionar y/o lesionar a su personal.
- 27.14. Asegúrese que en maniobras que involucran 2 o más personas, estén bien coordinados los movimientos, para asegurar que la acción, movimiento o maniobra de uno de ellos pueda afectar o lesionar a los demás.
- 27.15. Antes de iniciar las maniobras de desmontaje de la unidad de rotación, componentes del equipo, solicite el peso de los elementos a izar.
- 27.16. Asegure que las actividades con macetas, uso de cinceles, o similares están bajo control, que las herramientas están en buenas condiciones, instale protecciones adecuadas para evitar la proyección de partículas metálicas o esquirlas y que el personal está capacitado en su uso.
- 27.17. Asegure que, durante maniobras de movimiento de cargas suspendidas, ninguna persona estará bajo la carga suspendida.
- 27.18. Asegure que, exista una comunicación directa entre el rigger y operador de grúa, ya sea por radio o por señas, para ello el supervisor debe asegurarse que el rigger este calificado para realizar dichas maniobras.

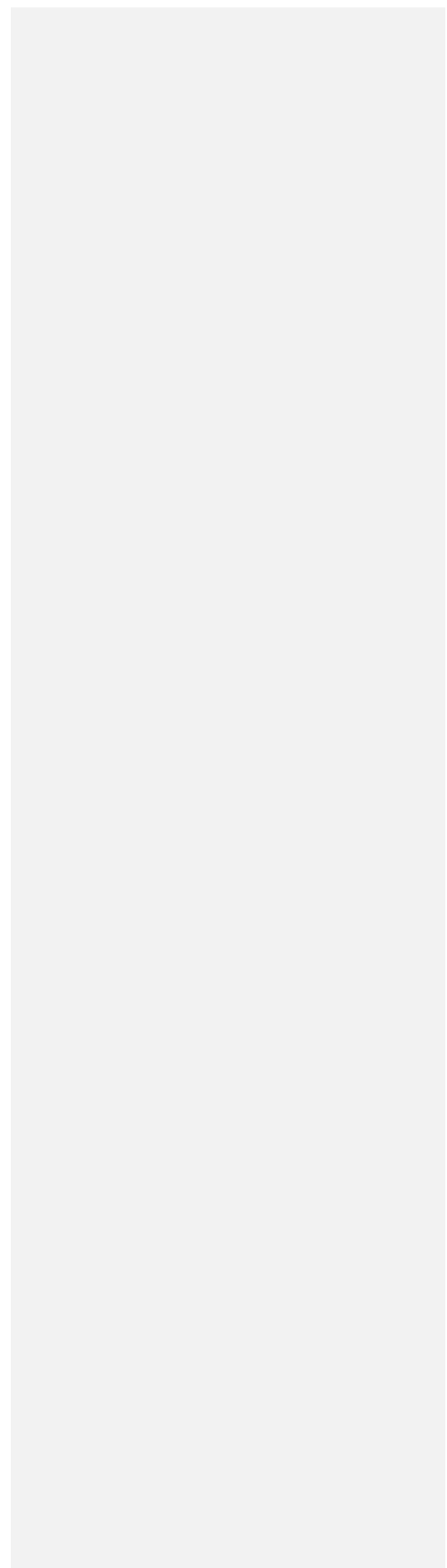
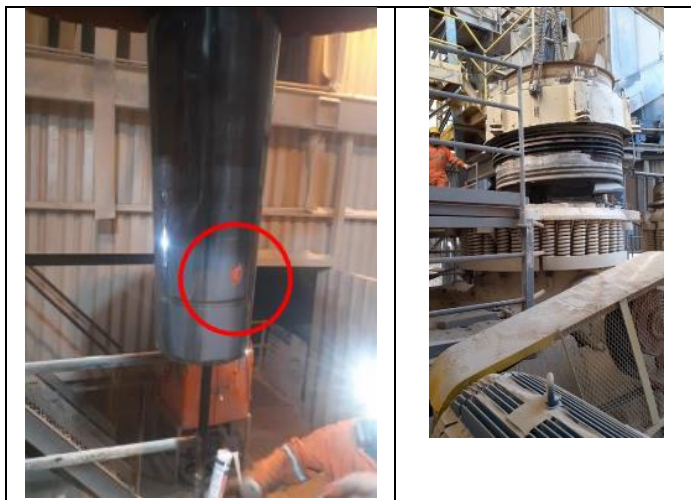
- 27.19. Asegúrese que, solo el rigger se comunice con el operador de grúa, esto para evitar daños al personal.
- 27.20. Verifique siempre que, en niveles superiores a su lugar de trabajo, no se estén realizando actividades, podría haber derrames o caída de fluidos tóxicos, calientes que podrían quemar o afectar a su personal, comuníquese con el supervisor asociado al trabajo para asegurar que lo indicado no ocurra.
- 27.21. Verifique siempre que su personal no levante cargas ni realizara acciones de fuerza inadecuadas que podrían provocar daños o malestar.
- 27.22. Antes de iniciar las maniobras de desmontaje de la unidad de rotación, u otros componentes del equipo, verifique o compruebe que los elementos de maniobra son los adecuados para la carga a Izar y están en buen estado.
- 27.23. Tenga precaución, el equipo o sus componentes pueden tener aristas vivas o superficies cortantes, el personal que participara en el trabajo debe utilizar guantes de cabretilla.
- 27.24. Al destapar flanges, tapas de inspección, etc., tenga precaución, pueden existir líquidos contenidos al interior del equipo.
- 27.25. Trabajos en andamios sobre 1,5 mts. requieren uso de arnés de seguridad.
- 27.26. Todas las superficies de tránsito de personas, grating, escalas, etc., deben estar siempre libre de lubricantes o restos de grasas.
- 27.27. Capacite a su personal sobre la operación y riesgos de llaves neumática, equipos hidráulicos y esmeriles angulares si aplican a su trabajo.
- 27.28. No escale o trepe por el equipo, utilice solo plataformas y andamios habilitados para la mantención.
- 27.29. No está permitido manipular (abrir o cerrar) ningún tipo de válvulas.
- 27.30. Mantenga siempre el área de trabajo limpia, aceite, grasa, pasta, etc., causan superficies resbaladizas y pueden provocar accidentes.
- 27.31. Al finalizar el trabajo se debe retirar todos los bloqueos.

