

2019-11

Estudio de operaciones y procesos basado en confiabilidad y su relación con las actividades de mantenimiento para la implementación de un plan Matriz de mantenimiento para la empresa Anglo American, operación Los Bronces

Bernal Suárez, Felipe Ignacio

<https://hdl.handle.net/11673/53907>

Repositorio Digital USM, UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA
MARÍA**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA
VALPARAÍSO - CHILE**



“Estudio de operaciones y procesos basado en confiabilidad y su relación con las actividades de mantenimiento para la implementación de un plan Matriz de mantenimiento para la empresa Anglo American, operación Los Bronces”

FELIPE IGNACIO BERNAL SUÁREZ

**MEMORIA DE TITULACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO
MECÁNICO INDUSTRIAL**

**PROFESOR GUÍA: ING. MBA RENÉ VALDENEGRO OYANEDER
PROFESOR CORREFERENTE: DR. ING. PEDRO SARIEGO PASTÉN**

NOVIEMBRE - 2019

Advertencia:

Material de referencia, su uso no involucra responsabilidad del autor o la institución.

Índice General

Contenido

Resumen	1
Abstract	7
Glosario	8
Capítulo 1: Introducción	10
1.1 Antecedentes	11
1.2. Objetivo principal	12
1.2.1. Objetivos específicos:	12
1.3. Alcance	13
Capítulo 2: Contexto operacional de la organización:	13
2.1. Misión:	13
2.2. Visión:.....	13
2.3. Organigrama	14
2.4. Descripción de la empresa:.....	15
2.4.1. Anglo American PLC.....	15
2.4.2. Anglo American en Chile	15
2.4.3. Operaciones en Chile:	16
2.4.4. Operación Los Bronces:.....	17
2.4.4.1. Ubicación y distribución:.....	17
2.4.4.2. Producción:	18
2.4.5. Descripción del proceso:	19
2.4.5.1. Área de Chancado:	19
2.4.5.2. Planta SAG Confluencia:.....	20
2.4.5.3. Planta SAG Los Bronces:	25
2.4.6. Precio del Cobre:.....	29
2.4.7. Turnos de trabajo:	29
2.4.8. Proceso productivo:.....	29
2.5. Factores geográficos y climáticos:	29
2.6. Enfoque de Seguridad, Salud y Medio ambiente (SHE):.....	30
2.6.1. Principios de SHE de la organización:.....	31

2.6.2. Política de la empresa en cuanto al SHE:.....	32
2.6.3. Disposiciones legales medio ambiente:	33
2.6.4. Estándares de seguridad de las Plantas de Molienda SAG y área de Chancado: ..	34
Capítulo 3: Marco Teórico	35
3.1. Mantenimiento basado en confiabilidad (RCM): la base del Plan matriz.....	35
3.1.1. Tipos de Mantenimiento	35
3.1.1.1. Acciones Reactivas o “a falta de”:.....	36
3.1.1.1.1. Mantenimiento Correctivo:	36
3.1.1.1.2. Mantenimiento Restaurativo:.....	36
3.1.1.1.3. Mantenimiento Mejorativo:	37
3.1.1.2. Acciones Pro-activos.....	37
3.1.1.2.1. Mantenimiento Preventivo	37
3.1.1.2.2. Mantenimiento Predictivo:	38
3.1.1.2.3. Mantenimiento Proactivo:.....	38
3.1.1.2.4. Mantenimiento Detectivo:	39
3.1.1.2.5. Mantenimiento Previsivo:	39
3.2. RCM: Las 7 preguntas básicas.....	39
3.3. Grupos de revisión:.....	43
3.4. Herramientas del RCM:.....	45
3.4.1. AMFE: análisis de modos de falla y efectos:.....	45
3.4.2. Hoja de información.....	46
3.4.3. Hoja y diagrama de decisión:.....	47
Capítulo 4: Metodología de trabajo	49
4.1. Modelo de Operación de la organización:	49
4.2. Modelo de trabajo:.....	51
4.2.1. Análisis Funcional.....	51
4.2.2. Análisis de Criticidad.....	52
4.2.2.1. Frecuencia de Falla:	54
4.2.2.2. Consecuencia de la Falla:.....	55
4.2.3. Análisis de modo de falla:.....	57
4.2.4. Selección de Estrategia de Mantenimiento	58
4.2.5. Formulación de tareas:	60
4.2.6. Programación de Mantenimiento:	60

4.2.7. Análisis de fallas:	61
4.3. Indicador de desempeño o KPI:	64
4.4. Programas de Apoyo:.....	65
4.4.1. Software ERP Ellipse:.....	66
4.4.2. Software Rylson 8:.....	66
4.4.3. Software SEP	67
4.4.4. Software SAP	67
Capítulo 5: Desarrollo	68
5.1. Activos físicos del Plan matriz:	68
5.2.1. Área de chancado:	70
5.2.2. Planta Los Bronces:	71
5.2.3. Planta Confluencia:	72
5.3. Equipos analizados.....	74
5.3.1. Molino SAG Planta Confluencia	74
5.3.1.1. Descripción del Molino Semi-Autógeno (SAG):.....	74
5.3.1.2. Análisis funcional:	78
5.3.1.3. Análisis de Criticidad:.....	79
5.3.1.4. Análisis modo de falla:	79
5.3.1.5. Selección de estrategia y Formulación de tarea	82
5.3.1.6. Programa de mantenimiento:	83
5.3.2. Harnero vibratorio descarga Molino SAG	84
5.3.2.1. Descripción del Harnero de descarga molino SAG:	84
5.3.2.2. Análisis funcional:	86
5.3.2.3. Análisis de Criticidad.....	86
5.3.2.4. Análisis de modo de falla:.....	87
5.3.2.5. Formulación de estrategias y tareas de mantenimiento:.....	88
5.3.2.6. Programa de mantenimiento	89
5.3.3. Molino SAG 1 Planta Los Bronces:.....	90
5.3.3.1. Descripción sistema Motriz Molino SAG 1, Planta SAG Los Bronces	90
5.3.3.2. Análisis funcional	90
5.3.3.3. Análisis de criticidad:.....	91
5.3.3.4. Análisis modo de falla:	91
5.3.3.5. Selección de estrategia y Formulación de tarea	94

5.3.3.6. Programa de mantenimiento:	95
5.4. Análisis Causa-Raíz de las principales fallas:	97
5.4.1. Análisis de Falla Correa Transportadora:	100
5.4.2. Análisis de Falla Harnero Vibratorio:	105
5.4.3. Análisis de Falla Sistema de Lubricación	107
5.5. Componentes Críticos:.....	107
5.5.1. Correas transportadoras:	109
5.5.2. Motor Gearless (GMD) Molinos SAG y Bolas:	110
5.5.3. Sistema de lubricación:	111
5.5.4. Harnero de descarga Molino SAG:	112
5.5.5. Revestimiento Molino SAG y Molinos de Bolas:.....	113
5.6. Migración de pautas:.....	113
5.7. Estrategias de mantenimiento para asegurar el EBITDA de la organización.	114
6. Conclusión	122

Índice de figuras

Página

Figura 1: Organigrama Anglo American Chile.....	14
Figura 2: Organigrama Anglo American Operación los bronces.....	15
Figura 3: Organigrama Operaciones molienda Confluencia y Los Bronces.....	15
Figura 4: Operaciones de la unidad de negocios cobre.....	16
Figura 5: Ubicación geográfica de los puertos y operaciones de Anglo American.....	18
Figura 6: Ubicación geográfica operación Los Bronces.....	18
Figura 7: Distribución de Operación Los Bronces, Anglo American.....	18
Figura 8: Esquema chancado y transporte de mineral.....	20
Figura 9: Esquema general Planta SAG Confluencia.....	20
Figura 10: Diagrama de flujo, Planta SAG Confluencia.....	21
Figura 11: Esquema proceso Chancado de Pebbles Planta Confluencia.....	23
Figura 12: Sistema de refrigeración molinos SAG y Bolas.....	24
Figura 13: Esquema Planta SAG Los Bronces.....	25
Figura 14: Circuito de molienda planta Los Bronces.....	27
Figura 15: Circuito Chancado de pebbles planta Los Bronces.....	28
Figura 16: Valores que representan a un líder de la organización.....	30
Figura 17: Relación del SHE dentro del modelo operativo de Anglo American.....	31
Figura 18: Principales reglas de seguridad de Operación Los Bronces.....	35
Figura 19: Tipos de Mantenimiento.....	36
Figura 20: Grupo de revisión RCM.....	43
Figura 21: Grupo de Revisión de Anglo American.....	44
Figura 22: Diagrama de decisión de RCM.....	47
Figura 23: Esquema modelo AOM.....	50
Figura 24: Metodología de trabajo.....	51
Figura 25: Procedimiento general evaluación de criticidad de activos.....	53
Figura 26: Tabla de descripción de probabilidad de falla de un activo.....	54

Figura 27: Matriz de determinación de riesgos.....	57
Figura 28: Diagrama lógico selección de estrategia de mantenimiento.....	59
Figura 29: Ejemplo de diagrama Jack Knife.....	62
Figura 30: Diagrama árbol de falla.....	63
Figura 31: Distribución de tiempo para la determinación de los KPI.....	64
Figura 32: Categorías de clasificación para la distribución de tiempo.....	64
Figura 33: Principales indicadores de desempeño.....	65
Figura 34: Esquema general de los alcances de los programas de apoyo	65
Figura 35: Esquema general molino SAG, Planta Confluencia.....	74
Figura 36: Esquema general del Shell de molino SAG.....	76
Figura 37: Esquema general de pernos de sujeción de los cascos del Shell molino SAG.....	76
Figura 38: Esquema general de un motor de accionamiento de Molino SAG Planta Confluencia.....	77
Figura 39: Plano general Sistema de lubricación, Planta SAG Confluencia.....	77
Figura 40: Esquema general revestimiento según ubicación.....	78
Figura 41: Análisis de criticidad Molino SAG, Planta SAG Confluencia.....	79
Figura 42: Jerarquía componentes del subsistema motriz y subsistema estructural Molino SAG, Planta SAG Confluencia.....	80
Figura 43: Jerarquía componentes del subsistema instrumentación y subsistema de enfriamiento Molino SAG, Planta SAG Confluencia.....	80
Figura 44: Jerarquía componentes del subsistema de clasificación y subsistema lubricación (1ª parte) Molino SAG, Planta SAG Confluencia.....	81
Figura 45: Jerarquía componentes del subsistema de lubricación (2ª parte) Molino SAG, Planta SAG Confluencia.....	81
Figura 46: Plano general del Harnero vibratorio, Planta SAG Confluencia.....	85
Figura 47: Análisis de criticidad Harnero Vibratorio, Planta SAG Confluencia.....	86
Figura 48: Estructura jerárquica Harnero vibratorio, Planta SAG Confluencia.....	87
Figura 49: Principio de accionamiento mediante sistema piñón-corona Molino SAG y Molino Bolas, Planta Los Bronces.....	90
Figura 50: Análisis de criticidad Molino SAG; Planta SAG Los Bronces.....	91
Figura 51: Jerarquía componentes sistema estructural, Molino SAG 1 Planta Los Bronces...	92
Figura 52: Jerarquía componentes sistema eléctrico, Molino SAG 1 Planta Los Bronces.....	92

Figura 53: Jerarquía componentes sistema eléctrico de puesta en marcha y sistema lubricación corona, Molino SAG 1 Planta Los Bronces.....	93
Figura 54: Jerarquía de componentes sistema lubricación, Molino SAG 1 Planta Los Bronces.....	93
Figura 55: Jerarquía de componentes sistema Motriz y sistema de instrumentación, Molino SAG 1 Planta Los Bronces.....	94
Figura 56: Análisis de Falla Polea Cola correa de alimentación Molino SAG 1 método de los 5 ¿Pot qué?, Planta SAG Los Bronces.....	101
Figura 57: Evidencia de la falla funcional tambor polea de cola correa alimentación SAG1 Planta molienda SAG Los Bronces.....	101
Figura 58: Evidencia de la falla funcional revestimiento y descanso polea de cola correa alimentación SAG1 Planta molienda SAG Los Bronces.....	102
Figura 59: Tabla de conclusiones obtenidas en el análisis RCA, por falla polea cola correa alimentación molino SAG 1 Planta SAG Los Bronces.....	103
Figura 60: Registro fotográfico de la falla en el Harnero SAG 1.....	105
Figura 61: Árbol de falla para la detención del Harnero vibratorio.....	106
Figura 62: Filtro de descarga bombas de baja presión del Molino SAG 1, Planta molienda SAG Los Bronces.....	107
Figura 63: Ejemplo de correa transportadora.....	108
Figura 64: Fórmula del indicador financiero EBITDA.....	115
Figura 65: Modelo de Beneficios de la Productividad.....	116

Índice de Tablas

<u>Tabla 1</u> : Valor cobre fino por libra.....	29
<u>Tabla 2</u> : ejemplo hoja de información de RCM.....	46
<u>Tabla 3</u> : ejemplo de una hoja de decisión de RCM.....	48
<u>Tabla 4</u> : Resumen de criticidad de equipos por planta.....	69
<u>Tabla 5</u> : listado equipos críticos A área chancado.....	70
<u>Tabla 6</u> : tabla con los principales equipos críticos B (semi críticos), área de Chancado primario.....	71
<u>Tabla 7</u> : Equipos Críticos A (o criticidad alta), Planta Los Bronces.....	71
<u>Tabla 8</u> : muestra del listado de equipos semi críticos (críticos B), Planta Los Bronces	72

	<u>Página</u>
<u>Tabla 9:</u> Equipos críticos A para Planta Confluencia.....	73
<u>Tabla 10:</u> ejemplo de algunos equipos de mediana criticidad (crítico B) de Planta Confluencia.....	73
<u>Tabla 11:</u> ejemplo de clasificación de subsistemas en paralelo de acuerdo a su función primaria.....	75
<u>Tabla 12:</u> especificaciones técnicas del molino SAG, Planta Confluencia.....	75
<u>Tabla 13:</u> Ejemplo de Tabla de análisis de modo de falla de Molino SAG, Planta SAG Confluencia.....	82
<u>Tabla 14:</u> Formulación de tarea de mantenimiento según tipo de estrategia seleccionada Molino SAG, Planta SAG Confluencia.....	82
<u>Tabla 15:</u> listado de principales componentes del conjunto general del Harnero, Planta Confluencia.....	85
<u>Tabla 16:</u> ejemplo tabla estrategias de mantenimiento escogidas de acuerdo a su modo de falla para Harnero de descarga.....	88
<u>Tabla 17:</u> Selección de tareas de mantenimiento según modo de falla, Harnero vibratorio Planta Confluencia.....	88
<u>Tabla 18:</u> Tabla modos de falla identificados para el Molino SAG 1, Planta SAG Los Bronces.....	94
<u>Tabla 19:</u> Ejemplo selección de tareas de mantenimiento según modo de falla Molino SAG 1, Planta SAG Los Bronces.....	95
<u>Tabla. 20:</u> Principales indicadores de desempeño considerados para la evaluación de Planta Los Bronces y Planta Confluencia, periodo Enero a Julio del 2018.....	97
<u>Tabla 21:</u> Tabla de principales detenciones del Molino SAG 1 Planta SAG Los Bronces, con el equipo asociado y el tiempo que duró la detención.....	99
<u>Tabla 22:</u> Tabla de principales detenciones en el primer semestre del 2018 con las horas...103	103
<u>Tabla 23:</u> Tabla componentes críticos según mantenedores, correa alimentación molino SAG, Planta SAG Confluencia.....	110
<u>Tabla 24:</u> Tabla componentes críticos de los motores de los molinos SAG y Bolas, Planta Confluencia.....	111
<u>Tabla 25:</u> tabla de repuestos críticos sistema de lubricación Molino SAG, Planta Confluencia.....	111
<u>Tabla 26:</u> Tabla componentes críticos Harnero vibratorio, Planta Confluencia.....	112
<u>Tabla 27:</u> Repuestos críticos de revestimientos de los Molino SAG y Molinos de Bolas, Planta Confluencia.....	113

Índice de gráficos

<u>Grafico 1:</u> gráfico de las temperaturas promedio por mes para división Los Bronces.....	30
<u>Grafico 2:</u> gráfica de distribución de activos físicos según su criticidad y Planta.....	69
<u>Grafico 3:</u> Gráfico para los activos según criticidad de Mina Los Bronces al aplicar Paretto.....	70
<u>Grafico 4:</u> diagramas de los indicadores de desempeño MTTF para los molinos SAG, Operación Los Bronces.....	98
<u>Gráfica 5:</u> diagramas de los indicadores de desempeño MTTR para los molinos SAG, Operación Los Bronces.....	98
<u>Grafico 6:</u> Diagrama Jack Knife Molino SAG 1 Planta SAG Los Bronces, periodo Enero a Julio 2018.....	99
<u>Grafico 7:</u> Diagrama de Paretto para las detenciones asociadas al Molino SAG 1, Planta SAG Los Bronces.....	100
<u>Grafico 8:</u> Diagrama Jack Knife para el molino SAG, Planta SAG Confluencia.....	104
<u>Grafico 9:</u> Diagrama de Paretto del molino SAG en relación a las horas de detención y cantidad de veces ocurrido un evento, Planta SAG Confluencia.....	104

Resumen

La minería si bien es un negocio muy rentable, exige al área de mantenimiento tener altos estándares de rendimiento y gran rapidez en su respuesta ante fallas funcionales, no solo para asegurar el correcto funcionamiento del proceso principal de producción de Cobre y Molibdeno, sino que también sea una opción para aumentar la competitividad de la organización.

Es dentro de este marco que Anglo American impulsa el proyecto de re plantear y elaborar un Plan Matriz de mantenimiento basado en confiabilidad para la puesta en marcha de su nuevo sistema ERP SAP que se realiza a partir del 1 noviembre del 2018, partiendo en una primera etapa con el área de Chancado, Planta SAG Los Bronces y Planta SAG Confluencia. Con la ayuda de la filosofía RCM se pretende obtener operaciones más seguras, más sustentables y más eficientes, ayudando a las actividades de mantenimiento mediante pautas de mantención más claras y eficaces, como parte de su Plan de acción Future Smart Mining

Se impulsa la creación de un listado de repuestos críticos de los equipos de alta criticidad de Planta SAG Confluencia, que ayudará a la pronta creación de una bodega exclusiva para esta Planta de molienda que pretende ahorrar por concepto de tiempo de espera de repuestos, 84 [Hr] al año, y por ende, la disminución en tiempos de respuesta de los equipos de mantenimiento. Este proyecto pretende en asegurar la disponibilidad de las Plantas de molienda en un 95,5 % y aumentar la producción de Los Bronces desde 360000 [ton] de Cobre fino entre 400000 - 430000 [ton] para el 2019.

Además de seguir impulsando la visión Cero Daño de la empresa también espera asegurar la sustentabilidad de los Bronces para disminuir el uso de agua fresca en sus operaciones hasta un 50 % hasta lograr la utilización en un 100 % de agua reciclada del proceso en el 2030. Es aquí que una correcta planificación de las actividades de mantenimiento ayudan a la seguridad de sus trabajadores y controlar de forma preventiva las consecuencias catastróficas en el Medio Ambiente. Se pudo determinar las principales causas de fallas con mayor impacto en la disponibilidad de activos y la producción para el área de Chancado y ambas plantas de Molienda SAG giran en torno a los modos de falla relacionado con Vibración, Abrasión y Contaminación.

Al aplicar el mantenimiento centrado en confiabilidad se impulsa un mayor compromiso de los distintos actores en la planificación y ejecución del mantenimiento, al incorporar la experiencia de los trabajadores desde su proceso de creación e implementar las bases teóricas de forma práctica

Abstract

Mining, although it is a very profitable business, requires the maintenance area to have high levels of performance and great speed in its response to functional failures, not only to ensure the proper functioning of the main production process of Copper and Molybdenum, but also see an option to increase the competitiveness of the organization.

It is within this framework that Anglo American is promoting the project to rethink and develop a Matrix Plan of Reliability centred maintenance for the implementation of its new SAP ERP system that has been carried out since November 1, 2018, based on a first stage with the Chancado area, Los Bronces SAG Grinding Plant and Confluencia SAG Grinding Plant, with the help of the RCM philosophy, it is intended to obtain more safer, more sustainable and more efficient operations, helping maintenance activities through clearer and more specific maintenance guidelines, as part of its Future Mining action plan.

Promote the creation of a list of critical spare parts of the highly critical equipment of the Confluencia SAG Grinding Plant, which can help the prompt creation of an exclusive warehouse for this Grinding Plant that assumes savings in terms of spare timeout, 84 [Hr] per year, and therefore, the decrease in response times of maintenance teams. This project aims to guarantee the availability of the grinding plants by 95.8 % and increase the production of Los Bronces from 360000 [ton] of fine copper to 630000 [ton] by 2019.

In addition to continuing to promote the company's Zero Damage vision, it also hopes to ensure the sustainability of the bronces to reduce the use of fresh water in its operations up to 50% until 100% recycled water is used in the process in 2030. It is here that proper planning of maintenance activities helps the safety of its workers and preventively controls catastrophic consequences on the Environment. It was possible to determine the main causes of failures with the greatest impact on the availability of assets and the production for the Chancado Area and both SAG grinding Plants revolve around the failure modes related to Vibration, Abrasion and Pollution. When applying the maintenance centered in reliability, a greater commitment of the different actors in the planning and execution of the maintenance is impelled, when incorporating the experience of the workers from their process of creation and implementing the theoretical bases of practical form

Glosario

AOM: asset operating model o modelo de operación de activos

Equipos Críticos: equipos definidos según la matriz de criticidad de Anglo American, como aquellos activos que se debe dar la mayor prioridad en el menor tiempo posible

AS&R: Marco de Estrategia y Confiabilidad, es un Subconjunto del Sistema General de Gestión de Activos

EBITDA: Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation, and Amortization, traducido es ganancias antes de intereses, impuestos, depreciación y amortización

MTBF: Mean Time Between Failure o tiempo medio de funcionamiento entre dos fallas sucesivas

MTTR: Mean Time to Repair o tiempo medio de reparación

HSEC: Health, Safety, Environment and Community , se refiere a aspectos relevantes para una organización en temas de seguridad, salud, medio ambiente y comunidad

Confiabilidad: La confiabilidad de un elemento es la probabilidad de que dicho elemento cumpla su función sin fallas durante un tiempo “t” determinado en su actual contexto operacional previamente establecido

Disponibilidad: Es la proporción de tiempo durante la cual un sistema o equipo está en condiciones de ser usado para cumplir su función primaria

Mantenibilidad: Es la probabilidad de que un sistema, equipo o activo pueda ser reparado a una condición específica en un período de tiempo determinado, en tanto su mantenimiento sea realizado de acuerdo con ciertas metodologías y recursos determinados con anterioridad

Contexto Operacional: Conjunto de circunstancias en las que se espera que se opere un activo físico o sistema.

Falla funcional: Estado en el cual el activo físico o sistema es incapaz de cumplir, un nivel de funcionamiento que sea aceptable para el usuario, para una función específica.

Falla potencial: Una condición identificable que indica que una falla funcional está en vías de ocurrir o en proceso de ocurrir

Intervalo P-F: el intervalo que va desde el punto en que una falla potencial se vuelve detectable y el punto en que se degrada hasta ser una falla funcional (también se llama tiempo de falla)

Pebbles: Roca que no sido seleccionada por el trommel ni por el harnero.



R.O.M: Run of mine, que significa mineral en bruto de mina

SAG: asociación que recibe el proceso de molienda semi-autógena

Trommel: filtro o clasificador de alta eficiencia

Ventana de Oportunidad: Espacios de tiempo en que el equipo está detenido por la operación o alguna fuerza mayor, en los cuales se puede realizar mantenimiento.

Capítulo 1: Introducción

La minería del Cobre es la principal actividad económica en la actualidad de Chile, existen empresas estatales y privadas dedicadas a la explotación de este mineral. Entre las empresas privadas se destaca Anglo American, que cuenta con 4 divisiones productivas en tres regiones del país y una oficina central en Santiago. Estas divisiones son: Los Bronces, El Soldado y el 44% de Collahuasi, además de la fundición Chagres.

La economía actual es una continua competencia en casi todo ámbito y el aspecto productivo no es la excepción. En el ámbito empresarial, éste es el objetivo de una empresa, la producción, la cual debe ser la mayor posible, al menor costo y así poder generar la ganancia máxima. Los costos de la producción básicamente son todos los costos necesarios para mantener el proceso de producción en un funcionamiento óptimo y ayuden agregar valor, es importante no confundir reducir estos costos con aumentar la ganancia, ya que, sin un apropiado mantenimiento de la producción, esta no tendrá el rendimiento esperado. Para poder lograr este beneficio en minería es necesario conseguir el funcionamiento óptimo de los activos, para ello es fundamental utilizar ciertas estrategias de mantenimiento en conjunto de la continua disminución de defectos.

Una frase que resume este trabajo es la que dijo el Sr. William Thomsom: “Lo que no se define no se puede medir. Lo que no se mide, no se puede mejorar. Lo que no se mejora, se degrada”. Si se le da un enfoque hacia la gestión de activos, ayudará a responder varias preguntas sobre cómo se están haciendo hoy las cosas y como se puede mejorar un proceso. Dada la inquietud anteriormente mencionada, es la Superintendencia de Ingeniería & Planificación de Mantenimiento Planta de Anglo American, solicita realizar un análisis para la reestructuración de los planes de mantenimiento para la implementación de un nuevo Plan Matriz de mantenimiento en Operación Los Bronces, utilizando la metodología de mantenimiento centrado en la confiabilidad para actualizar y mejorar sus actividades de mantención y gestión de activos.

1.1 Antecedentes

Operación Los Bronces es conjunto de plantas donde sus procesos funcionan de forma conjunta y continua, debido a sus requerimientos se necesita que su sistema de mantenimiento sea efectivo, que esté bien planificado. Existe un plan de mantenimiento formal, basado en pautas de trabajo, las cuales se activan periódicamente por el sistema ERP Ellipse (Software de planificación de recursos de la empresa), el cual organiza las pautas por área de mantención y frecuencia de activación. De forma paralela este sistema ERP puede recopilar las tareas que deben sugerir los propios mantenedores al área de planificación como forma de retroalimentación.

Si bien el proceso de mantenimiento se está organizando según el modelo **AOM¹** de la empresa, era necesario optimizar los planes de mantenimiento y facilitar realmente esta gestión, ya que las pautas no siempre ayudan a simplificar las labores de los mantenedores, por su falta de claridad o porque las tareas especificadas no toman en cuenta algunos modos de falla relevantes, lo que genera pérdidas por consecuencias que no han sido abordadas de forma eficaz. Al menos hace un año y medio los planes de mantenimiento no han sido reestructurados, lo que se traduce que las pautas activadas por el sistema ERP Ellipse están desactualizadas.

A causa de esto surgió la necesidad de la implementación de un nuevo Plan Matriz de mantención en Los Bronces para estandarizar el proceso a partir de los equipos más críticos de la Planta SAG Confluencia, Planta SAG Los Bronces y Área de chancado, el que se define bajo la filosofía de Mantenimiento basado en Confiabilidad, fundamentando las mejoras en forma teórica y práctica. el cual finalmente se debe reflejar en estrategias bien definidas con pautas de mantenimiento efectivas y eficaces y así sentar las bases que permitan, en una etapa posterior, extender el estudio a los demás equipos existentes en Operación Los Bronces

1.2. Objetivo principal

Realizar un análisis a 3 equipos críticos para la evaluación de la reestructuración de sus planes de mantenimiento basándose en la confiabilidad para la planta Confluencia, Operación Los Bronces. Y con esto poder identificar cuáles son las herramientas, metodología y base teórica en que se basa este Plan Matriz de mantenimiento, para corroborar la eficiencia de su implementación en Planta SAG Confluencia, Planta SAG Los Bronces y área de Chancado

1.2.1. Objetivos específicos:

Para poder llevar a cabo eficazmente la implementación del plan matriz es necesario que el conjunto de planes esté integrado a las directrices del AS&R y AOM de Anglo American, para poder llevar a cabo este trabajo se va a cumplir con lo siguiente:

- Identificar la criticidad de los principales activos de las Plantas de Molienda y área de Chancado
- Contextualizar la situación actual del mantenimiento con respecto a su modelo actual
- evaluación de criticidad de los sistemas e identificar los equipos de criticidad alta
- Identificar y validar los modos de falla de equipos, para clasificar los tipos de fallas para la obtención de estadísticas que permitan generar planes de acción efectivos.
- Realizar análisis causa-raíz de fallas con mayor impacto en la disponibilidad y producción de los procesos.
- Apoyar en la migración de pautas desde Rylson 8 hacia el sistema operativo Ellipse (ERP)
- activar pautas de mantenimiento según frecuencias para optimizar la aplicación de actividades y programas de mitigación de fallas.
- Identificar los repuestos críticos de los equipos de criticidad alta de la Planta Confluencia
- Efectuar una propuesta de actividades de mantenimiento a desarrollar para asegurar el nivel de Confiabilidad y Disponibilidad, que permita alcanzar el EBITDA proyectado para Operación Los Bronces

1.3. Alcance

Este trabajo se limita a la identificación y ratificación de las estrategias de mantenimiento escogidas para el Plan matriz en base a sus antecedentes técnicos para las Plantas de Molienda y área de Chancado de los equipos que participan directamente en el proceso productivo y en base a la metodología de mantención basada en Confiabilidad; sólo se tomó su perspectiva económica en el análisis del EBITDA, como referencia para poder generar propuesta de mantenimiento, ya que un análisis más detallado de las otras Plantas y áreas excede el período de estudio debido que los resultados de la implementación de mejoras en las estrategias de mantención generan impactos en el comportamiento y confiabilidad de los equipos a largo plazo. Para el éxito de la implementación del Plan Matriz se considera las acciones de liderazgo con las proclamaciones de la visión, misión y valores de la empresa son aspectos ya definidos previamente, para lo cual solo serán nombrados a modo de referencia como declaraciones representativas de la organización.

Capítulo 2: Contexto operacional de la organización:

2.1. Misión:

"Re imaginar la minería para mejorar la vida de las personas" [1]

2.2. Visión:

La organización reconoce que es innecesario que personas sufran lesiones o enfermedades; "nuestra visión consiste en alcanzar el objetivo de Cero Daño en relación a la fuerza laboral, incluidos contratistas, por medio de una efectiva gestión de los riesgos de salud y seguridad ocupacional dentro y en las afueras de las inmediaciones de las operaciones"[1] . Creyendo que el trabajo no debe causar lesiones o enfermedades a las personas que trabajan en la organización. Anglo American busca minimizar el impacto en el medio ambiente controlada y responsablemente, para minimizar la polución y minimizar (en lo posible) o prevenir el impacto medio ambiental irreversible.

2.3. Organigrama

El organigrama de Anglo American Cooper Chile se muestra en la siguiente figura:

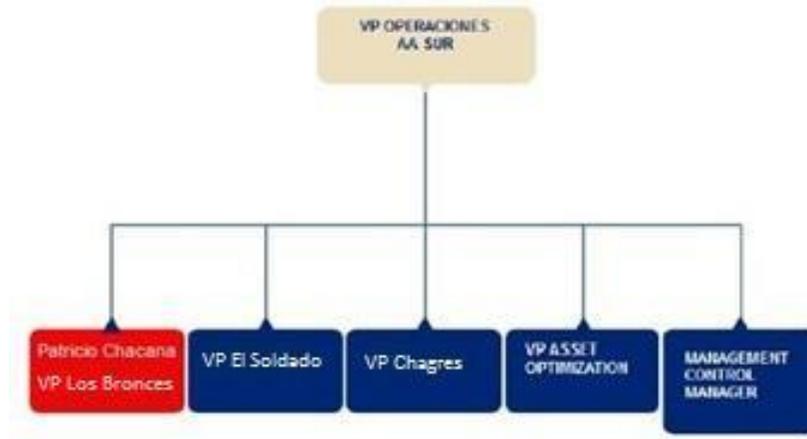


Fig. 1: organigrama Anglo American Chile (creación propia)

Dentro de operación Los Bronces el desglose se puede ver en la siguiente figura

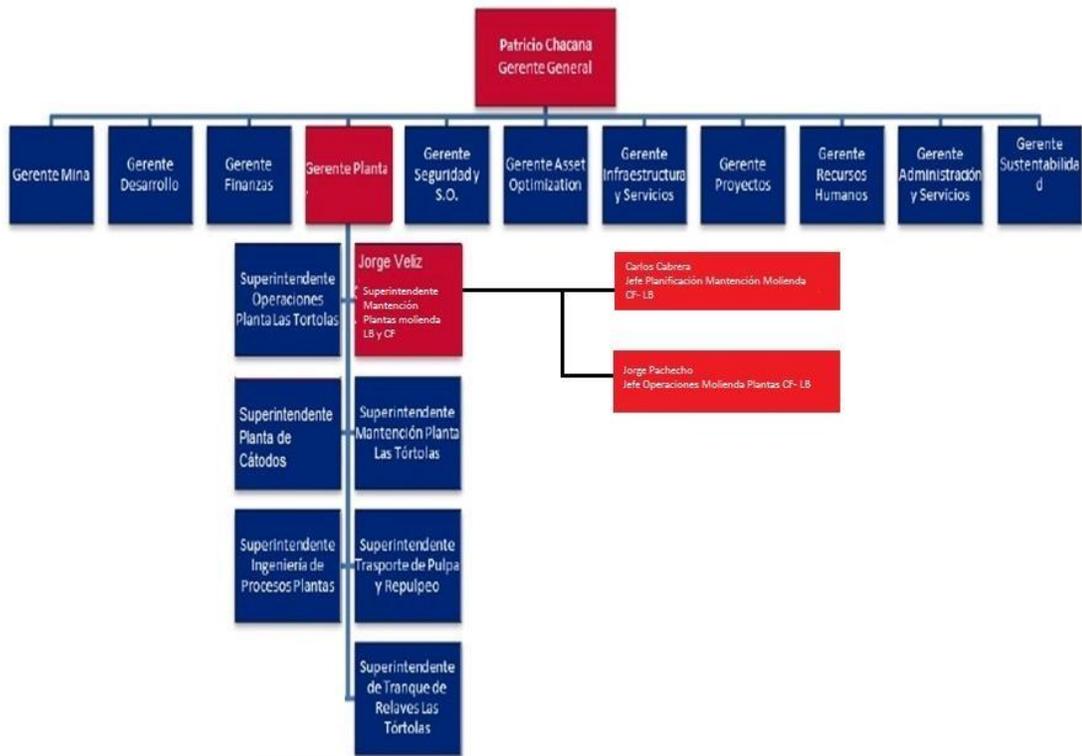


Fig 2: Organigrama Anglo American Operación los bronces (creación propia)

Para Planta Confluencia y Planta Los Bronces, el organigrama del área de molienda es:

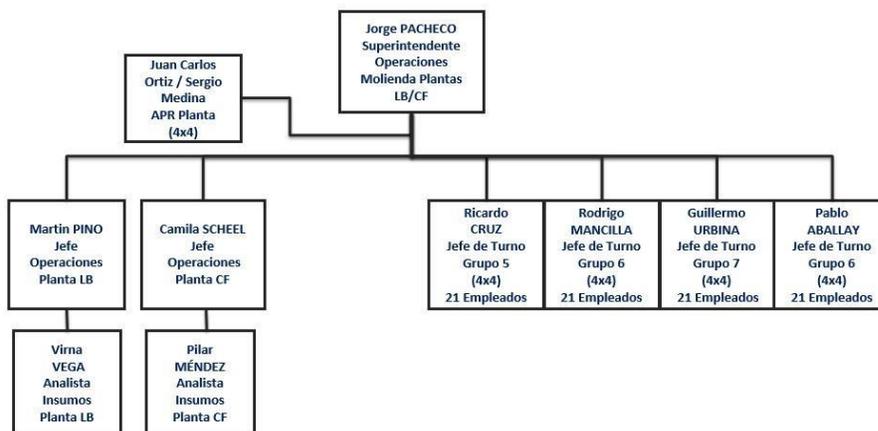


Fig. 3: Organigrama Operaciones molienda Confluencia y Los Bronces (creación propia)

2.4. Descripción de la empresa:

Dentro de la descripción se detalla el contexto operacional con información sobre la empresa y más específicamente, las Plantas con sus respectivos procesos donde se analizaron los equipos para esta memoria:

2.4.1. Anglo American PLC

Anglo American PLC es la quinta compañía minera más grande a nivel mundial, su sede central se encuentra en Reino Unido. Alrededor del planeta procesa diversos sólidos a granel como, mineral de hierro, manganeso, carbón metalúrgico, carbón térmico, metales básicos y minerales como Cobre, Níquel, Molibdeno, niobio, fosfatos y minerales preciosos como platino y diamantes. Anglo American cuenta con más de 100000 empleados directos, los cuales se distribuyen por más de 70 operaciones, ubicadas en los cinco continentes, con una influencia en un total de 45 países

2.4.2. Anglo American en Chile

Anglo American opera en Chile dos faenas mineras, una fundición y el 44% de la propiedad de Collahuasi:



Fig. 4: operaciones de la unidad de negocios cobre (fuente: consejo minero [2])

2.4.3. Operaciones en Chile:

El Soldado (propiedad AA = 50,1%): Mina a rajo abierto ubicada a 600 [m.s.n.m.], en la región de Valparaíso.

Productos: Concentrado y cátodos de Cobre.

Trabajadores 2018: 1628 personas (dotación propia y contratistas de operaciones y proyectos). [2]

Producción 2018: 52.700 toneladas de Cobre fino.

Chagres (propiedad AA = 50,1%): Fundición ubicada a 400 [m.s.n.m.], en la región de Valparaíso.

Productos: Ánodos de cobre y ácido sulfúrico.

Trabajadores 2018: 542 personas (dotación propia y contratistas de operaciones y proyectos). [2]

Producción 2018: 137.866 toneladas de ánodos de cobre, a partir del procesamiento de concentrados producidos en El Soldado y Los Bronces; y 497.456 toneladas de ácido sulfúrico.

Los Bronces (propiedad AA = 50,1%): Mina de cobre a cielo abierto, ubicada a 3.500 [m.s.n.m.] en la región Metropolitana.

Productos: Concentrados de Cobre y Molibdeno, y cátodos de Cobre.

Trabajadores 2018: 6.632 personas (dotación propia y contratistas de operaciones y proyectos).[2]

Producción 2018: 369.500 toneladas de cobre fino y 2.400 toneladas de Molibdeno.

Doña Inés de Collahuasi (propiedad AA = 44%): Mina a cielo abierto ubicada a 4.400 [m.s.n.m.], en la región de Tarapacá
Producción 2018: 246.000 toneladas de cobre fino [1]

En la figura 2 se muestra la ubicación geográfica de cada operación y puerto de Anglo American, en Chile.

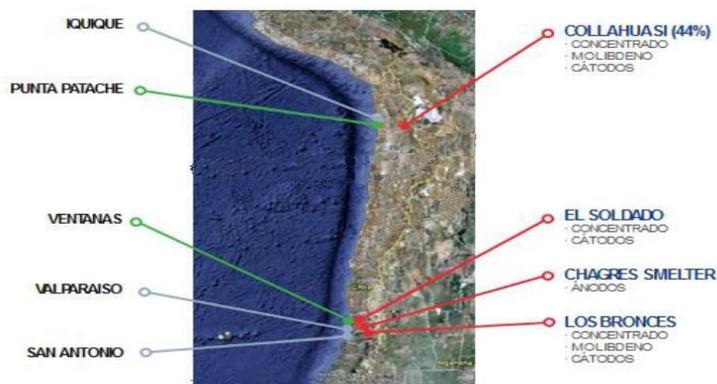


Fig. 5: ubicación geográfica de los puertos y operaciones de Anglo American (documento interno de Anglo American)

2.4.4. Operación Los Bronces:

2.4.4.1. Ubicación y distribución:

División Los Bronces se ubica en la Región Metropolitana, a 65 kilómetros de Santiago y desde los 3.500 metros sobre el nivel del mar, como se puede ver en la figura 4 a continuación:



Fig. 6: Ubicación geográfica operación Los Bronces, Santiago (Documento interno de Anglo American)

Para efectos prácticos, la operación posee cuatro sectores importantes, los cuales son:

- Los Bronces: Incluye Chancadores y una Planta de Molienda SAG.
- Confluencia: Planta de molienda SAG.
- San Francisco: Planta de Cátodos.
- Las Tórtolas: Planta de concentrado de Cobre y Molibdeno.

La distribución de los sectores antes mencionados se puede observar en la figura 5:



Fig. 7: Distribución de Operación Los Bronces, Anglo American. (Documento Interno Anglo American)

2.4.4.2. Producción:

En Los Bronces, la producción en 2018 aumentó marginalmente a 369.500 toneladas (2017: 308.300 toneladas). Las leyes más altas (2017: 0,71% vs 2016: 0,67%) fueron en parte compensadas por un procesamiento más bajo, luego de una falla del estator del molino de bolas en Planta SAG Confluencia durante el tercer y cuarto trimestre.

En Collahuasi la participación atribuible de la producción de cobre de Anglo American fue 246.000 tonelada (el 2017 fue 230.500 toneladas). Fue otro año de producción récord de concentrado de cobre para la operación. La producción se vio beneficiada por leyes

más altas y también por un fuerte rendimiento sostenido de la planta, luego del término de mantenimiento programada de dos meses de la planta de procesamiento en el segundo trimestre.

La producción de El Soldado aumento en un 30% llegando a 52700 toneladas (2017: 40.500 toneladas).

Se espera que la producción para 2018 aumente con la extracción programada de leyes de mineral más altas en Collahuasi y Los Bronces. El pronóstico de producción para el año de 2019 ha sido ajustado a 630.000-660.000 toneladas

2.4.5. Descripción del proceso:

2.4.5.1. área de Chancado:

El área de chancado primario alimenta las 2 Plantas SAG (Confluencia y Los Bronces), es en la torre de transferencia donde existen 2 Chutes móviles que distribuyen el sólido a granel hacia las correas overland que alimentan los stockpiles de cada planta que proporcionan el material que pasa hacia la etapa de molienda.

Los principales equipos del circuito de chancado y transporte son:

- 2 chancadores giratorios FLSmith 1.5 [m] x 2.3 [m] de 600 [kW]; 6000 [tph] de capacidad
- 2 alimentadores de correa de descarga chancadores, 6000 [tph] de capacidad cada uno.
- 2 correas de descarga chancadores, 6000 [tph]
- Chute con compuerta móvil en torre de transferencia
- 1 correa de transferencia de 1.5 [m] de ancho y 242 [m] de largo, con capacidad de 8650 [tph], con motor variable de 450 [kW], pesómetro y detector de metales con inyección de tinta
- 1 correa overland de 1.5 [m] y 4313 [m], capacidad de 8650 [tph], 3 motores de 2250 [kW] de velocidad variable y pesómetro

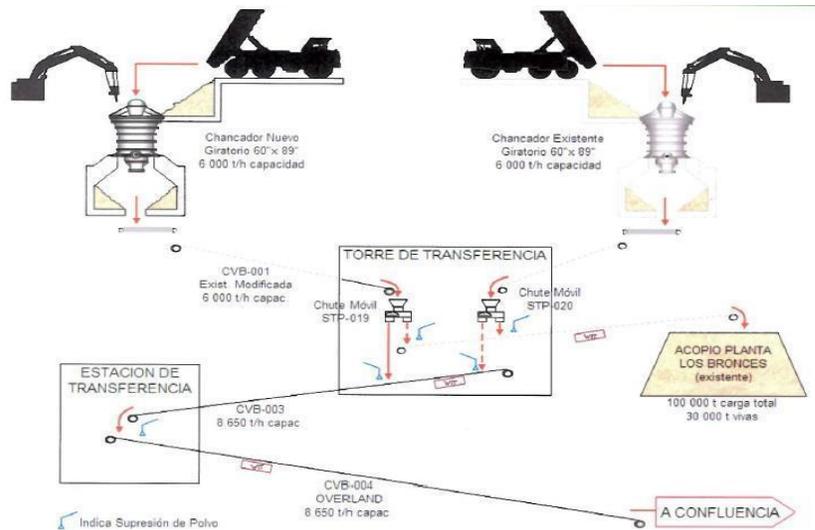


Fig. 8: esquema chancado y transporte de mineral (documento interno de Anglo American)

El circuito de molienda considera operación continua, capacidad de 87000 [tpd], con un programa de operación de 24 [hr] diarias con 94 % utilización efectiva media. El producto de los chancadores se junta en la torre de transferencia, donde por medio de chutes y compuertas móviles se distribuye, de manera controlada, a las Plantas de molienda SAG. El transporte a Confluencia se realiza mediante una correa overland de 1.5 [m] x 4300 [m], regenerativa, la cual es instalada en el túnel que conecta lo Bronces y Confluencia.

2.4.5.2. Planta SAG Confluencia:

Planta Confluencia está a 3280 m.s.n.m. En la siguiente imagen se puede ver la distribución general de esta Planta:

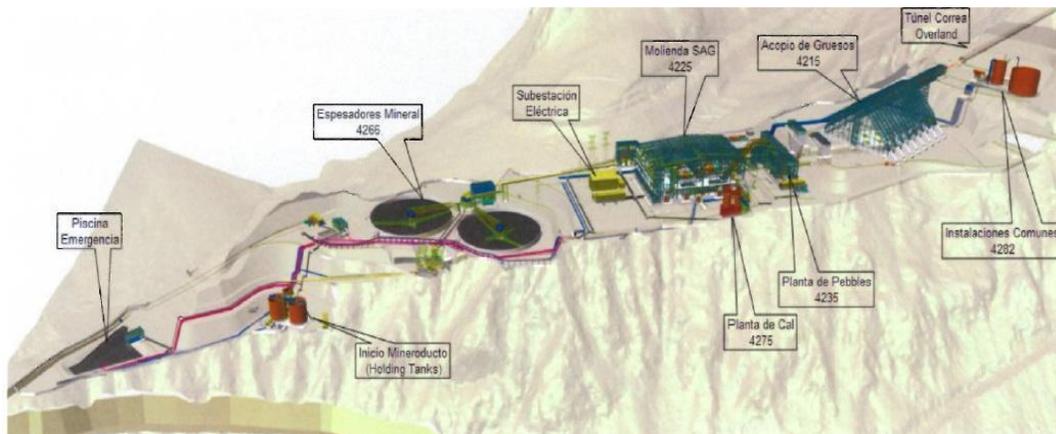


Fig. 9: esquema general Planta Confluencia (documento interno Anglo American)

Los equipos principales de Planta SAG Confluencia son:

- 6 alimentadores de correa 1.8 [m] x 13 [m], capacidad de 2300 [tph], accionamiento hidráulico, dos en operación.
- Una correa de alimentación SAG, 1.5 [m] x 221 [m], 5300 [tph] de capacidad con velocidad variable
- 1 molino SAG de 12.2 [m] x 7.6 [m] motor anillo de velocidad variable, 22000 [kW] con Trommel corto de descarga 3.8 [m] de diámetro y 3.4 [m] de largo
- 2 harneros de descarga del molino SAG de 3.7 [m] x 7.4 [m], doble bandeja (uno en operación) instaladas a continuación del trommel del molino SAG
- 2 molinos de Bolas de 7.9 [m] x 12.6 [m], motor anillo variable, 16400 [kW] con trommel magnético
- 4 bombas centrífugas para alimentación baterías de ciclones, 9500 [m³/h], 3000 [kW], motor de velocidad variable. Una bomba operando y otra Stand-by por cada molino de bolas.
- 2 baterías de 14 ciclones de 0.7 [m] de diámetro, una para cada molino de bolas.
- 2 harneros desripiadores, de 3.7 [m] x 7.4 [m] bandeja simple de 2 [mm] de abertura para tamizaje del producto de molienda
- Sistema centralizado de enfriamiento para sistemas de lubricación, motores y cicloconvertidores de los molinos (chillers), 3850 [kW] de capacidad disipación calórica.
- 2 sistemas de monitoreo tamaño de producto de 300 [psi]

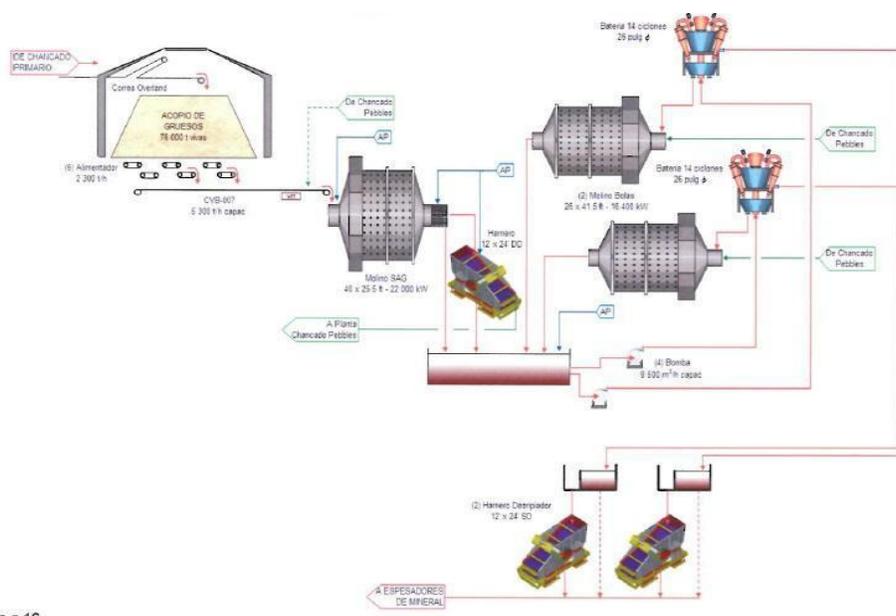


Fig. 10: Diagrama de flujo, Planta SAG Confluencia

Se puede distinguir las siguientes áreas:

Acopio de gruesos:

Edificio cerrado, 7600 [ton] capacidad viva y 180000 [ton] carga total del producto recibido desde área de Chancado

Sistema Alimentación y distribución de Bolas:

El producto de chancado es llevado al circuito de molienda, que incluyen:

- 4 tolvas de almacenamiento de 400 [ton] cada una, dos para molino SAG (bolas de 5 [in] de diámetro) y dos para molinos de bolas (bolas de 3 y 3.5 [in] de diámetro)
- 4 sistemas de carga y conteo, 20 [ton/h]
- Sistema mecánico de alimentación bolas al Molino SAG directamente sobre correa de molino
- Sistema mecanizado de alimentación bolas a Molino de bolas mediante dos correas en serie y compuerta desviadora con accionamiento neumático.