## 28. REFERENCIAS:

- 28.1. Manual de servicio chancador de cono Symons 4 ¼', 5 ½' y 7': 10707

## 29. FOTOGRAFÍAS:





**ANEXO 3**

Check list de entrega a operaciones, Diario, Mensual, Trimestral y Anual.

**CEMIN - Planta Procesamiento Pullalli - Area Chancado**

**Check List Recepcion Diaria: Chancador Symons 4 1/4 FT SH - 10707**

**Item Actividad**

**Cumple**

SI	No

- 1 Verificar engrase hilos bowl
- 2 Verificar presion bloqueo bowl
- 3 Verificar plato repartidor correctamente instalado
- 4 Verificar que sistema de lubricacion este sellado
- 5 Verificar que protecciones esten instaladas
- 6 Verificar que Cinta N°8 este en posicion
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15

**Observaciones:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Fecha:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
**Firma**  
**Supervisor Mantenimiento**

\_\_\_\_\_  
**Firma**  
**Jefe Turno Operaciones Planta**



**CEMIN - Planta Procesamiento Pullalli - Area Chancado**  
**Check List Recepcion Trimestral: Chancador Symons 4 1/4 FT SH - 10707**

Item	Actividad	Cumple	
		SI	No
1	Verificar engrase hilos bowl		
2	Verificar presion bloqueo bowl		
3	Verificar plato repartidor correctamente instalado		
4	Verificar que sistema de lubricacion este sellado		
5	Verificar que protecciones esten instaladas		
6	Verificar que Cinta N°8 este en posicion		
7	Dejar setting chancador en 10 mm		
8	Medir consumos de corriente chancador		
9	Verificar temperatura retorno aceite		
10			
11			
12			
13			
14			
15			

**Observaciones:** \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**Fecha:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
**Firma**  
**Supervisor Mantenimiento**

\_\_\_\_\_  
**Firma**  
**Jefe Turno Operaciones Planta**

**CEMIN - Planta Procesamiento Pullalli - Area Chancado**

**Check List Recepcion Anual: Chancador Symons 4 1/4 FT SH - 10707**

Item	Actividad	Cumple	
		SI	No
1	Verificar engrase hilos bowl		
2	Verificar presion bloqueo bowl		
3	Verificar plato repartidor correctamente instalado		
4	Verificar que sistema de lubricacion este sellado		
5	Verificar que protecciones esten instaladas		
6	Verificar que Cinta N°8 este en posicion		
7	Verificar que tapa inspeccion de chute este instalada		
8	Verificar que cinta N°2 este descargada		
9	Verificar que no existan fugas en sistema lubricacion		
10	Verificar que no existan fugas en sistema Hidraulico		
11	Verificar que tiempo de detencion de chancador sea mayor a 1 minuto		
13			
14			
15			

**Observaciones:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Fecha:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
**Firma**  
**Supervisor Mantenimiento**

\_\_\_\_\_  
**Firma**  
**Jefe Turno Operaciones Planta**