Después de pasar por una primera etapa de reducción y clasificación de tamaño de partícula, el circuito de molienda cuenta inmediatamente con un sistema de chancado de pebbles, además del aporte de la pulpa de Cal (la cual disminuye acidez del agua), por parte del proceso paralelo a cargo de la Planta de Cal, que ayuda aún más en este proceso de disminución el cual recircula el sólido de granel hacia los molinos:

Sistema Chancado de Pebbles:

Está diseñado para una operación continua 24[h/día] y un 85 % de utilización.

Se considera una generación de pebbles nominal equivalente al 20 % de la alimentación fresca del molino SAG, 17400 [ton/día]. El cual estima un producto con máximo 15 % sobre ½ [in].

El destino normal de los pebbles chancados es recirculado a los molinos de bolas, sin embargo, existe la posibilidad de enviarlos en forma total o parcial hacia el molino SAG o incluso ser descartados del circuito. Sus equipos principales son:

- 1 correa de descarga SAG, de 60 [in] x 26 [m] de largo motor de 75 [kW] y 1500 [ton/h] de capacidad.

- 2 correas de alta pendiente de 60 [in] x 76.4 [m], motor de 336 [kW], 1500 [ton/h] capacidad cada una de estas correas cuenta con correas auxiliares en cabeza y cola para manejo de derrames.
- 1 correa plana de alimentación al silo de pebbles de 2.4 [in] y 24.2 [m], motor de 30 [kW] y capacidad de 1500 [tph]
- 1 silo de 350 [ton] de capacidad
- 2 alimentadores de correa de 1.5 [in] x 11 [m], motor de velocidad variable de 30 [kW] y 700 [tph] nominal.
- 2 chancadores de cono, motor de 750 [kW] y capacidad hasta de 785 [tph]
- 1 correa de descarga chancadores 1.2 [m] x 49 [m], motor de 110 [kW] y 1500 [tph]
- 2 correas de transporte de pebbles, operando en serie
- 1 correa alimentación molino de Bolas 1 de 1.2 [in] x 12.1 [m] y 1500 [tph] capacidad nominal y 1 correa alimentación molino de Bolas 2 de 1 [m] y 25.4 [m] de 750 [tph] capacidad nominal.
- 5 chutes de compuertas reguladores de accionamiento hidráulico
- 3 electroimanes y 6 Pesómetros
- 5 sistemas de supresión, tipo neblina seca, en edificio chancado pebbles y transferencia correas transportadoras

En la siguiente figura se puede ver un esquema general del Sistema de Chancado de Pebbles:

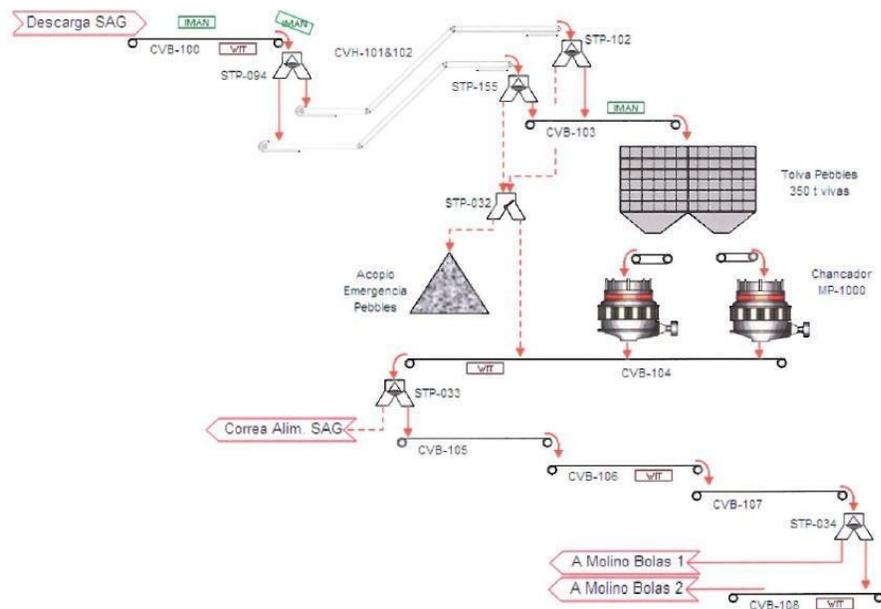


Fig. 11: Esquema proceso Chancado de Pebbles Planta Confluencia (documento interno Anglo American)

Sistema de enfriamiento Molinos:

Consiste en un sistema centralizado ubicado a la intemperie que se muestra en la figura 13, el cual consta de:

- 7 unidades de enfriamiento Chillers, de condensación por aire. 1 en Stand-by.
- 6 bombas de agua, dos por molino. 3 de ellas operando.
- Sistema de dosificación refrigerante que cuenta con un estanque de 500 [L] y una bomba de circulación.

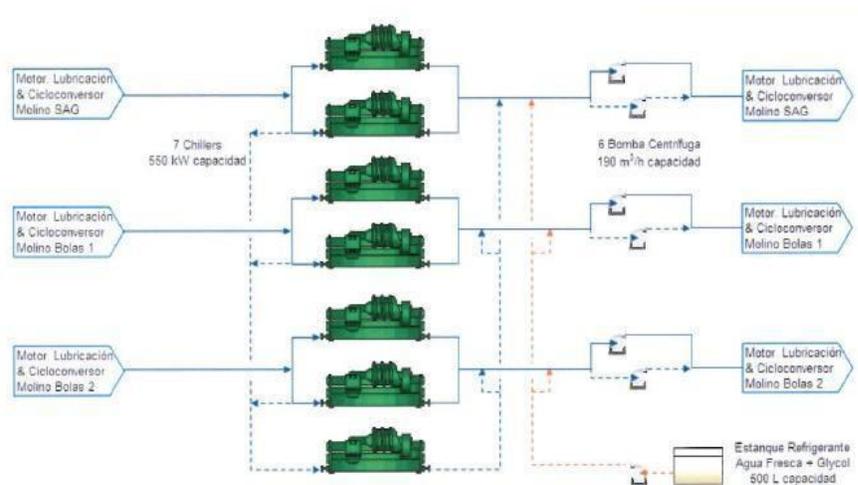


Fig. 12: sistema de refrigeración molinos SAG y Bolas (fuente: documento interno Anglo American)

Sistema de derrames:

Si ocurre una irregularidad en el proceso o alguna falla, se cuenta con un sistema de derrames ante emergencia.

El cual incluye:

- Plataformas en niveles superiores conectados a piso
- Fosa que permite el acceso de cargador frontal para retiro de material grueso
- Pozo con rejilla con 2 bombas verticales de 500 [m³/h] de capacidad que permiten recircular el agua y finos al cajón de alimentación de baterías de ciclones.
- Línea de rebose de la fosa (enterrada) de 1.2 [m] de diámetro, permite conducir gravitacionalmente eventual sobre flujo a piscina de emergencia.

Sistema de calefacción nave de Molienda:

Para mantener una temperatura adecuada dentro de las instalaciones de Planta Confluencia y de apoyo en general a las instalaciones de la Planta.

Sistema de aire acondicionada y ventilación:

Para otorgar condiciones adecuadas para mantenedores y operadores de la Planta, como también disminuir la concentración de sílice en las partes más transitadas de la planta

2.4.5.3. Planta SAG Los Bronces:

Es la primera planta de molienda que se puso en marcha en división Los Bronces, su esquema general se puede ver en la siguiente figura:

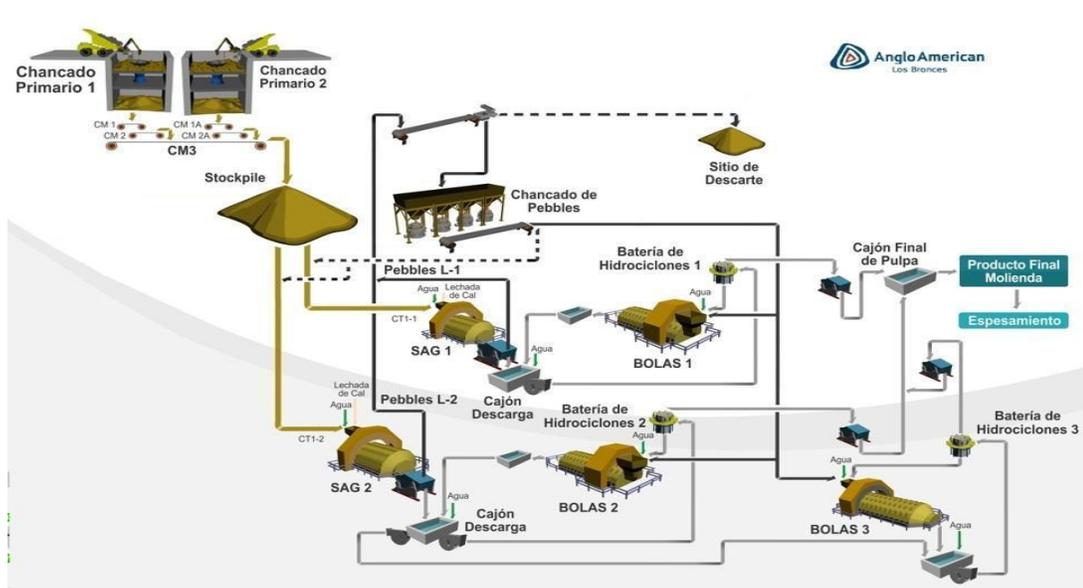


Fig. 13: Esquema Planta SAG Los Bronces, (documento interno de Anglo American).

Los equipos principales de la planta son:

- 3 correas transportadoras y 6 correas de alimentación para la línea 1
- 3 correas transportadoras y 5 correas de alimentación para la línea 2. Además 5 correas transportadoras para el circuito de chancado.
- 2 Molinos SAG y 3 Molinos de Bolas

- 8 Motores de potencia entre 3500 y 7250 [HP] para el accionamiento de los molinos
- 2 bombas centrífugas para transportar agua lechada (agua con cal) desde la Planta de Cal
- 6 bombas centrífugas llamadas bombas de pozo para los molinos SAG
- 4 bombas verticales
- 5 chutes fijo, uno para cada molino SAG y de Bolas
- 6 chute móvil, uno para la alimentación de cada molino excepto el Molino SAG 2 que posee uno adicional (en stand.by)
- 12 hidrociclones y 1 batería de ciclones asociados al molino Bolas 1, 10 hidrociclones y 1 batería asociados al molino Bolas 2 y 24 hidrociclones con 1 batería asociados al molino de bolas 3.
- 2 harneros vibratorio de descarga de los molinos SAG y 3 harnero desripiadores para cada Molino de bolas
- 4 chancadores Symons para el circuito de pebbles
- 5 sistemas de lubricación centralizados
- 3 cargadores de baterías
- 3 flujometros, 2 para el molino de bolas 3 y uno para la línea 1 de molienda.
- 5 sistemas de accionamiento, de marcha lenta para cada Molino
- 6 electroimanes auto limpiantes
- 5 convertidores de frecuencia
- 6 subestaciones eléctricas
- 3 pesometros, uno para cada línea de molienda y otra para la línea de chancado de Pebbles.
- 1 sistema de presurización y climatización para la planta en general
- 6 tolvas de almacenamiento, 2 para las bolas de acero de 3 [in], 2 para bolas de acero de 5 [in] y 2 para almacenamiento de Cal

Las áreas más destacadas de esta Planta son:

- Molienda SAG línea 1
- Molienda SAG línea 2
- Chancado de Pebbles
- Espesamiento de mineral
- Suministro Agua fresca
- Suministro de Agua procesos
- Suministro de agua de emergencia Embalse Los Bronces – Confluencia
- Planta de Cal

- Instalaciones comunes
- Sistema de Control Distribuido
- Suministro de Energía Eléctrica

Acopio de grueso:

El material grueso (o sólido a granel) se almacena en 2 stockpiles, es distribuido por medio de una correa overland y un carro tripper, dando una capacidad pulmón a la planta de 100000 [ton] de carga total.

Debajo de cada stockpile se encuentra 6 alimentadores de correa, los cuales 3 están en operación y los otros en Stand-by.

Estos alimentadores descargan el material en dos correas overland, los cuales alimentan a los dos molinos SAG con material grueso y además se le añade agua con cal que proviene desde la planta de cal.

Molienda SAG:

Las dimensiones de los molinos semi-autógenos (SAG) son: para el molino SAG 1 es 8.5 [m] de ancho por 4.3 [m] de largo y para el molino SAG 2 es 10.4 [m] de ancho por 5.2 [m] de largo. En la siguiente figura se puede visualizar la etapa de molienda:

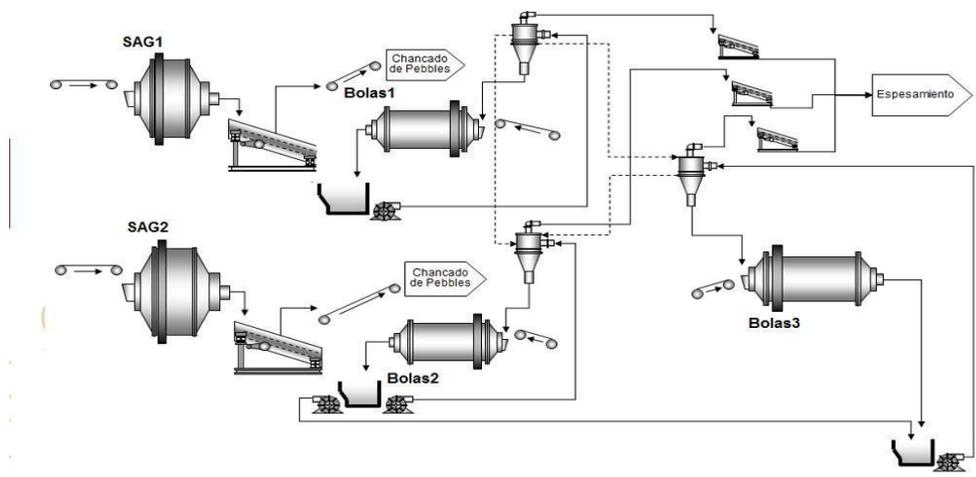


Fig. 14: circuito de molienda planta Los Bronces (fuente: documento interno Anglo American)

2.4.6. Precio del Cobre:

Los últimos años el precio del Cobre fino tiende a un comportamiento a ir disminuyendo año a año, con leves repuntes. Esto se debe a la demanda de los mercados externos como el mercado de Estados Unidos y de China ha disminuido. Si bien el tema económico excede los objetivos de esta memoria, su valor como producto final es algo que siempre se debe tener en cuenta, ya que es uno de los factores externos importantes que influyen en el contexto de cualquier empresa. Entre menor valor por libra de cobre fino mayor será la productividad exigida y, por ende, mayor será la exigencia de la eficiencia del área de confiabilidad.

La siguiente tabla muestra el valor del cobre fino los últimos años:

año	valor CU [US\$ / libra]
2012	3,61
2013	3,32
2014	3,11
2015	2,5
2016	2,21
2017	2,8
Enero.2018	3,21
Febrero.2018	3,18
Marzo.2018	3,08
Abril.2018	3,1
Mayo.2018	3,09
Junio.2018	3,15
Julio.2018	2,83

Tabla 1: Valor cobre fino por libra, datos banco central (creación propia)

2.4.7. Turnos de trabajo:

Para los mantenedores permanentes de la organización son turnos de 4 días a la semana, con turnos de 8 [Hrs] promedio.

2.4.8. Proceso productivo:

Continuo 24 [Hr] al día, 7 días a la semana.

2.5. Factores geográficos y climáticos:

Los cambios de temperatura sobre los 1000 m.s.n.m. son un tema a considerar, ya que influye en las condiciones de trabajo de los empleados, como también en la eficiencia de

máquinas térmicas como en el caso de intercambiadores de calor debido a los cambios de temperatura y falta de oxígeno. En el siguiente gráfico se puede visualizar las temperaturas Medias mensuales de los últimos 3 años para división los Bronces:

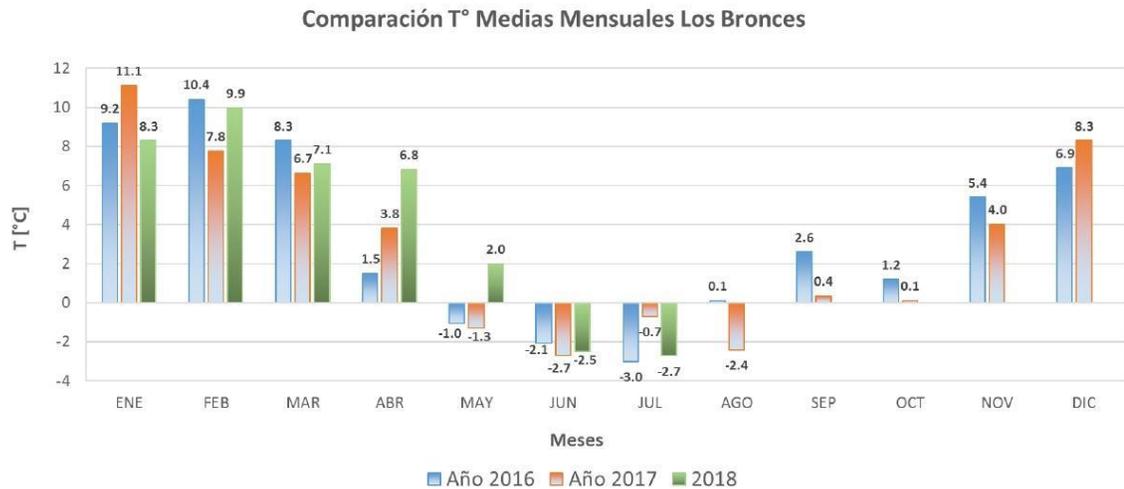


Grafico 1: gráfico de las temperaturas promedio por mes para división Los Bronces (creación propia)

2.6. Enfoque de Seguridad, Salud y Medio ambiente (SHE):

Anglo American PLC al poseer y operar una gama de negocios que, debido a su tamaño, su diversidad de operaciones y sus ubicaciones geográficas, implica importantes desafíos de seguridad, salud y medio ambiente (SHE). La conducta general de cada unidad de la organización, sus valores y comportamientos se definen en un Código de conducta.



Fig. 16: Valores que representan a un líder de la organización (creación propia)

Para administrar los riesgos y oportunidades relativos al SHE se utiliza bajo un marco de sistema de gestión llamado SHE Way, este sistema consiste en un proceso continuo y cíclico para respaldar la mejora continua. Además este marco permite asegurar la

planificación y programación de las actividades de la organización, de acuerdo a sus políticas y estándares, y con el Modelo Operativo de Anglo American (AOM). El SHE Way sigue el principio Planificar-ejecutar-verificar-actuar y se puede someter a una auditoría.



Fig.17: Relación del SHE dentro del modelo operativo de Anglo American (fuente: documento interno Anglo American)

2.6.1. Principios de SHE de la organización:

Los principios que se rigen Operación Los Bronces son:

Aplicar la jerarquía del proceso de eliminar, evitar, minimizar, corregir/habilitar y compensar el impacto y riesgos, en medida de lo posible, de SHE resultado de las actividades, productos y servicios [4]

Se adoptarán todas las medidas necesarias para aprender de los incidentes de SHE, de las conclusiones de las auditorías y de otros incumplimientos con el fin de evitar que se repitan.[4]

Como mínimo, se aplicarán en todo el grupo los procedimientos y estándares de desempeño comunes e indispensables relativos a la gestión de SHE y del grupo [4]

Se compone de los siguientes 7 elementos complementarios:

Liderazgo: Los líderes son un factor fundamental que ayudan y contribuyen al mantenimiento y mejora del SHE, de igual forma su repercusión que tienen los líderes al mantener una presencia visible, disponible y activa en el lugar de trabajo; tienen un papel importante para el desarrollo de trabajadores comprometidos y productivos. Los líderes deben asegurarse de adoptar un papel orientador e integrar las revisiones de responsabilidad de SHE en su rutina de gestión.

Contexto de la organización: Existe una gama de factores internos y externos que pueden llegar a impactar de forma positiva o negativa sobre la capacidad de alcanzar la visión Cero Daño. Se debe identificar estos problemas y determinar cuáles se deben resolver y gestionar como parte del planteamiento de gestión de SHE.

Planificación

Operación

Evaluación de desempeño

Mejora: La empresa comprende y enfrenta de manera proactiva las deficiencias identificadas en su desempeño y procesos de SHE

Respaldo: las habilidades, canales de comunicación y documentos adecuados están disponibles para impulsar el sistema de gestión de SHE

2.6.2. Política de la empresa en cuanto al SHE: [4]

- *Consideramos que nuestros líderes son responsables de la salud y seguridad de nuestro personal, así como también de la protección del medio ambiente. Los gerentes de línea y supervisores proporcionen un liderazgo de SHE efectivo.*[4]
- *Reconocemos que tener un comportamiento de SHE positivo y coherente con el objetivo del Cero Daño es responsabilidad de todas las personas que trabajan en la empresa, al igual que mantener un ambiente de trabajo en el que los riesgos se controlan y se monitorean de manera efectiva para asegurar la salud y seguridad del personal, así como la protección del medio ambiente.* [4]
- *Los gerentes de todas las áreas y operaciones son responsables de la completa implantación de las normas técnicas del grupo y Enfoque del SHE, así como de sus procedimientos, directrices y especificaciones correspondientes* [4]. Esto requiere el suministro de recursos, sistemas, capacitación, asesoría y auditoría para la gestión de SHE con el fin de proteger,

mantener y promover la salud, seguridad y capacidad laboral de nuestro personal, así como garantizar su impacto mínimo sobre el entorno en que operamos.

- *Todas las áreas y operaciones deben asegurarse de determinar y satisfacer todas las exigencias relativas a sus obligaciones de cumplimiento de SHE, las cuales incluyen todos los requisitos legales de SHE aplicables y los demás requisitos de SHE que se elija o se tenga que cumplir.*[4]
- Nos comprometemos con una comunicación abierta con nuestros empleados y con todas las partes interesadas, para promover una cultura que impulse el desempeño de SHE tomando como base una mejora continua.
- Establecemos objetivos adecuados y supervisamos nuestros progresos relativos a la política de SHE.
- Esperamos que nuestros consultores, agentes, contratistas y proveedores cumplan con nuestras políticas y requisitos en relación a la gestión y prácticas de SHE

2.6.3. Disposiciones legales medio ambiente:

Operación Los Bronces desde su proceso de explotación hasta su cierre como faena, también hay temas particulares de preocupación, para las Plantas de Molienda existen por ejemplo emisión de material particulado, derrame de pulpa por sobre flujo y derrame de sustancias peligrosas entre otros. Para cada caso existen protocolos de control de daño y personas a cargo de su control; además de una planificación previa de las acciones para evitar un impacto ambiental grave, como también acciones de mitigación que se deben llevar a cabo en caso de la presencia de algún evento no deseado.

El desarrollo del Plan Matriz de operación Los Bronces toma en cuenta la Norma ISO 9000 y ISO 9001 ya que como Anglo American pertenece a empresa extranjera, basa sus decisiones en torno a esas normas para asegurar los requisitos mínimos para la gestión de calidad y paralelamente la normativa legal Chilena como las siguientes:

Ley 19300, sobre bases generales sobre el impacto al medio ambiente que puede afectar la organización. En esta ley ayudan a definir normas de calidad, de emisión. Ayuda a definir Planes de descontaminación, planes de prevención y/o planes de descontaminación, así como también definen las bases del proceso de evaluación de impacto ambiental al cual se debe someter un organización tan relevante como Operación Los Bronces..

Ley 20920, establece el marco para la gestión de residuos, la responsabilidad extendida del productor y el fomento al reciclaje. Acá se contemplan residuos importantes como

neumáticos, baterías, aceites y lubricantes. El ministerio de medio Ambiente está en proceso de levantamiento de información y reglamentación para su implementación.

Ley 18248, establece el código de minería la cual ayuda a establecer el reglamento de seguridad minera.

El desarrollo e implementación del Plan Matriz debe facilitar toda la documentación y respaldo necesario que ayuda a respaldar la gestión dentro de las inmediaciones de Operación los broncees y ante todo asegurar el adecuado registro de un correcto proceder de las actividades de mantenimiento ante las posteriores auditorías que se puedan someter las Plantas de Molienda SAG y área de Chancado.

2.6.4. Estándares de seguridad de las Plantas de Molienda SAG y área de Chancado:

Al planificar y realizar trabajos de mantención se debe tener en consideración para las plantas de molienda los estándares de seguridad mínimo de todo trabajador. El primero es su equipo personal de protección (EPP) de los trabajadores, los cuales consisten en: casco, lentes de protección, protectores auditivos, respirador con filtro de polvo, chaleco reflectante, guantes y zapatos de seguridad.

En cuanto a la operación de la planta para traslado en superficie irregular y de distinto nivel se debe poner énfasis en los 3 puntos de apoyo (pies y manos); también conocer protocolos para catástrofes como incendios y terremotos, al igual ante la cercanía a carga suspendida. Por último, especial atención ante síntomas de mareo por la altura, donde hay un encargado de seguridad. Se debe tener cuidado ante la exposición al ruido, al polvo que se trata de mitigar con supresores de polvo y precaución a la radiación UV. Y por último restricción de ingreso a ciertas áreas de la planta para toda con equipos electrónicos de apoyo de salud (marcapasos) o algún EPP adicional para alguna actividad específica.

En la siguiente imagen se muestra las reglas de seguridad mínimas que debe cumplir cualquier persona que transite por operación Los Bronces:



Fig. 18: principales reglas de seguridad de Operación Los Bronces conocidas como Reglas de oro

Capítulo 3: Marco Teórico

3.1. Mantenimiento basado en confiabilidad (RCM): la base del Plan matriz

El mantenimiento centrado en confiabilidad (o RCM como se usa de aquí en adelante) se reconoce como una filosofía de mantenimiento la cual se define como: *"un proceso utilizado para determinar qué se debe hacer para asegurar que cualquier activo físico continúe haciendo los que sus usuarios quieren que haga en su contexto operacional actual"* [5]

La idea central de una ingeniería y planificación de mantenimiento bajo la filosofía RCM es la mejora continua del proceso de mantención y gestión de activos por medio de técnicas teóricas, pero sobre todo el uso del conocimiento de los mismos trabajadores que están en constante contacto con los activos físicos, esto permite un mejor análisis para una buena toma de decisiones cuyo fin sea favorecer los resultados del proceso productivo en general, ya que el RCM no solo considera mantener los estándares de mantenimiento y la producción requeridos por la empresa, sino que también privilegia a un mismo nivel temas como la seguridad y el impacto sobre el medio ambiente.

3.1.1. Tipos de Mantenimiento

El objetivo de dividir el mantenimiento es obtener un buen entendimiento y de esta forma poder elegir estrategias de mantenimiento adecuadas para las fallas que se presenten.

Aunque a veces es complicado tratar de delimitar definitivamente entre un tipo de mantenimiento y otro, porque su objetivo es el mismo, pero la forma en abordar el problema es donde se diferencian.

Una forma de clasificar estos tipos de mantenimiento es agruparlos en dos grandes grupos como se puede ver en la siguiente imagen:

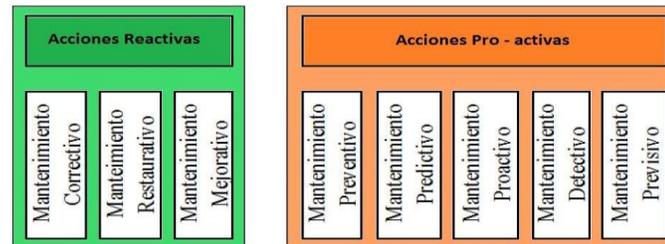


Fig. 19: Tipos de Mantenimiento (fuente: Manual de Mantenimiento, Alejandro J. Pistarelli)

3.1.1.1. Acciones Reactivas o “a falta de”:

En la filosofía RCM se conoce comúnmente como “acciones a falta de” como la tarea búsqueda de falla. Se debe considerar las medidas que tienen como finalidad restablecer las funciones originales que se perdieron como consecuencia de una falla funcional sorpresiva, sobre todo ante emergencias que no dan tiempo para planificar. Cabe mencionar que también se consideran algunas acciones para restaurar funciones que se ven alteradas, respecto a sus requerimientos (o estándares) de desempeño, al encontrar fallas potenciales.

3.1.1.1.1. Mantenimiento Correctivo:

Son todas aquellas acciones que no se pueden programar y apuntan a corregir aquellas fallas funcionales a medida que se va produciendo el modo de falla. La desventaja es que se dificulta la creación de presupuestos confiables, debido a la aleatoriedad de las fallas, además de aumentar los costos de mantención y operación de los activos físicos.

3.1.1.1.2. Mantenimiento Restaurativo:

Algunas tareas de mantenimiento Pro-activas, ayudan detectar ciertos parámetros están fuera de los estándares de desempeño predefinidos, como efecto de una falla potencial antes de que se produzca una falla funcional. Este estado insatisfactorio puede requerir la

intervención de personal capacitado para restaurar la funcionalidad del activo. Teniendo un adecuado sistema de programación, permite programar las tareas con antelación. También se lo conoce como mantenimiento restaurativo programado (MRP)

3.1.1.1.3. Mantenimiento Mejorativo:

Acá se considera todas aquellas acciones que contemplan el rediseño ya sea del activo, de un sistema completo como también del ámbito de operativo y que tienen como finalidad mejorar un proceso productivo, eliminar fallas crónicas, aumentar la confiabilidad de un activo o mejorar los procedimientos de operación de un activo.

3.1.1.2. Acciones Pro-activos

Este tipo de tareas o medidas son el fiel reflejo de la filosofía de mantenimiento basado en confiabilidad. Tienen como meta actuar antes de que se produzca un modo de falla catastrófico o en su defecto disminuir las consecuencias del modo de falla asociado hasta un nivel aceptable para el usuario del activo. Aunque el RCM utiliza regularmente los términos reacondicionamiento cíclico, sustitución cíclica y mantenimiento a condición.

3.1.1.2.1. Mantenimiento Preventivo

Se tiene por objetivo disminuir la frecuencia de detenciones no programadas aprovechando el momento más apropiado para intervenir el equipo, tanto para la Producción como para Mantenimiento.

Como parte del mantenimiento preventivo están las tareas de inspección cíclicas, reacondicionamiento cíclico y sustitución cíclicas de un activo físico para prevenir, detectar o corregir defectos. Se realiza a espacios de tiempos regulares pre-definidos y sin importar el estado del activo al momento de realizar la tarea preventiva.

2.1.1.2.2. Mantenimiento Predictivo:

También conocido comúnmente como mantenimiento basado en condición, actúa bajo la hipótesis de que se puede hallar de forma anticipada síntomas de desajustes o alteraciones en el funcionamiento de un activo antes que se produzca una falla funcional del mismo. Este punto en el que los componentes empiezan a mostrar una “advertencia” sobre el desempeño del activo se conoce como falla potencial la cual se define como: *“un estado identificable que indica que una falla funcional está a punto de ocurrir o en proceso de ocurrir”* (Jhon Moubray, 1997)

Existe un rango de tiempo entre que se manifiesta la falla potencial y su decaimiento hasta convertirse en falla funcional; es a partir de las mantenciones predictivas se trata de detectar la falla potencial de forma temprana, para así contar con estimaciones de tiempo confiables dentro de ese rango, que permitan programar tareas de reemplazo de componentes o reparación para evitar las consecuencias catastróficas de una falla funcional. Normalmente las tareas de mantenimiento predictivo no necesitan ser realizadas con el equipo fuera de servicio, por lo que no generan impacto en la producción

Algunas herramientas utilizadas por el mantenimiento predictivo son:

- Análisis de vibraciones
- Análisis de amperaje.
- Termografía infrarroja
- Inspección por ultrasonido.
- Análisis de partículas de desgaste.
- Emisión acústica

3.1.1.2.3. Mantenimiento Proactivo:

Consiste en monitorear las propiedades de ciertos parámetros en los componentes antes de decidir una intervención. Sin embargo, en este caso y a diferencia del predictivo, no solamente se trata de detectar a tiempo una falla potencial, sino que también determinar la causa raíz de esta falla potencial con el fin de desviar una tendencia indeseable.

Identificar síntomas adversos otorga la oportunidad de tomar acciones restaurativas para mejorar las condiciones de operación sin llegar a la falla funcional o a una condición irreversible. Algunos ejemplos de mantenimiento proactivo:

- Monitoreo de contaminantes de un lubricante.
- Conteo de partículas.
- Alineación y balanceo.

- Monitoreo de viscosidad y acidez de lubricantes.

3.1.1.2.4. Mantenimiento Detectivo:

Son las acciones que trata de poner de manifiesto fallos ocultos que se producen básicamente en equipos redundantes o de protección (también conocidos como equipos stand-by). Aquí se considera las tareas de búsqueda de fallas o chequeos funcionales. De no tomarse ninguna acción ante este tipo de fallas, y termina por desencadenarse en una falla funcional del equipo al que debe proteger, se estaría ante la presencia de una falla múltiple.

3.1.1.2.5. Mantenimiento Previsivo:

Se trata de evitar o disminuir el suceso de futuras fallas tomando acciones durante la etapa de diseño. Para el alcance de esta memoria solo considera el rediseño como mantenimiento preventivo

3.2. RCM: Las 7 preguntas básicas

Para poder aplicar eficientemente el RCM en el Plan Matriz de mantenimiento, Anglo American debe contestar las 7 preguntas básicas para cada activo al que desea integrar a esta nueva metodología de trabajo; estas preguntas son:

1) ¿Cuáles son las funciones y parámetros de funcionamiento asociados al activo en su actual contexto operacional?

Ayuda a definir cuál es la función por la cual el activo fue incorporado a la empresa y que si esta función se pierde total o de forma parcial afecta negativamente las operaciones. Se deben tener definidos los estándares de funcionamiento. Las funciones se pueden clasificar en:

- Funciones Primarias: la razón o las razones por las cual(es) el activo es adquirido por la organización, por lo que es una función de fácil identificación y primordial.
- Funciones Secundarias: Son funciones que cumple el activo, que si bien, no son las motivaciones principales para las que fue incorporado puede resultar ser de importancia

relevante y una falla en una de ellas puede traer consecuencias considerables

2) **¿De qué manera falla en satisfacer dichas funciones?**

Esta pregunta permite identificar qué es lo que se entiende por falla funcional de un activo. Una falla funcional se puede definir como “*La incapacidad de un elemento o componente de un equipo para satisfacer un estándar de funcionamiento deseado*” (Moubray, 1991).

Como se mencionó anteriormente un activo físico puede cumplir más de una función, por lo que se debe definir una falla en relación a una función principal para los usuarios y no con la falla que abarque todas las funciones de su equipo asociado.

3) **¿Cuál es la causa de cada falla funcional?**

Esta pregunta permite reconocer los modos de falla que tienen una mayor probabilidad de presentarse en un determinado equipo y provocar una pérdida de función, conocido como modo de falla dominante. Un modo de falla es cualquier tipo de evento que pueda causar una falla funcional, es decir, identificar cual es la causa más probable de las fallas lo que entrega una visión más nítida de lo que se espera evitar.

4) **¿Qué sucede cuando ocurre cada falla?**

Con esta respuesta se pretende indicar qué pasa cuando se produce un determinado modo de falla, es decir, los efectos de la falla. Al analizar un efecto de falla se debe agregar la información que se considere pertinente para la evaluación de la consecuencia de las fallas, entre las que se puede tener en cuenta:

- La evidencia de que se produjo la falla
- La forma en la que una falla puede ser un peligro para seguridad y/o medioambiente, además de los peligros involucrados en la operación normal del activo.
- Que se debe hacer para revertir o reparar la falla

5) **¿En qué sentido es importante cada falla?**

Esto responde a cómo y cuánto importa una falla, esto se hace al tener en cuenta las consecuencias de esta falla. Las consecuencias se deben clasificar por categorías y es según esta clasificación es que tipo de mantenimiento se tiene que llevar a cabo:

- Consecuencias de fallas no evidentes: son aquellas fallas que no tienen un impacto directo en la producción, pero su efecto es que exponen a que se produzca otro tipo de fallas que pueden

tener mayor repercusión en la empresa, generalmente abarca fallas que afectan a dispositivos de seguridad o protección.

- Consecuencias en seguridad y medio ambiente: Una falla se considera que altera la seguridad si puede llegar a herir de forma grave o fatal a una persona, mientras que tiene repercusiones en el medio ambiente si llega a incumplir con la normativa ambiental vigente correspondiente.
- Consecuencias operacionales: una falla tiene consecuencia operacional si puede llegar afectar la producción, esto no alude solamente a una detención de producción, las formas que una falla puede afectar a las operaciones son: al volumen de producción total, la calidad del producto, al servicio al cliente o un incremento del costo operacional sumado al costo directo de la reparación.
- Consecuencias no operacionales: Estas fallas no afectan ni a la producción, seguridad o al medio ambiente, por lo que solo se incurre en el gasto de su reparación.

Sin embargo, para el proceso de evaluación de criticidad de activos de Anglo American agrupa de otra forma las consecuencias, las cuales se dividen en dos grandes grupos: Consecuencias Financieras y No-financieras, en el paso N° 2 del modelo de trabajo del siguiente capítulo de define con mayor detalle y claridad.

Este proceso cambia la antigua idea de que todas las fallas tienen que ser prevenidas o evitadas, esta visión se reemplaza por dar prioridad aquellas actividades que tienen mayor impacto en vez de abordar aquellas fallas que causa un menor o bajo impacto.

6) **¿Qué puede hacerse para prevenir o predecir cada falla?**

Todo activo físico que cumple una función determinada está inmerso en el mundo real, el cuál se trata de describir lo más detallado posible con su contexto operacional, sin embargo, los activos también están sometidos a una variedad de esfuerzos. Estos esfuerzos fluctuantes hacen que el activo se deteriore, por lo que su resistencia a estos esfuerzos vaya en disminución a medida que pasa el tiempo, hasta el punto que ya no puede cumplir con su función principal. Esta exposición a esfuerzos se puede tratar de medir de diferentes formas como por ejemplo a un nivel de producción esperado, distancia que recorre, número de ciclos operacionales que debe cumplir, tiempo “de calendario”, etc.

Estas formas de medir se relacionan en un término común, el tiempo, por lo que se puede llegar a asumir en un principio que se puede ligar la exposición del activo con la edad del componente. Por lo que existe una estrecha relación entre el grado de desgaste de un activo con la edad del componente o activo, lo que se conoce un punto de vista clásico. No

obstante, no siempre es así en realidad, ya sea a la complejidad del proceso y de su contexto operacional, como también a las variaciones que puede llegar a vivir un activo a medida que pase el tiempo. Sin embargo, estas suposiciones, aunque sean imprecisas para casos específicos, ayudan a aproximar las tareas necesarias para evitar una falla funcional catastrófica. Además, si bien existen muchos modos de falla que no se ajusta con la relación directa de la edad de un componente, la mayoría da un tipo de señal o advertencia que indica que una falla está en proceso de desarrollo conocido como falla potencial, si es posible identificar a tiempo antes que se transforme en una falla funcional, se puede llegar actuar de forma oportuna para evitar la falla aludida.

Es por eso que se pueden clasificar tareas que facilitan a la prevención de fallas funcionales catastróficas para el proceso o la empresa, estas tareas se clasifican de la siguiente manera:

- **Tareas de monitoreo a condición:** Son las técnicas que permite determinar si existen fallas potenciales para que se pueda actuar de forma preventiva antes que se llegue a una falla funcional o se manifieste las consecuencias de esta falla funcional. Son de gran utilidad, ya que se pueden realizar sin desplazar el activo físico de su ubicación geográfica y no hay necesidad de que esté fuera de servicio para realizar estas tareas, igualmente no tiene efectos negativos en la producción.
- **Tareas de reacondicionamiento cíclico:** Si no se puede llegar a una tarea preventiva satisfactoria o apropiada para un modo de falla se puede optar por reemplazar o reparar un componente antes de un límite de edad específico sin importar en las condiciones en la que se encuentre, es decir, a tiempos fijos con el objetivo de reacondicionar la capacidad de un activo antes del límite de edad definido. El gran inconveniente de esta tarea es que el activo debe estar detenido, por lo que afecta a la producción de la empresa. Como también existe la posibilidad latente de que no se puede aprovechar al máximo la vida útil del activo
- **Tareas de sustitución cíclica:** Este tipo de tareas consiste en descartar o “dar de baja” un equipo o componente antes o en un límite de tiempo de predefinido, sin tomar en cuenta las condiciones en que se encuentre el activo al momento de aplicar la tarea

Cabe destacar que los términos de reacondicionamiento y sustitución cíclica en muchas ocasiones se puede usar para de igual forma para una determinada tarea, el término apropiado con que se use depende del nivel de análisis que se lleve a cabo

7) **¿Qué debe hacerse si no se encuentra una tarea proactiva adecuada?**

Junto con la determinación de la factibilidad técnica de una determinada acción, la decisión de si vale o no la pena llevarla a cabo pasa por cómo se reaccione a una falla, acá se considera las acciones reactivas o “a falta de” como la tarea búsqueda de fallas (también llamadas tareas de detección). Al plantear esta opción en estrategias de mantenimiento basado en RCM se da tiempo para una evaluación tanto de la consecuencia como de la selección de una tarea.

Otra opción ya mencionada es el Rediseño del activo o el proceso. También la opción “Operar hasta la falla”, pero es recomendada cuando la intervención del activo es más económica que sus consecuencias operacionales.

En el siguiente capítulo se puede ver como se refleja las ideas fundamentales de las 7 preguntas básicas en el modelo de trabajo para la implementación del Plan Matriz.

3.3. Grupos de revisión:

Sin embargo, antes de empezar a contestar las anteriores preguntas para todos los activos físicos involucrados de Operación Los Bronces, se comienza con un paso previo que es el contexto operacional de los equipos y plantas; el cual se puede definir como: “*La hipótesis del contexto establece que cualquier activo fijo se comportará de acuerdo con el entorno en el que se desarrolla. Las necesidades que de él se tengan (sus funciones) estarán signadas en gran medida por ese contexto*”[6]; para esto se debe asignar grupos de revisión de RCM que también completan esta base de datos, según John Moubray: “*la mínima cantidad de integrantes está conformado por gente de Operación, mantenimiento, personal de producción y un facilitador*”[5], lo cual se puede ver en la siguiente figura:



Fig. 20: grupo de revisión RCM (fuente: Jhon Moubray, RCM 2)

Pero en el caso para Anglo American, se conforma por un facilitador, personal de mantención expertos y dos ingenieros especialistas (como mínimo) externos a la organización, que a su vez son los encargados de registrar toda la información en Rylson 8.

Este grupo de revisión de RCM en reuniones y talleres periódicos deben generar la lista completa de todos los equipos involucrados que se integran al nuevo Plan de mantención, como también diseñar las pautas que se van a migrar hacia el sistema ERP Ellipse, el grupo de revisión para el Plan Matriz de Anglo American se puede ver en la siguiente figura:



Fig. 21: Grupo de Revisión de Anglo American (fuente: creación propia)

Esto no quiere decir que no se considera la información otorgada por operadores, más bien que no tuvieron participación directa en los talleres en esta etapa del proceso.

Alguno de los factores [6] más relevantes que se tienen en cuenta para estos grupos de trabajo que permite describir el contexto operacional son:

- Ubicación, distribución
- tipo de proceso productivo, por lotes o continuo
- Factores geográficos y climáticos
- Regímenes y estándares de operación
- Dispositivos de protección y grado de redundancia (elementos stand – by) en caso de existir
- Períodos de servicio, tipo de demanda
- Impacto de los fallos
- Disposiciones legales medio ambiente
- Estándares de Seguridad

El uso de estos grupos no solo permite un acceso sistemático al conocimiento y la experiencia de cada miembro del grupo, sino que los mismos miembros del grupo incrementan su entendimiento del activo físico en el contexto operacional. Cabe decir el Plan Matriz anterior (conocido como Plan Maestro de Mantención) posee casi toda la información

del contexto operacional de los activos físicos, por lo que el grupo de revisión debe más que nada, verificar tanto la veracidad como la vigencia de esta información y completar aquella información de aquellos activos que no tenían mayores datos disponibles, como también actualizar aquella información de los nuevos activos incorporados a la organización.

3.4. Herramientas del RCM:

3.4.1. AMFE: análisis de modos de falla y efectos:

Para saber cual deben ser los objetivos de las estrategias de mantención en una empresa, es fundamental conocer los activos físicos involucrados, especificar sus funciones y parámetros de desempeño que se espera de estos activos y así entender sin dudas lo que se entiende por falla funcional. Esto se responde con las primeras dos preguntas básicas de RCM. Las siguientes dos preguntas apuntan a buscar las causas de estas fallas funcionales, es decir, a la identificación de los modos de falla de una falla funcional. El proceso teórico del RCM para la clasificación y elecciones de estrategias de mantenimiento es mediante el uso de un diagrama de decisión, junto a la hoja de decisión y la hoja de información, las cuales al usarlas en conjunto son una poderosa herramienta para tener un completo análisis de los modos de falla, las consecuencias de falla y las estrategias de mantenimiento adecuadas para cada modo de falla.

El proceso comienza haciendo un análisis de modo de falla por medio del diagrama decisión junto con los datos que entrega la hoja de información; mientras se responde este diagrama las respuestas obtenidas se registran en la hoja de decisión, lo cual da una noción adecuada para escoger un tipo de tarea adecuada, además de tener un registro de todo el proceso

Hay que aclarar que solo se hace una breve descripción de ellas, ya que en el Plan Matriz de RCM de Anglo American estas herramientas son reemplazadas por la información que registra los grupos de revisión, y los primeros pasos del modelo de trabajo posteriormente detallado.

3.4.2. Hoja de información

Es una planilla estándar que se debe usar para identificar el sistema asociado y subsistema que se analiza. Luego se detalla en una primera columna la función principal y funciones secundarias que debe cumplir el activo. En la siguiente columna se especifica la falla funcional, es decir, que se entiende por la pérdida de capacidad del equipo para cumplir con un estándar de funcionamiento.

En la penúltima columna de izquierda a derecha se detallan todos los modos de fallas, en otras palabras, todo evento que causa una falla funcional. Un modo de falla para estar claramente descrito debe consistir en un sustantivo y un verbo, con el detalle suficiente para no dejar dudas de que tipo de estrategias de mantenimiento se debe escoger para el manejo de una falla. Finalmente, en la última columna se detalla el efecto de cada modo de falla, o sea que sucede cuando ocurre una falla.

Un ejemplo de una hoja de información se puede ver en la siguiente imagen:

HOJA DE INFORMACIÓN RCM	SISTEMA/ACTIVO	SISTEMA N°	FACILITADOR	Fecha	Hoja
	SUB-SISTEMA/COMPONENTE	SUB-SISTEMA N°			1
	Motor Detroit Diesel				2
	Combustible	1			
FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	EFECTOS DE LAS FALLAS		
1 Dosificar e inyectar la cantidad exacta de combustible dentro de la cámara de combustión, en el instante preciso, atomizado y a alta presión.	A Incapaz de inyectar combustible, o lo hace de manera deficiente.	1 Fallo de los sellos de agua en culata, que separa sistema de enfriamiento del de inyección.	Al mezclarse refrigerante con petróleo, el motor funciona en forma errática y se detiene.		
		2 Colador y líneas del combustible restringidos.	Pérdida de potencia, funcionamiento irregular. Posibilidad de detención.		
		3 Exceso o distribución irregular del combustible	Humo negro o gris. Verifique la sincronización de los inyectores y la debida posición de las palancas de control de las cremalleras de los inyectores. Sincronice los inyectores y haga la afinación debida del regulador. Reemplace los inyectores defectuosos si esta condición persiste después de haber sincronizado los inyectores y de haber afinado el motor. evite el trabajo forzado del motor, pues esto causa combustión incompleta		

Tabla 2: Ejemplo hoja de información de RCM (autor Jhon Moubray, libro RCM 2)

3.4.3. Hoja y diagrama de decisión:

El diagrama de decisión es una herramienta muy importante, ya que ayuda a unificar todos los procedimientos de toma de decisiones en una sola estrategia, además de contemplar aspectos fundamentales para cualquier mantenimiento centrado en confiabilidad que es la seguridad de los trabajadores, como también el cuidado del ambiente a un mismo nivel e incluso mayor que las operaciones de la planta. En la siguiente imagen se detalla el diagrama de decisión:

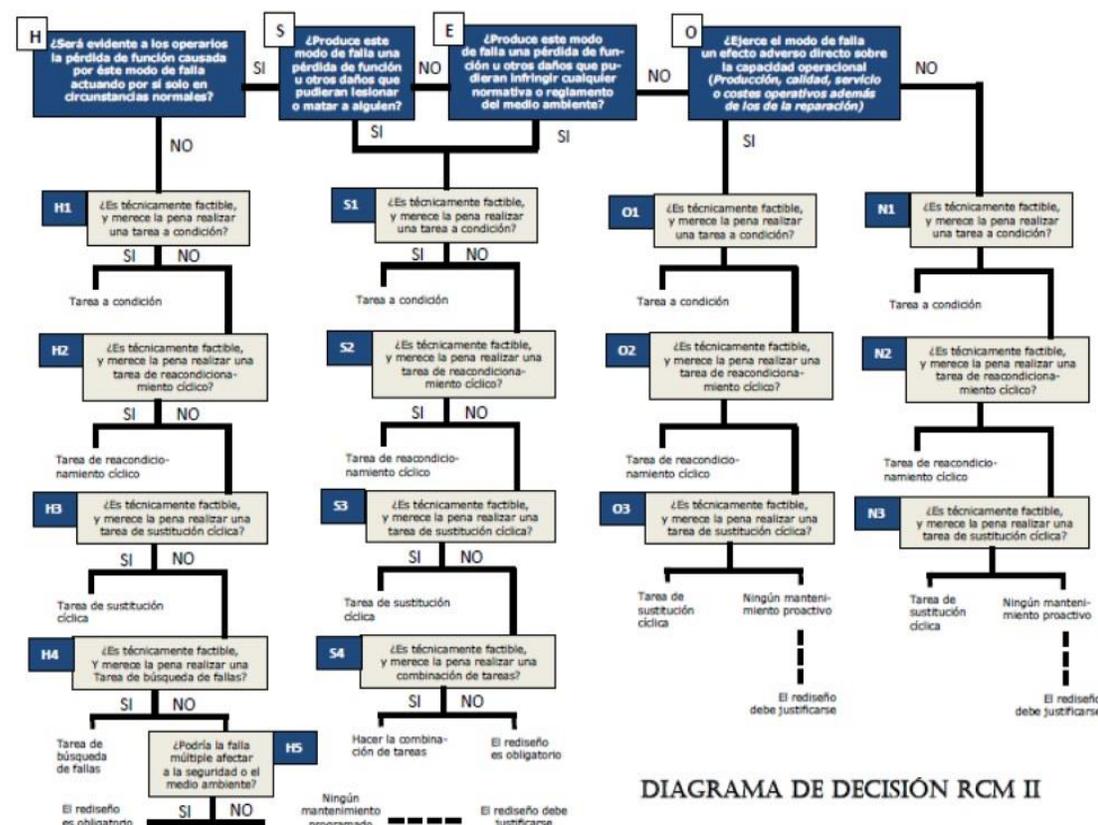


Fig. 22: diagrama de decisión de RCM (Fuente: Jhon Moubray, libro RCM 2)

La primera parte las celdas con letra H representan las consecuencias de falla oculto, mientras que las celdas con letra S representan las fallas con consecuencias en seguridad y/o medio ambiente.

En la segunda parte las celdas con número desde 01 al 03 abarcan las consecuencias operacionales, mientras que las celdas a la derecha representan las consecuencias no operacionales.

La hoja de decisión complementa el diagrama de decisión y su configuración se puede apreciar en la siguiente imagen

HOJA DE DECISIÓN			SISTEMA/ACTIVO				SISTEMA N°			FACILITADOR			Fecha		Hoja
RCM			Motor Detroit Diesel				1								1
			SUB-SISTEMA/COMPONENTE				SUB-SISTEMA N°								De
			Combustible				1								1
Referencia de Información			Evaluación de las consecuencias				H1	H2	H3	Tareas "a falta de"			Tareas Propuestas	Frecuencia Inicial	A realizar por
F	FF	MF	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4			
1	A	1	S	N	N	S	N	N	N				Ningún mantenimiento programado		
1	A	1	S	N	N	S	S						Haga la comprobación de caudal de combustible y, de ser necesario, reemplace los elementos del colador, filtro del combustible y las líneas de combustible	A condición	
1	A	3	S	N	N	S	N	N	N				Ningún mantenimiento programado		
1	A	4	S	N	N	S	S						Haga los debidos cambios de filtros de combustible, primario y secundario. Verifique calidad del combustible.	Cada 250 hrs.	

Tabla 3: Ejemplo de una hoja de decisión de RCM (fuente: Jhon Moubray, libro RCM 2)

Esta hoja está conformada por dieciséis columnas:

- las columnas F (Función), FF (Falla Funcional) y MF (Modo de Falla) se usan para identificar el modo de falla que se analiza, estas columnas sirven para correlacionar los datos de las hojas de información y decisión.

El resto de las columnas son para registrar las respuestas de las preguntas del diagrama de decisión RCM:

- Las columnas tituladas H, S, E, O y N se usan para las respuestas referidas a las consecuencias de cada modo de falla
- columnas H1, H2, H3 registran se usan para las tareas proactivas, determinando que tipo de tareas se debe hacer
- las Columnas H4, H5 o S4 sirve para registrar las respuestas de las acciones "a falta de"
-

Estas son las herramientas teóricas de RCM; para el caso de Anglo American este Plan Matriz de RCM no se trabaja con estas herramientas de forma literal, solo muestran los

cimientos en que se basa los talleres de revisión RCM de la empresa. En vez de una hoja de información como documento escrito, el contenido de falla funcional y modo de falla es registrado directamente en el software Rylson 8; los efectos y consecuencia de falla sirven como guía en la discusión del tipo de estrategia que se debe escoger. El diagrama de decisión es reemplazado con la creación del diagrama lógico de la organización, el cual se detalla en el siguiente capítulo, nuevamente el diagrama de decisión sirve de guía para los grupos de revisión RCM, por el uso de Rhyllson 8 como herramienta de registro de toda información sobre el tipo de estrategia de mantenimiento seleccionada y las tareas formuladas para atacar el modo de falla asociado.

Capítulo 4: Metodología de trabajo

4.1. Modelo de Operación de la organización:

Para cambiar la forma en que llevó cada Planta sus propios planes de mantención e implementar un único Plan Matriz de mantenimiento en Los Bronces, se debe empezar una nueva forma de planificar para llevar a cabo sus actividades de mantenimiento y que sea afín con este nuevo Plan de mantenimiento. Es así como hace un par de años Anglo American empieza la puesta en marcha de un nuevo modelo de gestión de activos llamado Anglo American Operating Model (AOM traducido es Modelo Operativo de Anglo American), el objetivo es mejorar los procesos productivos de la compañía, a través de la planificación y programación de los trabajos a realizar, es uno de los objetivos principales del Modelo de Operación, metodología de trabajo que comenzó su implementación en 2015 en la Gerencia de Plantas y, un año más tarde, en las Gerencias Mina y Planificación Mina.

El Esquema general del modelo AOM se puede visualizar en la siguiente figura:

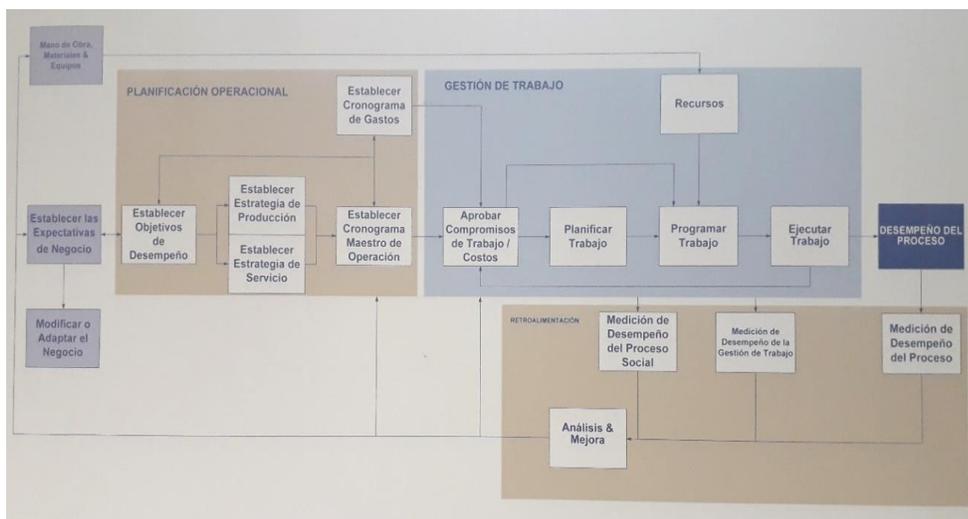


Fig. 23: esquema modelo AOM (documento interno Anglo American)

En el marco de esta nueva forma de trabajar, el módulo Gestión del Trabajo tiene un rol clave, que a través de cinco procesos los cuales son: Aprobación, Planificación, Programación, Asignación de Recursos y Ejecución, estos procesos tienen como objetivo permitir alcanzar las metas de la operación.

El proceso de Aprobación resulta fundamental para ordenar tareas y evitar trabajos urgentes, y sumada a los otros cuatro, permitirá mejorar la productividad, seguridad, eficiencia de costos como también el clima laboral de la organización. El proceso de Aprobación tiene como propósito decidir qué trabajo se va a realizar, porque cuando se genera un requerimiento de trabajo no significa que se tenga que hacer de inmediato, sino que hay requisitos para aprobar este requerimiento, se debe evaluar en qué momento se hace, con el objetivo de evitar trabajos urgentes

Cuando se genera una solicitud de trabajo (llamado work request), es el jefe de área correspondiente quien debe decidir qué trabajos se aprueban para continuar con la planificación y la programación, y cuáles corresponden a una urgencia. Los requisitos para aprobar un trabajo son:

- La tarea requerida debe ser necesaria y apuntar a mejorar la seguridad, el medio ambiente, la producción y/o disminuir los costos.
- El trabajo que se está solicitando debe ser el adecuado, es decir, que lo requerido apunte a resolver el modo de falla.
- Debe tener financiamiento.

Luego de entender cómo se lleva a cabo las solicitudes de trabajo y antes de comenzar a analizar los requerimientos de mantenimiento de los activos físicos de la

empresa, es necesario saber de qué activos se trata y decidir cuáles de ellos serán sometidos al proceso de revisión de RCM.

4.2. Modelo de trabajo:

Como se explicó al principio de este capítulo dentro de la metodología de trabajo para el Plan Matriz es necesario establecer un modelo de trabajo, que pueda proporcionar el orden lógico de los pasos a seguir, con el objetivo de identificar y detallar todos los equipos (activos físicos) que se van a incluir en el nuevo Plan Matriz de RCM, el paso previo a cargo de los grupos de revisión es el detalle del contexto operacional y aquella información que sea relevante. Los siguientes pasos por seguir son:

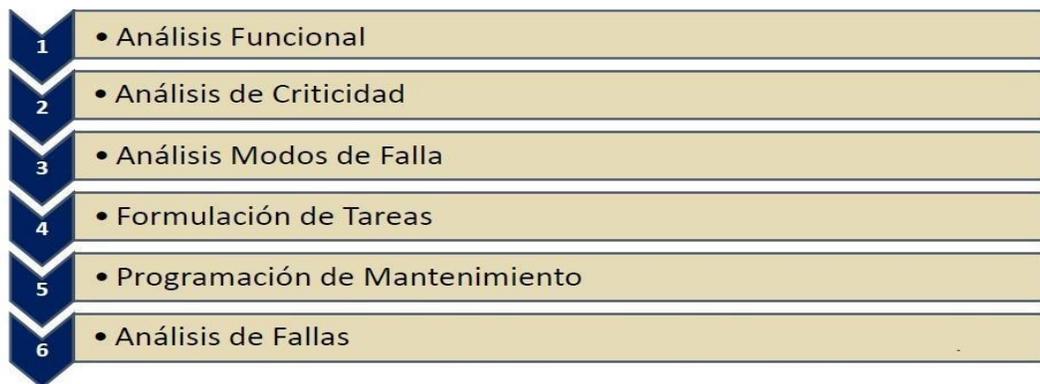


Fig. 24: Metodología de trabajo (creación propia)

4.2.1. Análisis Funcional.

Se debe especificar la actividad principal que realiza el activo físico dentro del lugar donde opera. Cada activo tiene una función principal a desempeñar, a pesar de que los componentes y subsistemas pueden desempeñar múltiples funciones. para definir los objetivos del mantenimiento según los requerimientos de los usuarios se debe obtener un claro entendimiento de las funciones de cada activo físico junto con los parámetros de funcionamiento asociados, "*La definición de una función consiste en un verbo, un objeto y el estándar de funcionamiento deseado por el usuario*" (John Moubroy, libro RCM 2)

Se requiere en primer lugar definir la función del activo y sus requerimientos de desempeño. inmediatamente se procede por describir qué se entiende por falla funcional de un activo. De esta forma cualquier persona que lea la descripción de una función de un activo, no tendrá duda de que es exactamente lo que se espera de él y así identificar claramente cuando no está cumpliendo su objetivo de forma satisfactoria.

Requerimientos de Desempeño:

Luego de determinar la función especificado por los mantenedores, se debe definir los parámetros en los que el equipo se debe desempeñar normalmente dentro de la operación

Un activo puede mostrar uno o más estándares de funcionamiento que puede ser de la siguiente forma:

Estándares de funcionamiento múltiple: las descripciones de las funciones incorporan más de un estándar de funcionamiento.

Estándares de funcionamiento cuantitativo: se describe precisamente cuál es el desempeño que se quiere.

Estándares de funcionamiento cualitativos: A veces no se puede especificar parámetros de funcionamiento cuantitativos. Entonces se recae en los cualitativos. Escasamente se considera

Estándares de funcionamiento variables: Las expectativas de funcionamiento varían entre dos extremos o límites. De este último se puede definir estos extremos como límites superiores o inferiores, que son definidos en sistemas de capacidad variable y que no pueden llegar a funcionar exactamente según el mismo estándar cada vez que operan. Se aplica a especificaciones funcionales tales como precisión de instrumentos indicadores, configuración de un sistema de control y dispositivos de protección. Este paso refleja la primeras 2 preguntas de RCM

4.2.2. Análisis de Criticidad

" La organización confía en su proceso productivo y sus activos para realizar las funciones requeridas, en los niveles esperados. Sin embargo, como se cita en la norma SAE JA102: Cualquier sistema organizado expuesto al mundo real, se deteriorara, a la desorganización total también conocida como Caos o Entropía, a menos que se tomen las medidas necesarias para lidiar con el proceso que esté causando este deterioro" [6]

El análisis de criticidad es una metodología que permite categorizar sistemas, equipos y componentes para establecer la jerarquía o prioridades de estos activos físicos, creando una estructura que facilita la toma de decisiones eficaces y efectivas, direccionando el esfuerzo y los recursos en áreas donde sea más importante y necesario para mejorar la confiabilidad operacional, basado en la realidad actual.

Los resultados del proceso de revisión de criticidad se utilizan para:

- Priorizar las revisiones tácticas de activos dentro del plan matriz
- Desarrollar tácticas de activos, basadas en el entorno comercial y riesgos críticos en su contexto operacional
- Ayuda en la determinación y optimización de requerimiento de repuestos.
- Priorizar equipos para enfocarse en la mejora continua
- Definir programas de monitoreo en base a condición, el cual proporciona información complementaria a las estrategias de mantenimiento
- Apoyar la planificación y programación de tareas de mantención

Todo este proceso de evaluación se debe hacer por grupos de trabajo, no se puede realizar de forma individual para poder contar con toda la información necesaria

Como se puede ver en la siguiente figura los pasos para la evaluación de criticidad de equipos son:

- Preparación de la evaluación de criticidad (recopilación de información)
- Evaluación criticidad de sistemas
- Evaluación de criticidad de equipos y componentes

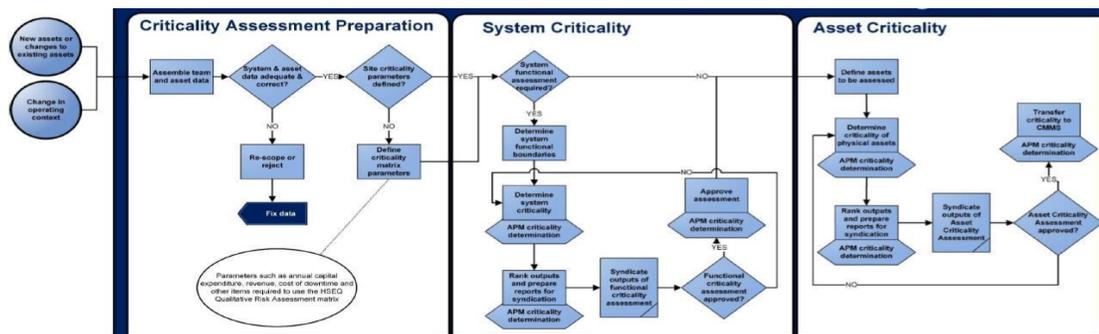


Fig. 25: Procedimiento general evaluación de criticidad de activos (documento interno anglo 2018)

Los puntajes de criticidad de activos físicos se agrupan en cuatro clases:

- 1.- Bajo: los riesgos están por debajo del límite de aceptación de riesgos y no requiere actividad de administración
- 2.- Medio: los riesgos se encuentran en el límite de aceptación de riesgos y requieren gestión activa.
- 3.- Alto: los riesgos superan el límite de aceptación de riesgos y requieren una gestión proactiva.

4.- Crítico: los riesgos superan el límite de aceptación de riesgos y necesitan atención urgente e inmediata.

Es importante aclarar que estas clases de criticidad de activos no deben usarse por sí sola para elegir un tipo de estrategia de mantenimiento. Esto es determinado también en función de su modo de falla dominante y sus consecuencias de fallas, a partir del uso del diagrama de decisión de RCM o similares.

El proceso usa categorías de consecuencias financieras y no-financieras de ser posible. Esto proporciona una indicación valiosa y objetiva del fundamento aplicado para determinar los puntajes de criticidad. Cuando no se logra un acuerdo para el resultado de criticidad esperado, el proceso de revisión y decisión debe enfocarse en cada una de estas categorías y no en el resultado.

Se calcula un puntaje percentil para la criticidad del activo o componente como el resultado combinado entre la probabilidad del evento y todos los tipos de consecuencias aplicables

$$\text{CRITICIDAD} = \sum (\text{Frecuencia de falla} \times \text{Consecuencia de falla}) = \text{puntaje percentil crítico.}$$

De la ecuación anterior se desprenden las siguientes definiciones

4.2.2.1. Frecuencia de Falla:

La probabilidad es una estimación de la posibilidad de que un equipo o área de proceso experimente el evento de falla identificado. Esto generalmente se define como un lapso de tiempo en el cual una ocurrencia del evento tendría lugar. Este lapso podría ser más largo que el sitio o la vida del activo dado que se usa como una indicación de probabilidad de ocurrencia

Likelihood	Likelihood Description	Frequency	Substance Exposure
A Almost certain	Recurring event during the life-time of an operation/ project	Occurs more than twice a year	Frequent (daily) exposure at > 10 x OEL
B Likely	Event that may occur frequently during the life-time of an operation/project.	Typically occurs once or twice a year	Frequent (daily) exposure at > OEL
C Possible	Event that may occur during the life-time of an operation/project.	Typically occurs in 1 – 10 years	Frequent (daily) exposure at > 50% of OEL Infrequent exposure at > OEL
D Unlikely	Event that is unlikely to occur during the life-time of an operation/project.	Typically occurs in 10 – 100 years	Frequent (daily) exposure at > 10% OEL Infrequent exposure at > 50% of OEL
E Rare	Event that is very unlikely to occur during the life-time of an operation/project.	Greater than 100 year event	Frequent (daily) exposure at < 10% of OEL Infrequent exposure at > 10% of OEL

Fig. 26: tabla de descripción de probabilidad de falla de un activo.

Las categorías son:

- A) casi seguro: el evento no deseado puede ocurrir antes de un año y en más de una oportunidad
- B) probable: ocurre en el orden de una vez por año.
- C) posible: el evento no deseado puede ocurrir dentro de un periodo entre 1 y 10 años
- D) improbable: el evento no deseado puede ocurrir dentro de un periodo mayor a 10 años y menor a 100 años
- E) casi imposible: el evento no deseado puede ocurrir dentro de un periodo mayor a 100 años

4.2.2.2. Consecuencia de la Falla:

Estas dependen del tipo de equipo al cual afecte o donde se produzca la falla. Sin embargo, esa falla puede tener repercusión en varias áreas de la operación. De acuerdo a lo anterior Anglo American generó la siguiente tabla de consecuencias en el negocio, las cuales se pueden ver en la figura adjunta en el anexo...

Las categorías por evaluar son:

Financieras:

Costo de capital: niveles de consecuencia definidos como un porcentaje del capital total de gastos en el sitio, durante un año.

Costo operacional: niveles de consecuencia definidos como un porcentaje del total del costo operacional de todo el sitio, en un año.

Producción: niveles de consecuencia definidos como un porcentaje del volumen total de producción del sitio en un año.

Ingresos: Niveles de consecuencia definidos como un porcentaje. Solo se usa para reflejar el impacto de un evento de falla en la calidad del producto final que causa la reducción del precio de venta.

No – financiera:

Seguridad: consecuencias inmediatas de falla en la seguridad del área y sitio personal. Esto incluye eventos como el tratamiento de primeros auxilios, lesiones y fatalidades

Salud: Consecuencias para la salud del personal del sitio que ocurre después del evento de falla, particularmente a largo plazo. Esto incluye eventos tales como discapacidad auditiva, enfermedades respiratorias, cáncer y problemas de salud a largo plazo.

Ambiental: Consecuencias del evento de falla para el medio ambiente. La herramienta consta de dos columnas para describir las consecuencias ambientales internas y externas por separado. El puntaje más alto es el que debe utilizar.

Comunidad: Impacto del evento de falla en la comunidad local y regional. Esta herramienta posee dos columnas, una para las consecuencias locales y otra para las consecuencias percibidas. El puntaje más alto es el que se utiliza.

Impacto: Incidencia de la falla en el cumplimiento de reglas, leyes, estándares y procedimientos tanto internos como externos a la empresa.

Reputación: impacto de la falla en la reputación del negocio, a nivel local, nacional y global.

La Matriz de riesgos incluye una descripción detallada para las categorías de “probabilidad” y “consecuencia” en niveles. Cada categoría consta de 5 niveles. Si se cuenta con la información financiera (en lo posible) debe ser calculada en base a su puntaje percentil de criticidad, para reflejar las condiciones relevantes del lugar.

Solo las categorías de consecuencia aplicables son evaluadas, las otras se dejan en blanco.

Anglo American en el Plan Matiz implementó el software Rylson8 como la herramienta corporativa global para la conducción en el desarrollo de tácticas de activos. Este software incluye un módulo de evaluación de criticidad de activos con los mismos criterios y categorías descritas anteriormente. Esta herramienta incluye las siguientes secciones:

- Tabla de criticidad de sistemas
- Tabla de criticidad de activos y componentes
- La Matriz de evaluación de riesgos de Anglo American y sus definiciones
- Listas desplegadas para las tablas de evaluación

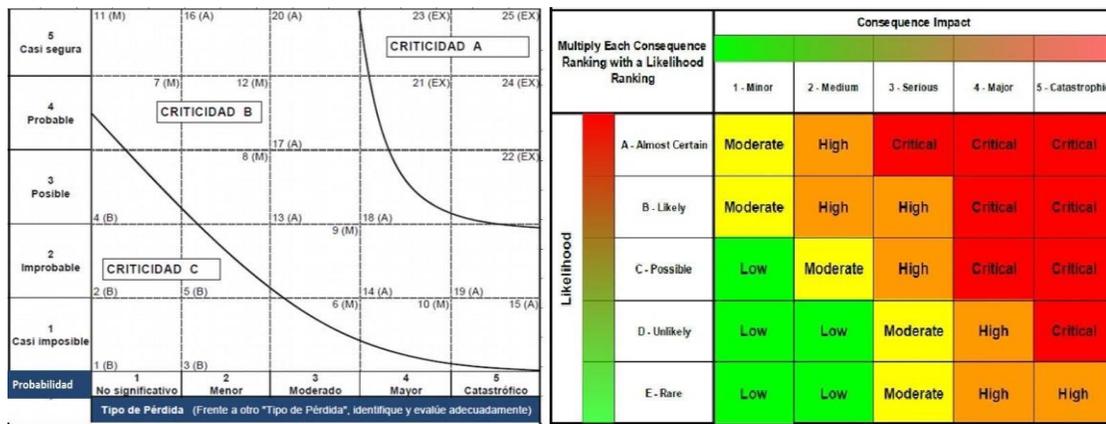


Fig. 27: matriz de determinación de riesgos (documento interno Anglo American)

El grupo de revisión de RCM debe recopilar y organizar toda la información que otorga la hoja de información; el proceso de evaluación de criticidad de activos es donde comienza a jerarquizar los activos para comenzar con el análisis y posterior registro de las consecuencias que tiene un modo de falla dominante, también mediante el AAC se puede extraer la información de las consecuencias financieras y no-financieras bases del equipo en general y de una falla funcional dominante.

4.2.3. Análisis de modo de falla:

Al definir las funciones y estándares de desempeño esperados de cualquier activo físico, ayuda a definir los objetivos de mantenimiento para dicho activo. Estas dos cosas son consideradas por RCM en sus dos primeras preguntas. En el análisis de modo de falla se trata de identificar y jerarquizar todos los componentes de un activo que se vean afectados por una posible modo de falla especificado y factible. En seguida y en caso de ser posible se detalla todas sus consecuencias financieras y no-financieras que no se han detallado en el paso anterior.

En esta parte comienza con encontrar aquellos modos de falla que sean posibles causante de cada falla funcional; encontraremos que el equipo puede fallar de diversas maneras en su cumplimiento de la función esperada. Estas fallas pueden ser agrupadas en dos categorías principales:

- Falla Total: El activo deja de funcionar completamente.

- Falla Parcial: El activo opera, pero no a los niveles esperados. Esta categoría se puede subdividir en, por encima o por debajo de los límites especificados, en caso de ser necesario.

Considerando que pueden ser múltiples los modos de fallas que se pueden ser listados, solamente deben considerarse aquellos que sean lo más probable, con esa premisa es que se puede enfocar nuestro análisis a los modos de falla dominantes, los cuales tienen una mayor repercusión en la producción de Operación Los Bronces. Esto incluye:

- Modos de fallas que ya han ocurrido en el mismo equipo o similares, esto está determinado por las experiencias individuales o a datos históricos.
- Modos de fallas que están contemplados en los planes actuales de mantenimiento preventivo o tareas.
- Modos de fallas que no han ocurrido pero que son considerados posibles debido a recomendaciones del fabricante (OEM).
- Modos de fallas cuyas consecuencias pueden ser muy graves, aunque no hayan ocurrido anteriormente

Cuando se listan los modos de falla se debe tener cuidado de no confundir causas y efectos. Los modos de falla deben estar directamente relacionados a la falla funcional que se está considerando, y no deben ser transpuestos los modos y los efectos de falla. La descripción de los efectos de falla permite decidir:

- Si la falla será evidente
- Si la falla afecta a la seguridad o al medio ambiente y cómo lo hace
- Qué efectos tiene la falla sobre las operaciones

Hasta antes del Plan Matriz en general los funcionarios con altos cargos no se sienten cómodos al estimar el tiempo y esfuerzo involucrado en identificar todos estos modos de falla y que no genera gran aporte en comparación a los recursos involucrados. Es aquí en que el implementar este nuevo Plan de mantención destaca que el mantenimiento es realmente manejar a nivel de modo de falla y no al nivel de equipo o de componente, por lo que su análisis y planificación es fundamental.

4.2.4. Selección de Estrategia de Mantenimiento

El software Rylson 8, ofrece una plataforma especializada para crear Estrategias de Mantenimiento también llamadas Tácticas de Mantenimiento, el cual se usa como una

herramienta opcional al uso de las hojas de información y de decisión para registrar los activos con sus respectivos modos de falla con foco a su Causa Raíz.

El programa clasifica las tareas de mantenimiento en cuatro tipos de estrategias de mantenimiento, que están alineadas también con los estándares de Anglo American, las cuales son:

1. Mantenición Basada en la Condición: Debe permitir detectar el decaimiento del desempeño o los cambios en la condición a medir.
2. Mantenimiento a Tiempo Fijo: Se considera a todos los activos con una tasa de falla tipo bañera, en el cual existe un punto en el cual el desempeño del activo muestra un rápido aumento en la tasa de falla, que puede ser definido como la vida útil del activo, se debe asignar tareas de mantenimiento con frecuencia menor a esta "vida útil" de forma periódica.
3. Operar Hasta Fallar: Cuando ninguna de las otras estrategias aplica y la consecuencia de la falla es tolerable.
4. Falla Oculta: Normalmente utilizado para equipos de seguridad o protección, donde la única forma de notar su funcionamiento es activando el equipo a propósito.

En el caso que una de estas estrategias de mantenimiento no sea la adecuada para atacar el modo de falla se debe recurrir al rediseño del activo físico, pero solo se justifica si reduce el costo, mejora el desempeño o eliminará/reducirá los efectos de la falla.

Como síntesis de la información antes entregada, se adjunta el siguiente diagrama lógico para los modos de falla como se puede ver en la figura 30.

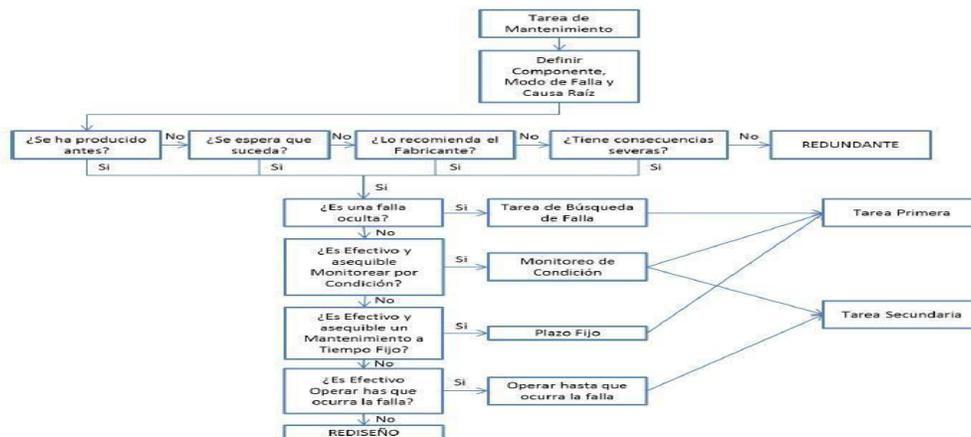


Fig. 28: Diagrama lógico selección de estrategia de mantenimiento (creación propia)

Este diagrama lógico se basa en el diagrama de decisión de RCM como se mencionó en el capítulo anterior. Sin embargo, el esquema de Anglo American para el Plan Matriz de

RCM se considera el rediseño como una opción de mejora y no como una estrategia de mantenimiento en sí.

Por lo tanto, para cada tarea a realizar se debe definir el componente a mantener, con su modo de falla y causa raíz, donde luego de seguir el diagrama se determinará la estrategia con el que se afronta el mantenimiento del componente.

4.2.5. Formulación de tareas:

Una vez definidas para cada equipo, sistema y/o componente la estrategia adecuada para prevenir los modos de falla, se deben desarrollar las tareas respectivas que permitan llevar a cabo el mantenimiento de manera adecuada. Para eso se debe hacer lo siguiente:

1. Definición de Tarea: ¿Qué hacer? ¿Cómo hacerlo? ¿Quién lo debe hacer?
2. Instrucciones de Trabajo: Dar claramente las instrucciones que se deben realizar para cada tarea.

Las tareas de mantenimiento, dependiendo de la estrategia a utilizar pueden dividirse en dos:

Tarea Principal: Tareas realizadas para detectar, predecir o prevenir fallas como parte de su estrategia de mantenimiento, y se deben agregar con una frecuencia fija.

Tarea Secundaria: Tareas correctivas que se identifican por monitoreo de condición o si se trabaja con el componente hasta su falla, no tienen una frecuencia fija ya que suceden a lo largo de la vida útil presupuestada

Las tareas primarias son las que se deben llevar a cabo inicialmente como estrategia de mantenimiento, si algún activo no cumple su función de forma satisfactoria para el usuario o no cumple con los estándares de desempeño registrados por las tareas primarias, se procede por llevar a cabo las tareas secundarias.

4.2.6. Programación de Mantenimiento:

Los programas de mantenimiento son la unión de tareas o actividades de mantenimiento en un conjunto de tareas también llamado paquetes de trabajos; para crear uno se requiere:

- 1.- Identificar las restricciones: Se debe identificar los ciclos de funcionamiento y ventanas de oportunidad

- 2.- Clasificar y evaluar las tareas: Organizar las tareas por tipo de operación (mecánico, eléctrico, instrumentista, etc.) y requisito de funcionamiento del equipo (quiere decir que si es necesario que el equipo esté detenido o en funcionamiento para llevar a cabo la tarea)
- 3.- Agrupación de tareas: De ser posible organizar las tareas que pueden combinarse y realizar simultáneamente, ya sea, porque están relacionados con el mismo subconjunto y en el mismo lugar
- 4.- Establecer frecuencias de tareas: Debido a la criticidad de la mantención del equipo y por las tareas antes creadas, se debe definir la frecuencia con que se debe intervenir el equipo aludido.

4.2.7. Análisis de fallas:

La etapa de análisis de fallas tiene por objetivo identificar las principales causas que deben ser controladas con el fin de tener en la mira las fallas más recurrentes o que han provocado una mayor pérdida en la producción. Si bien este paso no debería estar incluido en esta fase del proceso, ya que se aplica cuando ya lleva un tiempo de vigencia el Plan Matriz de RCM y han ocurrido fallas para contar con datos para analizar, excede el alcance de esta memoria al ubicarse en un periodo posterior al de implementación de un Plan Matriz. Sin embargo, se considera para tener una noción de cómo se hace este análisis de fallas y así poder entender cómo se puede encontrar oportunidades de mejora a los planes de mantenimiento escogidos, el cual puede servir de ayuda para tener una noción de cómo medir el grado de eficiencia de estas estrategias de mantenimiento. Existen numerosas metodologías y herramientas las cuales pueden ser usadas para identificar las causas, algunas de ellas son:

- Diagrama Jack Knife
- Método de los cinco Por qué
- Diagrama lógico de Falla o Árbol de Falla

Se define brevemente cada una de estas herramientas que se utiliza según la falla y su modo de falla dominante. Pero antes también se debe definir los indicadores de desempeño con los que se apoyan estas herramientas.

Diagrama Jack Knife:

Es una herramienta de análisis, su fin es determinar las prioridades de las actividades de mantenimiento. Es un gráfico de dispersión, donde los puntos se basa en dos ejes;

duración de la detención del evento de falla (eje y), número de detenciones ocurridas del mismo evento de falla en un periodo determinado (eje x).

$$\text{Jack Knife} = \text{número de detenciones} \times \text{MTTR}$$

El gráfico está en escala logarítmica en ambos ejes (X,Y) distribuidos en 4 cuadrantes, se debe considerar que la línea que se dibuja en paralelo al eje X está asociado con la mantenibilidad; de forma similar la línea paralela al eje Y está asociado a la confiabilidad. Esta línea se obtiene mediante las siguientes ecuaciones:

$$D = \text{Tiempo de Detenciones} = \sum \text{Tiempo de detenciones}$$

$$N = \text{Número de Detenciones} = \sum \text{número de veces ocurrido}$$

$$Q = \text{Número de Modos de Falla} = \sum \text{Modos de fallas distintos}$$

Al obtener los valores de N, D y Q se tiene que calcular los siguientes límites:

$$\text{Para el eje X se traza la recta a partir de: } = \frac{D}{N}$$

$$\text{Para el eje Y se traza la recta a partir de: } = \frac{N}{Q}$$

- El primer cuadrante representa las fallas de impacto LEVE y BAJA FRECUENCIA.
- El segundo cuadrante, abarca las fallas de impacto (izquierdo-superior), muestra un impacto GRAVE por el tiempo de detención y POCO FRECUENTE.
- El tercer cuadrante (derecho-inferior) es para las fallas con mayor frecuencia, CRÓNICAS, pero con un periodo de mantenimiento por fallas, LEVE.
- El cuarto cuadrante, combina las fallas CRÓNICAS con las de mayor duración, GRAVES; este último cuadrante el más crítico.

Este diagrama se puede visualizar en la siguiente figura:



Fig. 29: ejemplo de diagrama Jack Knife

Esta manera de graficar la tendencia de los comportamientos de los modos de falla en el tiempo, ayuda a evaluar la eficacia de las acciones tomadas.

Este método se utiliza más que nada cuando ya ha pasado un tiempo determinado de operación, en el análisis posterior a mantenencias mensuales y/o mantenencias mayores

Método de los cinco Por qué:

Se usa principalmente para las fallas con menor tiempo de mantención y/o que implica bajo impacto en la producción; busca encontrar el modo de falla dominante, usando mínimo 5 veces la pregunta ¿Por qué?, lo que permite resolver la causa raíz de una falla

Diagrama Árbol de falla:

Este método se debe usar para la búsqueda de la causa raíz, aunque parece simple es muy efectivo. Empieza con tener distintos niveles de las causas, se debe diferenciar cada nivel mediante distintos colores o formas. La finalidad de realizar éste análisis detallado es poder lograr encontrar fallas ocultas de los sistemas y así generar por lo menos una acción correctiva por cada causa. Un ejemplo de un árbol de falla se muestra en la siguiente figura.

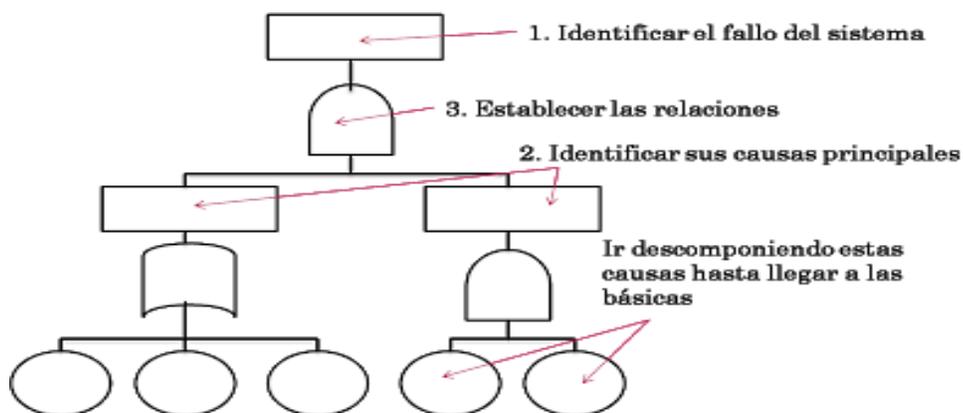


Fig. 30: Diagrama árbol de falla (fuente: Redindustria [7])

4.3. Indicador de desempeño o KPI:

Como su nombre lo dice son indicadores para medir el desempeño de una gestión o acción. A continuación, se detallan los principales indicadores de desempeño que se utilizan en mantenimiento.

Primero se empieza por definir algunos conceptos claves de tiempo, como se muestra en la siguiente imagen:

Tiempo total calendario (T000)										
Tiempo controlable (T100)								Tiempo no controlable (N000)		
Tiempo físicamente disponible (T200)					Tiempo no disponible (D000)					
Tiempo operativo (T300)		Tiempo perdido (L000)								
Operación efectiva / primaria (P200)	Operación no productiva / secundaria (P100)	Demora (L300)	Reserva (L200)	Consecuencia (L100)	Detención operacional programada (D400)	Detención operacional no programada (D300)	Mantenimiento programada (D200)	Mantenimiento no programada (D100)	Evento no controlable (N200)	No programado para producir (N100)

Fig. 31: distribución de tiempo para la determinación de los KPI.(fuente: documento Anglo American[8])

Estos tiempos se encasillan en categorías que ayudan a generar los indicadores de desempeño, detallados en la siguiente imagen:

	Categorías	Nom	Descripción
Tiempo disponible	Operación efectiva / primaria	P200	Tiempo en el cual los equipos están operativos y siendo utilizados para producción .
	Operación no productiva / secundaria	P100	Tiempo en el cual los equipos están operativos y realizando actividades no productivas o secundarias. Nota: Considera las pérdidas operacionales inherentes al proceso.
	Demora	L300	Tiempo que implica un retraso en la producción.
	Reserva	L200	Tiempo asignado a equipos de repuesto . Inmediatamente disponibles para producción.
	Consecuencia	L100	Tiempo de detención del equipo producto de eventos externos a él.
Tiempo no disponible	Detención operacional programada	D400	Tiempo de detención programada causada o requerida por operaciones , que implica que los equipos queden inoperables.
	Detención operacional no programada	D300	Tiempo de detención no programada causada o requerida por operaciones , que implica que los equipos queden inoperables.
	Mantenimiento programada	D200	Tiempo producto de trabajos de mantenimiento incluidos en el plan de mantenimiento semanal confirmado. Nota: Considera las PM's, Inspecciones, Backlogs, Modificaciones y Continuidad de tareas.
	Mantenimiento no programada	D100	Tiempo producto de trabajos de mantenimiento no incluidos en el plan de mantenimiento semanal confirmado.
Tiempo no controlable	Evento no controlable	N200	Tiempo atribuible a factores externos y fuera del control de la operación que afecta a toda la operación.
	No programado para producir	N100	Tiempo en el cual el equipo no está programado dentro del plan de producción.

Fig. 32: categorías de clasificación para la distribución de tiempo (fuente: documento Anglo American[8])

Finalmente, los indicadores de desempeño que se usa en el análisis de fallas son:

Kpi	Abrev.	Descripción	Fórmula	
Mantenimiento	Relación de mantenimiento	RM	Es el tiempo de mantenimiento programada sobre el total del tiempo empleado para actividades de mantenimiento.	$D200 / (D100 + D200)$
	Tiempo medio entre detenciones	TMED	Es el tiempo promedio operativo del equipo que transcurre entre una detención y la siguiente.	$T300 / \text{Count ID000}$
	Tiempo medio para reparar detenciones	TMPR	Es el tiempo promedio de detención del equipo empleado para reparar eventos que provocan la detención.	$D000 / \text{Count ID000}$
	Disponibilidad física	DF	Porcentaje del tiempo controlable en que el equipo está en condiciones físicas para estar operativo.	$T200 / T100$
Operación	Eficiencia	EF	Porcentaje del tiempo operativo en que el equipo opera de forma efectiva / primaria.	$P200 / T300$
	Utilización efectiva	UE	Porcentaje del tiempo total calendario en que el equipo opera de forma efectiva / primaria.	$P200 / T000$

Fig. 33: Principales indicadores de desempeño que se usan en el análisis de fallas (fuente: documento Anglo American[8])

4.4. Programas de Apoyo:

Para el trabajo en equipo para el área de mantenimiento y planificación, existe el programa ERP Ellipse, además actualmente se encuentra en periodo de implementación el programa SAP como nuevo sistema ERP y para la gestión de activos en operación el programa SEP (Sistema Eventos Planta). El Plan matriz se basa en la impulsión, coordinación y trabajo en conjunto del aporte de los programas Rylson8 y Ellipse, los cuales son los encargados de plasmar en las actividades de mantenimiento la base teórica del RCM.

Se puede entender el aporte que hace cada programa en el siguiente esquema:

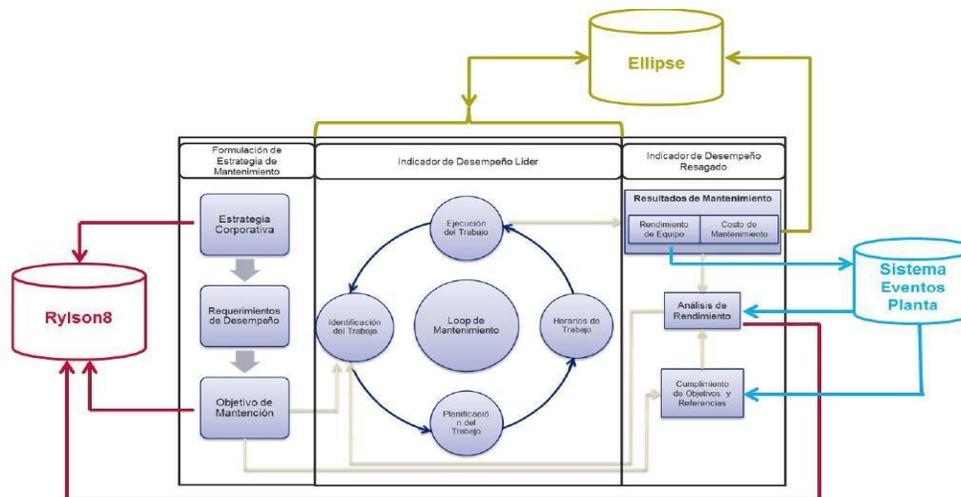


Fig. 34: esquema general de los alcances de los programas de apoyo en el mantenimiento (fuente: creación propia)

4.4.1. Software ERP Ellipse:

Ellipse es una solución para la planificación de recursos empresariales (sistema ERP) completamente integrada. Provee visibilidad completa y gestión de activos de toda la organización. Mejora el desempeño de los activos en todas las áreas de la actividad principal, no solo se preocupa de la gestión de activos, incluye también la gestión de trabajo, recursos humanos, gestión financiera y cadena de abastecimiento y logística. Ellipse ofrece:

- Análisis de historial y costos de equipos.
- Integración de herramientas para el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) y monitoreo de condiciones.
- Programación de recursos y mantenimiento planificado

4.4.2. Software Rylson 8:

Rylson8 es una aplicación integrada, la cual reúne las metodologías probadas para asistir a la compañía en la maximización de la rentabilidad y vida útil de sus activos al plasmar la estrategia de mantenimiento de la compañía. Este programa está diseñado para:

Planificación del ciclo de vida de los activos (jerarquías, criticidad, estrategias, modos de falla y repuestos)

Costos de administración (Opex, Capex y Servicios de Optimización).

Estimar el costo del ciclo de vida (LCC) asociado con un activo

Evaluar los intervalos de reemplazo económico para sus activos

Sistemas y procesos de negocio: mejora de la documentación y planificación de la reportabilidad. En el caso del Plan Matriz de RCM este software se va a emplear en:

- Evaluar la criticidad de las plantas y equipos.
- Desarrollar estrategias de mantenimiento enfocadas en la confiabilidad.
- Optimizar las estrategias de mantenimiento.
- Comprender la capacidad inherente de sus activos
- Creación de los documentos para las tareas de mantenimiento

Cabe destacar que el software tiene capacidades y herramientas de cálculo de costos, pero como fue especificado en los alcances de ésta memoria, no se van a utilizar esas funciones, tomando como foco su uso solo para la creación de estrategias de mantenimiento en conjunto con sus paquetes de trabajo, además no se cuenta con el detalle los valores reales

de los equipos de la planta, ni acceso a los costos de Horas Hombres, como también sus costos adicionales asociados. Solo se podrán hacer estimaciones

4.4.3. Software SEP

El software SEP solo cabe destacar para esta memoria que su finalidad es obtener un registro de las detenciones de los equipos para así obtener los diferentes indicadores de mantenimiento, que son necesarios para poder mejorar la forma en que se mantiene actualmente. No se ahonda en detalle sobre este software ya que, si bien está ligado a los otros dos softwares y a los indicadores de desempeño de un equipo, su aplicación está asociado al uso de KPI es independiente a la implementación del Plan Matriz de RCM, ya que no se altera ni grega ningún indicador de desempeño nuevo.

4.4.4. Software SAP

SAP consta de una serie de módulos funcionales que van desde Gestión de Recursos Humanos (SAP HCM) hasta Finanzas (SAP FI), que se pueden relacionar entre ellos. Esto quiere decir que, por ejemplo, una partida destinada a Recursos Humanos será inmediatamente reflejada en la parte financiera. Esta integración eficiente, elimina recuentos innecesarios y alinea los procesos de negocio. Posee las mismas funciones que Ellipse y la razón de cambio de Ellipse por SAP, es más que nada para la globalización unificación de los distintos activos de todas las operaciones de la empresa bajo un mismo sistema ERP, no solo para las Plantas en Chile, sino que a nivel mundial.

La idea del Plan Matriz es unificar y masificar la forma de asignar las tareas de mantenimiento, poder llegar a un consenso para las distintas plantas, en la manera de identificar las fallas de un componente o equipo, seleccionar una estrategia de mantenimiento y llevar a cabo la acción de mantenimiento de manera transversal para toda Operación Los Bronces y no que cada planta lleve su idea propia de aplicar mantención, estas estrategias son canalizadas a través del Rylson8 el cual finalmente no solo registra la estructura medular de las estrategias de mantenimiento del plan matriz, sino que ordena estas actividades en base a la filosofía RCM; el cual se refleja en la organización y generación de nuevas pautas de mantenimiento que, luego de ser aprobadas en un posterior proceso por el área de Planificación y Confiabilidad, se deben exportar hacia la base de datos de Ellipse y

finalmente hacia SAP donde estarán disponibles para su uso. también se facilita el respaldo de la documentación necesaria ante futuras auditorías que se pueda someter la organización

Capítulo 5: Desarrollo

En esta parte se trabaja a partir de la metodología descrita anteriormente. Las elecciones de los activos físicos para analizar más detenidamente se deben escoger a partir de la evaluación de criticidad de activos, los criterios y procedimiento para llevar a cabo esta etapa son descritos en el capítulo 4.

Antes de aplicar la evaluación de criticidad de activos hay que tener una noción de cuantos activos se considera en cada Planta y su contexto operacional, en una empresa como Anglo American este número se eleva a más de un centenar de equipos, en las reuniones de los grupos de revisión y por medio de Rylson 8 se pudo plasmar en la primera etapa los activos físicos, su función principal, como también sus modos de falla y efectos de falla se registran en planillas inspiradas en la hoja de información de RCM

5.1. Activos físicos del Plan matriz:

La cantidad de equipos que se van a someter a la evaluación de criticidad de activos son:

- Para área de Chancado se tiene un total de 187 activos.
- Para Planta Los Bronces se tiene un total de 430 activos físicos.
- Para Planta Confluencia se tiene un total de 567 activos físicos.

A partir de la evaluación de criticidad de activos (AAC), al utilizar los criterios de evaluación descritos en el capítulo anterior los resultados obtenidos son:

Planta o área	Criticidad	equipos [uni]	equipos [%]
Chancado	alta (crit A)	14	7,49
	media (crit B)	121	64,71
	baja (crit C)	51	27,28
	subtotal 1	187	100
Los Bronces	alta (crit A)	23	5,35
	media (crit B)	287	66,74
	baja (crit C)	120	27,91
	subtotal 2	430	100
Confluencia	alta (crit A)	26	4,59
	media (crit B)	287	50,61
	baja (crit C)	254	44,8
	subtotal 3	567	100
Operación Los Bronces	alta (crit A)	63	5,32
	media (crit B)	695	58,7
	baja (crit C)	425	35,98
	total	1184	100

Tabla 4: Resumen de criticidad de equipos por planta (fuente: creación propia)

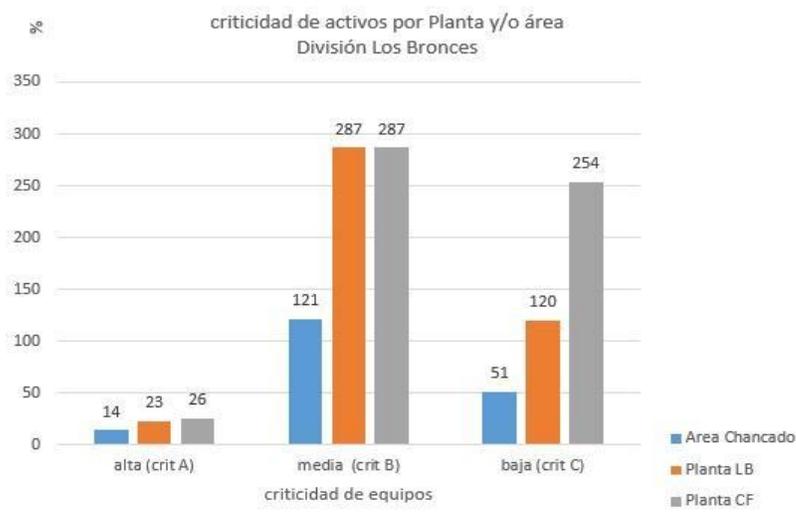


Gráfico 2: gráfica de distribución de activos físicos según su criticidad en cada Planta (fuente: creación propia)

Al aplicar la regla de Pareto para saber cuáles son los equipos que se deben seleccionar para ser incluidos en el Plan Matriz, el 20 % de equipos más críticos y por ende que representan el 80 % de las fallas con mayor impacto directo en la producción, medio ambiente y/o seguridad, corresponden a 165 [uni], lo que corresponde a todos los equipos de criticidad alta y algunos de criticidad media. Sin embargo, en reuniones entre el área de Planificación y Confiabilidad de la organización, junto a los jefes directos de las distintas áreas de mantenimiento se opta por incluir un porcentaje adicional de equipos de mediana criticidad y unos pocos de criticidad baja de cada Planta de Molienda. El objetivo de esta

decisión es que después de implementar el Plan Matriz se tenga un universo más amplio de activos físicos a los cuales se aplica las nuevas estrategias y pautas de mantenimiento, con tal de evaluar de mejor manera el éxito de este nuevo Plan de Mantenimiento. La siguiente figura muestra el gráfico según la regla de Pareto para los activos físicos de División Los Bronces:



Grafico 3: Gráfico para los activos segun criticidad de Mina Los Bronces al aplicar Pareto.(fuente: creación propia)

Acá se puede ver claramente la relevancia de la evaluación de criticidad de activos, si bien los equipos de mediana criticidad son los que abarcan la mayor cantidad de unidades, a primera vista se podría suponer que es el grupo al que el Plan Matriz debe dar mayor atención. Pero al aceptar esto, se cae en un error ya que muestra que no es la cantidad de equipos lo que debe enfocarse el Plan Matriz, independiente del número, si no se está debidamente preparado, las fallas en unos pocos equipos pueden desencadenar la mayoría de las peores consecuencias para una empresa.

5.2.1. Área de chancado:

Al someter los 187 activos al proceso de AAC se obtiene un total de 14 equipos críticos, los equipos críticos son:

codigo equipo	descripcion	criticidad
CHG12	CHANCADOR PRIMARIO METSO 2	A
ASC07	ASCENSOR MONTACARGAS CHANCADOR METSO 2	A
CORM1	ALIMENTADOR CORREA CM-1	A
CORM1A	ALIMENTADOR CORREA CM-1A METSO	A
CORM2	ALIMENTADOR CORREA CM-2	A
CORM2A	ALIMENTADOR CORREA CM-2A METSO	A
CORM3	ALIMENTADOR CORREA CM-3 DE CHANCADORES	A
CRG001	CHANCADOR PRIMARIO METSO 1	A
CVB003	CORREA TRASPASO A CORREA "OVERLAND"	A
CVB004	CORREA OVERLAND TRANSP. MINERAL GRUESO	A
EE001C	SALA ELECTRICA METSO 1 NIVEL -1	A
EE002C	SALA ELECTRICA METSO 1 NIVEL -2	A
SLC02	SIST.LUBRICACION CHANCADOR METSO 2	A
SLC03	SIST.LUBRICACION CHANCADOR METSO 1	A

Tabla 5: listado equipos críticos área chancado. (fuente: creación propia)

En cuanto a equipos semi críticos se obtiene un total de 121 equipos, algunos de ellos se muestran en la siguiente tabla:

codigo equipo	descripcion	criticidad
CRB001	MARTILLO ROMPEDOR ROCAS METSO 1	B
CRB002	MARTILLO ROMPEDOR ROCAS METSO 2	B
CNB004	PUNTE GRUA CHANCADOR PRIMARIO 1	B
CNB005	PUNTE GRUA SERVICIO CORREA OVERLAND	B
CBAT6	CARGADOR DE BATERIA S/E CORREA CVB004	B
CVB00301	PESOMETRO CHANCADOR PRIMARIO	B
CVB003AF1	VARIADOR FRECUENCIA CORREA CVB003	B
CVB00401	PESOMETRO CHANCADOR PRIMARIO	B
CVB004AF1	VARIADOR FRECUENCIA N°1 CORREA CVB004	B
DCP009	SISTEMA SUPRESION POLVO 3 CHANC. PRIM.	B
DTMCHP1CM2A	DETECTOR DE METALES CHP1	B
DTMCHP2CM2A	DETECTOR DE METALES CHP2	B
ER001C	SALA ELECTRICA 2310 CORREA OVERLAND	B
LCRB001	SIST. LUB. MARTILLO ROMPE ROCAS METSO 1	B
LIC10	CONVER.FREC. CORREA CM-1 SIEMENS	B
LIC11	CONVER. FREC. CORREA CM-2 SIEMENS	B
LIC12	CONVERSOR FRECUENCIA CORM1A	B
LIC13	CONVERSOR FRECUENCIA CORM2A	B
MC 01	MONORIEL CONDRA. CORREA 2	B
MCL001B	CENTRO CONTROL MOTORES B.T.	B
MOT800CHP1	SISTEMA MOTRIZ CHANC. PRIMARIO METSO 1	B
MOT800CHP2	SISTEMA MOTRIZ CHANC. PRIMARIO METSO 2	B
MOTCM3	SISTEMA MOTRIZ CORREA CM3	B
MP&H 01	MONORRIEL P&H 01 2TON.	B
MP&H 02	MONORRIEL P&H. PORTON 38	B
TKS-AD1-1	ESTANQUE AIRE DETONADOR TOLVA #1	B
TKS-AD1-2	ESTANQUE AIRE DETONADOR TOLVA #2	B
TKS-AD2-10	ESTANQUE AIRE DETONADOR D10	B
TKS-AD2-4	ESTANQUE AIRE DETONADOR D4	B
UCA01	UNIDAD COMPACTA DE AIRE # 1 METSO 1	B
XFP001A	TRANSFORMADOR DISTRIBUCION PODER	B
XFP002A	TRANSFORMADOR DISTRIBUCION PODER	B

Tabla 6: tabla con los principales equipos semi críticos, área de Chancado primario (fuente: creación propia)

5.2.2. Planta Los Bronces:

En esta planta de Molienda se contabiliza más de 430 activos físicos. Al someter los activos al AAC para Planta Los Bronces se obtiene 23 equipos críticos, los cuales se describen en la siguiente tabla:

codigo equipo	descripcion	criticidad
MSA01	MOLINO SAG 1 28 x 14	A
MSA02	MOLINO SAG 2 34 x 17	A
MBO01	MOLINO DE BOLAS N-1	A
MBO02	MOLINO DE BOLAS N-2	A
MBO03	MOLINO DE BOLAS N-3 24,5' X 35'	A
LSA01	SISTEMA LUBRICACION MOLINO SAG 1	A
LSA02	SISTEMA LUBRICACION MOLINO SAG 2	A
LBO01	SISTEMA LUBRICACION MOLINO BOLAS 1	A
LBO02	SISTEMA LUBRICACION MOLINO BOLAS 2	A
LBO03	SISTEMA LUBRICACION MOLINO BOLAS 3	A
COR11	CORREA TRANSPORTADORA 1-1 LINEA 1	A
COR12	CORREA TRANSPORTADORA 1-2 LINEA 2	A
COR21	CORREA TRANSPORTADORA 2-1 LINEA 1	A
COR22	CORREA TRANSPORTADORA 2-2 LINEA 2	A
COR31	CORREA TRANSPORTADORA 3-1 LINEA 1	A
COR32	CORREA TRANSPORTADORA 3-2 LINEA 2	A
COR40	CORREA TRANSP. 4 TOLVA PEBBLES	A
COR50	CORREA TRANSP. 5 TOLVA PEBBLES	A
COR60	CORREA TRANSPORTADORA 6 PEBBLES A BOLAS	A
COR70	CORREA TRANSP. 7 PEBBLES A BOLAS	A
COR90	CORREA TRANSP. 9 PEBBLES A BOLAS	A
EPA11	ESPESADOR 300 FT LOS BRONCES N- 1	A
EPA12	ESPESADOR 150 FT LOS BRONCES N- 2	A

Tabla 7: Equipos Críticos A (o criticidad alta), Planta Los Bronces (fuente: creación propia)

En tanto los equipos de mediana criticidad o criticidad B alcanzan los 287 activos, en la siguiente imagen se pueden visualizar algunos de ellos:

codigo equipo	descripcion	criticidad
8SCD	SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO L BRONCES	B
AITB3	PHmetro Ciclones Bolas 3	B
B1C01	HIDROCICLON N° 1 BOLAS N° 1	B
B2C03	HIDROCICLON N°3 BOLAS N° 2	B
BCMB3	BATERIA HIDROCICLONES MOLINO DE BOLAS 3	B
CHS11	CHANCADOR SYMONS # 1. PEBBLES	B
CHS12	CHANCADOR SYMONS # 2. PEBBLES	B
CIC01	CICLON. PLANTA DE CAL	B
COR3A	CORREA ALIMENTADOR 1 / LINEA 1	B
CPC01	COLECTOR POLVO Y RECUPERADOR CAL #1	B
DIT01	DENSIMETROS LINEA MOLIENDA 1 BOLAS 1	B
EMB01	EMBRAGUE MOLINO BOLAS N~ 1	B
EMB02	EMBRAGUE MOLINO BOLAS N~ 2	B
EMB3A	EMBRAGUE LADO A MOLINO BOLAS 3	B
EMB3B	EMBRAGUE LADO B MOLINO BOLAS 3	B
MCA01	MOLINO DE CAL	B
MOT3500SA	MOTOR 3500 HP LADO A MOLINO SAG 1	B
MOT3500SB	MOTOR 3500 HP LADO B MOLINO SAG 1	B
MOT6500B1	MOTOR 6500 HP MOLINO BOLAS 1	B
MOT6500B2	MOTOR 6500 HP MOLINO BOLAS 2	B
MOT6500SA	MOTOR 6500 HP LADO A MOLINO SAG 2	B
MOT6500SB	MOTOR 6500 HP LADO B MOLINO SAG 2	B
MOTMB3A	MOTOR 7250 HP MOLINO DE BOLAS 3 LADO A	B
MOTMB3B	MOTOR 7250 HP MOLINO DE BOLAS 3 LADO B	B
sep-01	SUB ESTACION ELECTRICA SAG 1	B
sep-02	SUB ESTACION ELECTRICA SAG 2	B
WIC04	CONVERSORES DE FRECUENCIAS PTA. DE CAL	B
YCA02	COLECTORES DE POLVO PLANTA DE CAL	B
WTA01	PESOMETROS LINEA MOLIENDA 1	B
WTA02	PESOMETROS LINEA MOLIENDA 2	B
YCA02	COLECTORES DE POLVO PLANTA DE CAL	B

Tabla 8: muestra del listado de equipos semi críticos (críticos B), Planta Los Bronces (fuente: creación propia)

5.2.3. Planta Confluencia:

Planta Confluencia se contabiliza alrededor de 567 activos físicos. De estos activos son 26 los catalogados con criticidad alta (críticos A), los que se encuentran detallados en la siguiente tabla:

codigo equipo	descripcion	criticidad
MLS001	MOLINO SAG CONFLUENCIA	A
MLS001CY1	Cicloconvertidor Motor Molino SAG	A
MLS001CY2	Cicloconvertidor Motor Molino SAG	A
MLS001A	Motor Molino SAG	A
MLS00102	SISTEMA LUBRICACION MOLINO SAG	A
MLS001RC	Rectificador Excitatriz Molino SAG	A
MLB001	MOLINO BOLAS 1	A
MLB002	MOLINO BOLAS 2	A
MLB001CY1	Cicloconvertidor Motor Molino Bolas 1	A
MLB002CY1	Cicloconvertidor Motor Molino Bolas 2	A
MLB001A	Motor Molino Bolas 1	A
MLB002A	Motor Molino Bolas 2	A
MLB00102	SISTEMA LUBRICACION MOLINOS BOLAS 1	A
MLB00202	SISTEMA LUBRICACION MOLINO BOLAS 2	A
MLB001RC	Rectificador Excitatriz Molino Bolas 1	A
MLB002RC	Rectificador Excitatriz Molino Bolas 2	A
SCR005	HARNERO N°5 DESCARGA MOLINO SAG	A
SCR006	HARNERO N°6 DESCARGA MOLINO SAG	A
SCR007	HARNERO N°7 DESCARGA MOLINO SAG	A
SCR001	HARNERO N°1 DESCARGA MOLINO SAG	A
SCR011	HARNERO N°11 DESRIPIADOR CONFLUENCIA	A
SCR002	HARNERO N°2 SPARE DESCARGA MOLINO SAG	A
CVB103	CORREA ALIMENTACION A TOLVA PEBBLES	A
CVB007	Correa Alimentacion Molino SAG	A
CVB100	CORREA COLECTORA PEBBLES	A
CVB104	CORREA DESCARGA CH. PEBBLES CVB104	A

Tabla 9: Equipos críticos A para Planta Confluencia (fuente: creación propia)

En tanto los activos de mediana criticidad alcanzan los 287 activos, algunos se detallan en el siguiente cuadro:

codigo equipo	descripcion	criticidad
FET003	ALIMENTADOR 1 BOLAS A MOLINO BOLAS	B
FET001	ALIMENTADOR 1 BOLAS A MOLINO SAG	B
FEB010	ALIMENTADOR 1 MINERAL GRUESO FEB010	B
FET004	ALIMENTADOR 2 BOLAS A MOLINO BOLAS	B
FET002	ALIMENTADOR 2 BOLAS A MOLINO SAG	B
FEB011	ALIMENTADOR 2 MINERAL GRUESO FEB011	B
FEB012	ALIMENTADOR 3 MINERAL GRUESO FEB012	B
ELF001	ASCENSOR EDIFICIO MOLIENDA	B
CSC001	BATERIA CICLONES A MOLINO BOLAS 1	B
PPC102	BOMBA 1 AGUA SERV. SELLO Y SUPR. POLVO	B
PPV001	BOMBA 1 IMPULSION AGUA RECUPERADA	B
STP106	CAJON DESCARGA MOLINOS BOLA 1 Y 2	B
MCL001C	CENTRO CONTROL MOTORES B.T.	B
CRC001	CHANCADOR PEBBLES 1	B
CRC002	CHANCADOR PEBBLES 2	B
STP037	CHUTE DESCARGA BAJO TAMAÑOS MOLINO SAG	B
STP040	CHUTE DESCARGA MOLINO BOLAS 1	B
CVH101	CORREA 1 ALIMEN. A CORREA 4235-CVB-103	B
CVH102	CORREA 2 ALIMEN. A CORREA 4235-CVB-103	B
CVB009	CORREA ALIM. BOLAS A MOLINO BOLAS CVB009	B
CVB008	CORREA DESC. BOLAS A MOLINO BOLAS CVB008	B
MAS001	ELECTROIMAN N°1 CORREA COLECTORA PEBBLES	B
MLS001ER	Sala Electrica Molino SAG	B
ELF001CO1	TABLERO CONTROL ASCENSOR	B
MLB001XF1	TRANSFORMADOR CICLOCONVERSOR 23-2x1,29kV	B
FEB010AF1	Variador frecuencia BT Alimentador 1	B

Tabla 10: ejemplo de algunos equipos de mediana criticidad (crítico B) de Planta Confluencia (fuente: creación propia)

5.3. Equipos analizados

A continuación, se muestra un análisis detallado de la metodología de trabajo, los equipos seleccionados son a partir de los equipos más críticos, entre el área de chancado y las dos Plantas de Molienda son un total de 63 equipos, el criterio de elección de estos activos es aquel equipo que tiene el mayor probabilidad de falla e impacto directo en la producción de su área, Estos son:

5.3.1. Molino SAG Planta Confluencia

5.3.1.1. Descripción del Molino Semi-Autógeno (SAG):

Se ubica inmediatamente después del chute de alimentación y la correa de alimentación CVB007 en el área molienda SAG de Planta Confluencia. Este equipo de gran envergadura se puede tomar como un sistema por sí solo, con otros subsistemas que a veces se clasifican como un equipo, ya que cumplen una función en específico. El molino SAG es el sistema más crítico de una Planta de molienda, ya que representa el mayor porcentaje de producción de la planta y son los primeros en reducción relevante en el diámetro de gránulo del sólido a granel. Una detención del molino implica una detención completa de la planta.

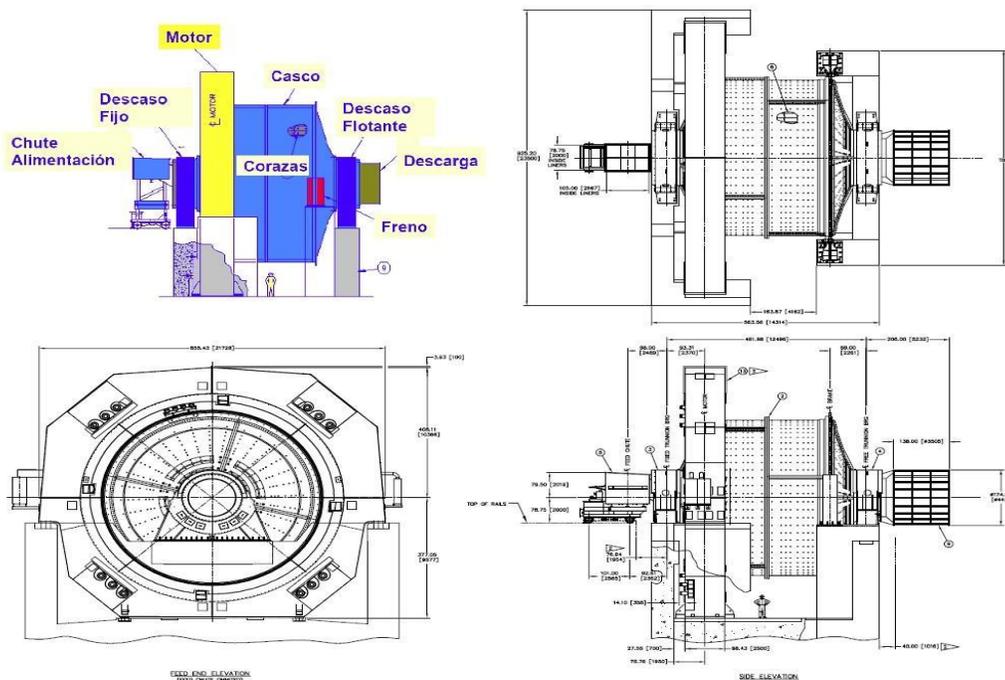


Fig. 35: Esquema general molino SAG, Planta Confluencia

A modo de referencia el molino SAG se puede separar entre varios “subsistemas” de acuerdo a la función principal que puedan cumplir. Aunque existen subsistemas que dependen de otros como por ejemplo los subsistemas de frenado y descansos principales se pueden identificar como sistemas independientes, pero dependen directamente de un subsistema común, el sistema de lubricación. Ergo esta separación es más que nada para poder realizar un mejor análisis del equipo, como se observa en la siguiente imagen:

Equipo y función primaria	NIVEL 1	función primaria	NIVEL 1	función primaria
Molino SAG, disminuir tamaño de partícula del material grueso	Sistema de lubricación	Proporcionar el aceite a los sistemas de freno y descansos principales del molino a una temperatura, presión y caudal específicos	Sistema de frenos	detener el molino cuando el usuario lo requiera
			Descansos principales	sostener el molino con carga con el mínimo de fricción mientras opere

Tabla 11: ejemplo de clasificación de subsistemas en paralelo de acuerdo a su función primaria (fuente: creación propia)

La siguiente tabla detalla las especificaciones del Molino SAG

especificaciones generales	
tipo:	Semi - autógeno
Marca:	Siemens
Potencia Nominal	29500 [HP]
capacidad Nominal:	80000 [ton/día]
torque cte:	7.73 [rpm] a 60% TCS 9.04 [rpm] a 74% TCS
potencia cte:	9.04 [rpm] a 74% TCS 9.78 [rpm] a 80% TCS
Sistema de frenos:	Frenos hidráulico Twiflex
tamaño de los cojinetes de los muñones:	150 [in]
tipo de cojinetes:	Cojinetes de almohadilla hidrostática
tamaño del Molino:	40 X 25.5 [ft x ft]
conjunto impulsor:	Motor de accionamiento
Revestimientos del molino:	metálicos Cromo-Molibdeno
dispositivo de carga:	revestimiento del muñon de carga y canaleta de carga auto impulsada
dispositivo de descarga:	revestimiento del muñon de descarga y conjunto de criba
Medios de molienda:	Bolas de molienda de acero
carga nominal de bolas:	12% del volumen de carga
secciones casco:	6 [uni] de 120 ° cada uno
tapas alimentacion- descarga:	4 secciones de 90° cada uno

Tabla 12: especificaciones técnicas del molino SAG, Planta Confluencia (fuente: creación propia).

En la siguientes dos imágenes se puede ver un esquema general del Shell (o coraza) del molino SAG:

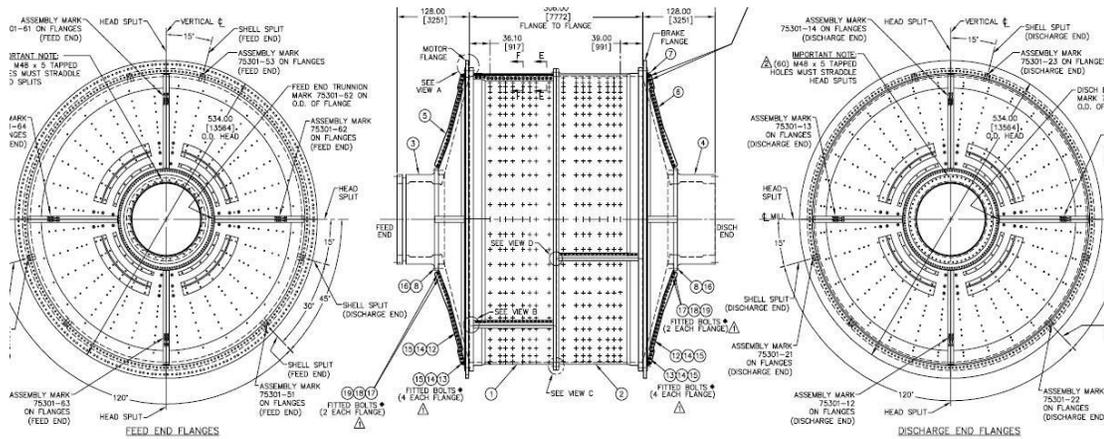


Fig. 36: esquema general del Shell de molino SAG, de izquierda a derecha, alimentación, zona media y descarga (documento interno Anglo American)

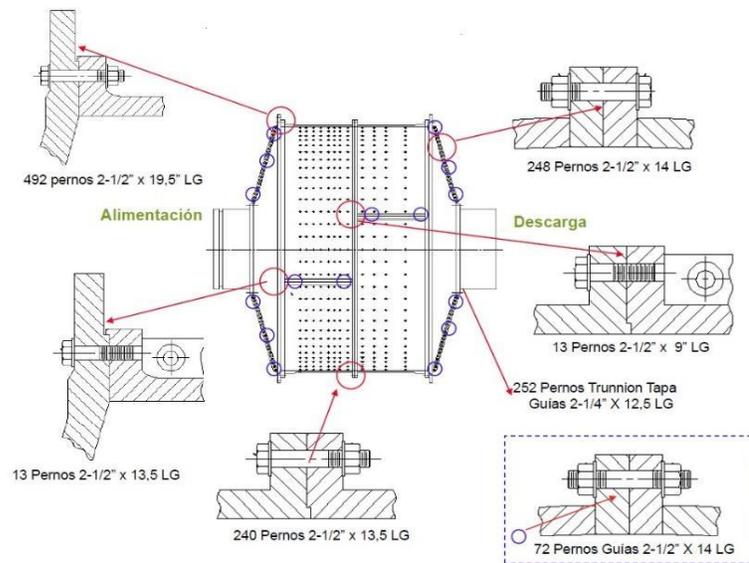


Fig. 37: esquema general de pernos de sujeción de los cascos del Shell molino SAG Planta confluencia (fuente: creación propia) [9]

En la próxima figura se puede ver un esquema general del principio de funcionamiento del motor de accionamiento del Molino SAG, a grandes rasgos la zona donde se encuentra los ductos de enfriamiento es la contiene polos eléctricos que actúan como estator, mientras que en los flange del casco del molino actúan de rotor y así poder funcionar como un gran motor eléctrico:

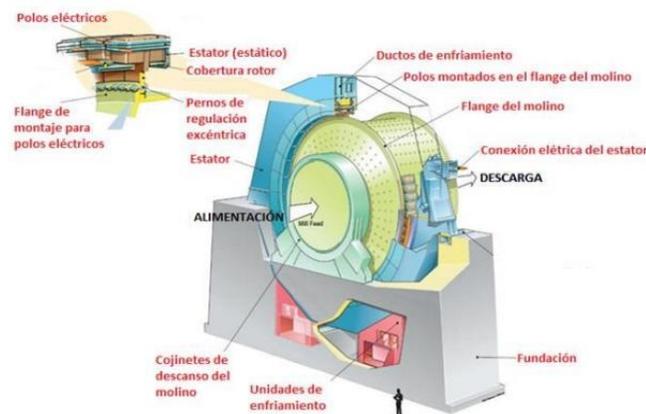


Fig. 38: esquema general de un motor de accionamiento de Molino SAG Planta Confluencia.

Otro subsistema a considerar, es el Sistema de Lubricación centralizado; es el que proporciona la cantidad de aceite necesario para el giro del Molino con poca fricción en sus descansos principales. Además, debe proporcionar el fluido necesario para el Sistema de frenos. Los molinos de Bolas poseen el mismo sistema de frenos con la salvedad de que poseen un par de pastillas de frenos más que el Molino SAG.

En la siguiente imagen se encuentra un esquema general del sistema de lubricación de los Molinos, el cual se subdivide en el Módulo de Baja presión, Depósito de aceite y Módulo de Alta Presión:

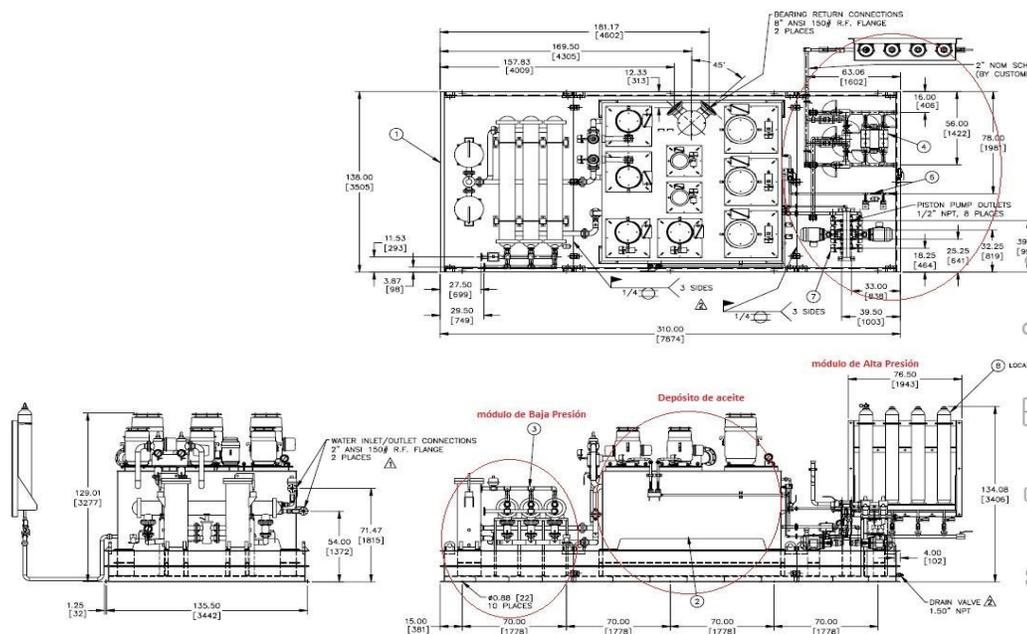


Fig. 39: Plano general Sistema de lubricación, de izquierda a derecha, vista lateral, vista superior y vista frontal, Planta Confluencia (documento interno de Anglo American).

Por último en la siguiente figura se muestra un esquema general de los revestimientos del interior del molino SAG, están delimitado por su ubicación. El lado de descarga se incluye un conjunto de respaldo de caucho reemplazable (Trunnion Liner) y un Trommel de descarga:

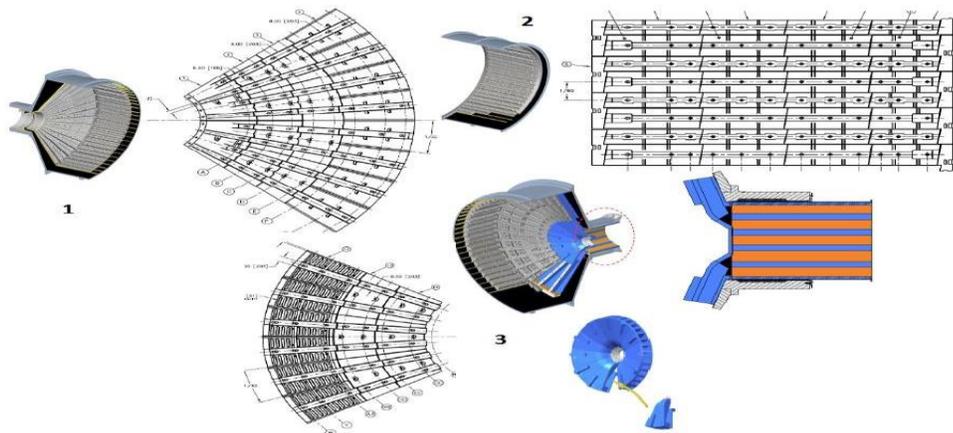


Fig. 40: Esquema general revestimiento según ubicación, 1) Alimentación, 2) zona media y 3) descarga junto al Trunnion y Trommel, Molino SAG Planta SAG Confluencia (fuente: documento METSO)

5.3.1.2. Análisis funcional:

Función esperada:

Contener y procesar el material grueso que proviene del Acopio de gruesos y así disminuir el diámetro del sólido a granel.

Estándar de desempeño:

Procesar 3750 [ton/Hr]. Mantener la carga en el molino SAG en un valor no inferior al 24 % y no superior al 30 % del volumen de carga durante la operación. (Las cargas volumétricas bajas resultan en la rotura de bolas y revestimientos, mientras que las cargas volumétricas altas producirán sobrecargas y posibles daños a la canaleta de carga del molino, sus sellos, etc.)

5.3.1.3. Análisis de Criticidad:

EQUIPO												
1.- Antecedentes generales												
UNIDAD GESTIÓN		Planta Confluencia			REFERENCIA EQUIPO		MLS001					
AREA		LB			NOMBRE EQUIPO		Molino SAG					
2.- RESULTADOS ANALISIS DE CRITICIDAD												
TIPO DE PERDIDA	PROBABILIDAD					CONSECUENCIA					ANALISIS	
	1 RARO	2 IMPROBABLE	3 POSIBLE	4 PROBABLE	5 CASI CIERTO	1 INSIGNIFICANTE	2 MENOR	3 MODERADO	4 MAYOR	5 CATASTROFICO	RANGO	TIPO
SALUD				4		1					7	B
AMBIENTAL				4			2				12	B
NEGOCIO				4						5	24	A
LEGAL				4		1					7	B
SOCIAL				4		1					7	B

Fig. 41: Análisis de criticidad Molino SAG, Planta SAG Confluencia (fuente: creación propia)

Falla funcional: Fractura del Shell

Modo de falla: impacto y fatiga .

Probabilidad: 4, el evento de falla puede ocurrir en un periodo menor a un año

Consecuencia: 5, pérdida operacional sustancial o total, impacto en la producción mayor al 15 %

Criticidad = A, los riesgos superan el límite de aceptación de riesgos y necesitan atención urgente e inmediata. En el caso especial del molino SAG el impacto en la producción puede llegar a ser total, si no se atiende a tiempo.

5.3.1.4. Análisis modo de falla:

En las siguientes imágenes se puede ver la jerarquía de componentes de cada subsistema del Molino SAG por medio del software Rylson 8:

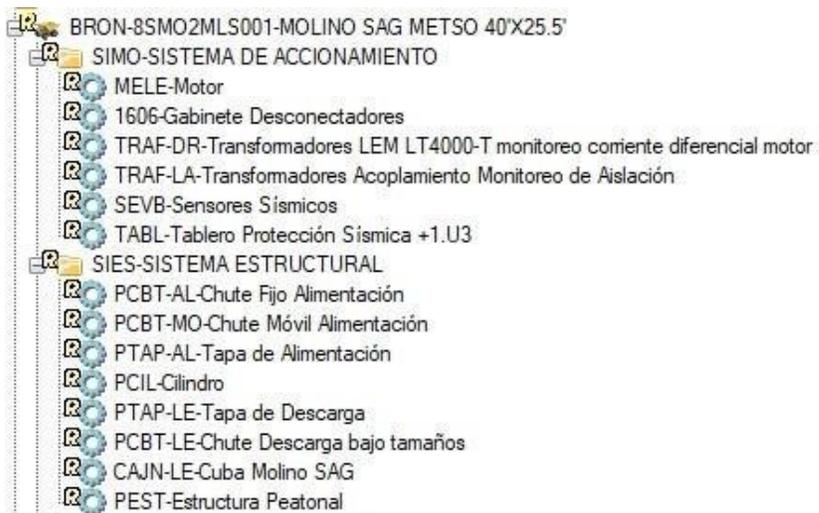


Fig. 42: Jerarquía de componentes del subsistema motriz y subsistema estructural Molino SAG, Planta SAG Confluencia (fuente: creación propia)

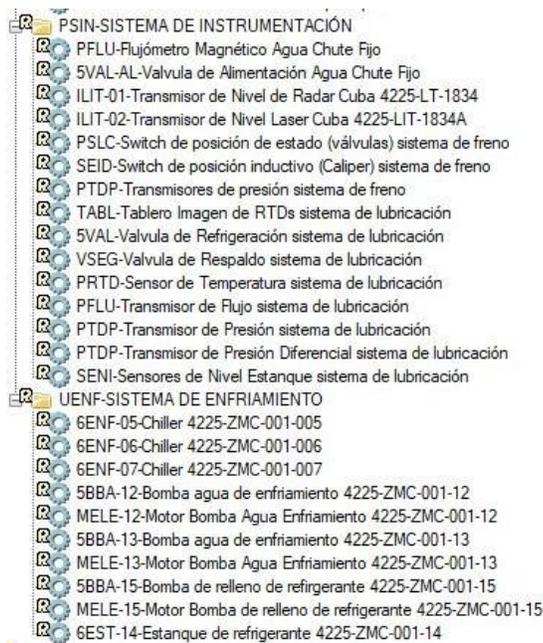


Fig. 43: Jerarquía de componentes del subsistema instrumentación y subsistema de enfriamiento Molino SAG, Planta SAG Confluencia (fuente: creación propia)

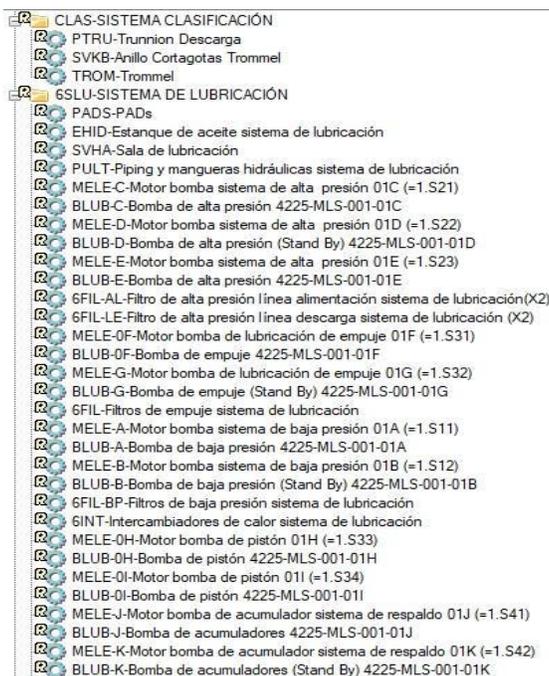


Fig. 44: Jerarquía de componentes del subsistema de clasificación y subsistema lubricacion (1ª parte) Molino SAG, Planta SAG Confluencia (fuente: creación propia)

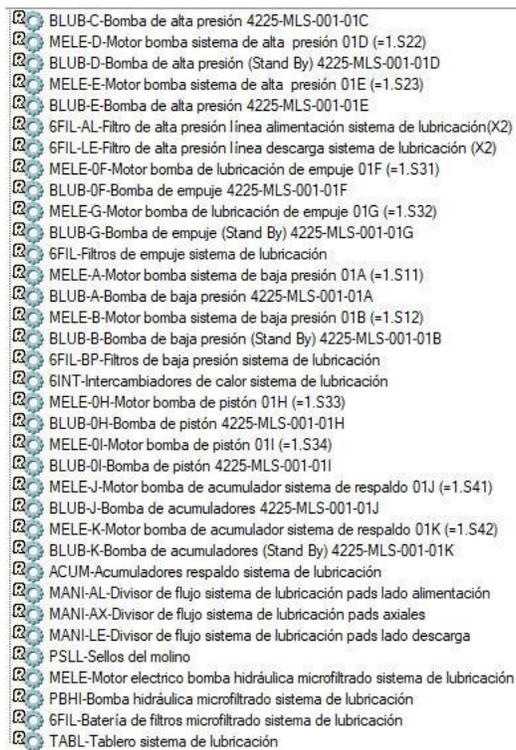


Fig. 45: Jerarquía componentes del subsistema de lubricación (2ª parte) Molino SAG, Planta SAG Confluencia (fuente: creación propia)

Las siguientes imágenes muestra el tipo la falla funcional y modo de falla que se deben tener en cuenta para este activo

Equipo y función primaria	NIVEL 1	función primaria	NIVEL 2	función primaria	nivel 3	función primaria	falla funcional	modo de falla
Molino SAG, disminuir tamaño de partícula del material grueso	Casco	sostener y contener la coraza interna del molino	Tapa de Alimentación	proporcionar la superficie que facilite el efecto del movimiento cascada y a su vez proteja al molino del impacto de bolas y material	estructura cuerpos del molino	contención de componentes y material procesado	Agrietado	Fatiga de material
			Pernos de cilindro		unión de secciones del casco	Soltura de pernos	vibración	
			Revestimientos		protección del molino del impacto de bolas y material grueso	desgaste	Abrasión	
			uniones cuerpos del molino		sellar los cuerpos principales del molino	Suelto	Vibración	
			estructura cuerpos del molino		contención de componentes y material procesado	Agrietado	Fatiga de material	
			Pernos de cilindro		unión de secciones del casco	Soltura de pernos	vibración	
			Revestimientos		protección del molino del impacto de bolas y material grueso	desgaste	Abrasión	
			uniones cuerpos del molino		sellar los cuerpos principales del molino	Suelto	Vibración	
			estructura cuerpos del molino		contención de componentes y material procesado	Agrietado	Fatiga de material	
			Pernos de cilindro		unión de secciones del casco	Soltura de pernos	vibración	
			Revestimientos		protección del molino del impacto de bolas y material grueso	desgaste	Abrasión	
			uniones cuerpos del molino		sellar los cuerpos principales del molino	Suelto	Vibración	

Tabla 13: Ejemplo de Tabla de análisis de modo de falla de Molino SAG, Planta SAG Confluencia (fuente: creación propia)

5.3.1.5. Selección de estrategia y Formulación de tarea

En las siguientes imágenes se muestran las tareas que se deben realizar para mitigar o eliminar el modo de falla respectivo

nivel 4	falla funcional	modo de falla	efecto de falla	consecuencia de falla	tipo de estrategia seleccionada	tarea principal	tarea secundaria
elemento flexible acoplamiento	desalineamiento del conjunto motor-bomba, pérdida de eficiencia en la transmisión de energía mecánica	Abrasión	aumento de vibraciones mecánicas en la bomba debido a una daño parcial o total del elemento flexible por desgaste	consecuencia falla no evidente	Basado en condición	Inspeccionar elemento flexible de acoplamiento por desgaste	Cambiar elemento flexible acoplamiento
Engranajes bomba	no hay un aumento de presión a la salida del impulsor	Fatiga	perfil del diente se agrieta, la superficie queda irregular a través de los dientes	consecuencia falla no evidente	Basado en condición	Realizar prueba funcional de la bomba de acumuladores	Cambiar bomba de acumuladores
Uniones de flexible hidráulico	Suelto	Vibración	filtración de aceite a través de las uniones del	consecuencia falla no evidente	Tiempo fijo	Realizar reapriete de uniones del flexible	
Sellos de bomba	hay filtración de aceite a través del eje	Abrasión	se observa filtración de aceite debido a un desgaste parcial o total de los sellos	consecuencia falla no evidente	Basado en condición	Inspeccionar bomba sistema de lubricación por fugas	Cambiar bomba de acumuladores sistema de lubricación
conjunto bomba-motor	transmisión ineficiente de energía desde el motor hacia la bomba	Uso prolongado	hay un mal acoplamiento o vibraciones mecánicas en el conjunto, los ejes del motor y bomba no	consecuencia falla no evidente	Basado en condición	Inspeccionar alineamiento conjunto motor bomba	Realizar alineamiento conjunto motor bomba de sistema de lubricación
protección acoplamiento	Deformación del acoplamiento y protección	condiciones ambientales	destrucción parcial o total de la protección	consecuencia falla no evidente	Basado en condición	Inspeccionar protección acoplamiento bomba de acumuladores por deformación	Cambiar protección de acoplamiento
Corrosión de la protección	condiciones ambientales	destrucción parcial o total de la protección	destrucción parcial o total de la protección	consecuencia falla no evidente	Basado en condición	Inspeccionar protección acoplamiento bomba de acumuladores por señales de carga acumulador	Cambiar protección de acoplamiento
Grasa rodamientos motor bomba acumulador	no se facilita el movimiento de las piezas móviles de la bomba, aumenta la fricción entre ellas	Uso	la grasa esta degradado, pierde viscosidad y el eje del motor gira con dificultad a baja velocidad,	consecuencia falla no evidente	Tiempo fijo	Engrasar rodamientos de motor bomba de carga acumulador	
Componentes internos	difícultad en la puesta en marcha y mantener una presión uniforme a la salida de la bomba	Abrasión	se observa componentes dañados por fatiga de material	consecuencia falla no evidente	Basado en condición	Inspeccionar presión del sistema de respaldo en los transmisores de presión y en manómetro	Cambiar bomba de acumuladores
pernos de fijación acoplamiento	transmisión defectuosa de energía mecánica	Vibración	se observa una acoplación deficiente por soltura de pernos; vibraciones o movimiento no deseado	Consecuencia en Seguridad	Basado en condición	Inspeccionar pernos de fijación acoplamiento por soltura	Reapretar pernos de fijación acoplamiento
pernos de fijación conjunto motor bomba	el conjunto motor bomba no se encuentra asegurado a la superficie	Vibración	vibraciones o movimientos no deseado en la bomba en funcionamiento; aumento de cargas	consecuencia falla no evidente // consecuencia en	Basado en condición	Inspeccionar pernos de fijación conjunto motor bomba de acumuladores por soltura	Reapretar pernos de fijación conjunto motor bomba de acumuladores
engranajes de bomba	no se genera el aumento de presión en el fluido	Abrasión	Desgaste de los dientes de los engranajes de forma parcial o total	consecuencia falla no evidente	Basado en condición	Comprobar presión de descarga de la bomba	Cambiar bomba de acumuladores sistema de lubricación
aislamiento bobinas motor bomba	las bobinas no se encuentran aisladas eléctricamente del medio ambiente	Edad	se observa la parte metálica de las bobinas debido a degradación del aislamiento por fatiga de material	consecuencia falla no evidente // consecuencia en	Basado en condición	Medir resistencia entre fases motor bomba	Cambiar motor de bomba de acumuladores sistema de lubricación
motor bomba acumulador	el motor no entrega la potencia necesaria	Contaminación	al engrasar el equipo no genera torque debido a un cortocircuito	consecuencia falla no evidente; consecuencia en	Basado en condición	Inspeccionar motor externamente por contaminación	Realizar limpieza de motor bomba acumulador
terminales cableado motor bomba	transmitir la energía eléctrica hacia el motor	Vibración	al engrasar el equipo no genera torque; soltura de los cables a veces se puede observar chispas	consecuencia falla no evidente	Basado en condición	Medir resistencia a tierra carcasa de motor	Reapretar conexiones cableado de motor

Tabla 14: Formulación de tarea de mantenimiento según tipo de estrategia seleccionada Molino SAG, Planta SAG Confluencia (fuente: creación propia)

El resto del análisis de modo de falla y selección de las estrategias de mantenimiento para el molino SAG se adjunta en el anexo A.

5.3.1.6. Programa de mantenimiento:

Para los equipos en cuestión, el paquete de trabajo fue configurado de la siguiente forma:

Área Mecánica:

Pautas de inspección basada en condición, equipo operando, frecuencia semestral (cada 6 meses)

Pautas de inspección basada en condición, equipo operando, frecuencia semanal

Pautas de Mantenión, equipo detenido, frecuencia anual

Pautas de Mantenión, equipo detenido, frecuencia semestral (cada 6 meses)

Pautas de Mantenión, equipo detenido, frecuencia 28 días

Pautas de Mantenión, equipo detenido, frecuencia semanal

Área Instrumentación:

Pautas de inspección basada en condición, equipo operando, frecuencia cada 3 meses

Pautas de inspección basada en condición, equipo operando, frecuencia cada 2 meses

Pautas de inspección basada en condición, equipo operando, frecuencia mensual

Pautas de inspección basada en condición, equipo operando, frecuencia semanal

Pautas de Mantenión, equipo detenido, frecuencia cada 3 meses

Pautas de Mantenión, equipo detenido, frecuencia mensual

Área Lubricación:

Pautas de inspección basada en condición, equipo operando, frecuencia Mensuales

Pautas de inspección basada en condición, equipo operando, frecuencia semanales

Pautas de inspección basada en condición, equipo operando, frecuencia diaria

Pautas de Mantenión, equipo detenido, frecuencia anual

Pautas de Mantenión, equipo detenido, frecuencia semestral (cada 6 meses)

Pautas de Mantenión, equipo detenido, frecuencia trimestral (cada 3 meses)

Pautas de Mantenión, equipo detenido, frecuencia mensual

Área Eléctrica:

Pautas de inspección basada en condición, equipo operando, frecuencia trimestral (cada 3 meses)

Pautas de inspección basada en condición, equipo operando, frecuencia Mensual

Pautas de Mantenimiento, equipo detenido, frecuencia anual

Pautas de Mantenimiento, equipo detenido, frecuencia semestral (cada 6 meses)

Pautas de Mantenimiento, equipo detenido, frecuencia cada 3 meses

Pautas de Mantenimiento, equipo detenido, frecuencia mensual

Área Predictivo:

Pautas de inspección Predictivo, frecuencia anual

Pautas de inspección Predictivo, frecuencia semestral (cada 6 meses)

Pautas de inspección Predictivo, frecuencia cada 3 meses

Pautas de inspección Predictivo, frecuencia mensual

Pautas de inspección Predictivo, frecuencia semana

Las pautas adjuntadas a este trabajo serán las que tienen menor frecuencia de ejecución, esto debido a que son anidadas, esto quiere decir que estas tareas contienen también el resto de las tareas que se deben hacer de forma regular.

5.3.2. Harnero vibratorio descarga Molino SAG

5.3.2.1. Descripción del Harnero de descarga molino SAG:

Harnero vibratorio simple de doble bandeja ubicado en la descarga del molino SAG de Planta Confluencia, cuenta con un equipo Stand by y está en constante contacto con contaminación de polvo en suspensión, la siguiente imagen muestra un esquema general del Harnero:

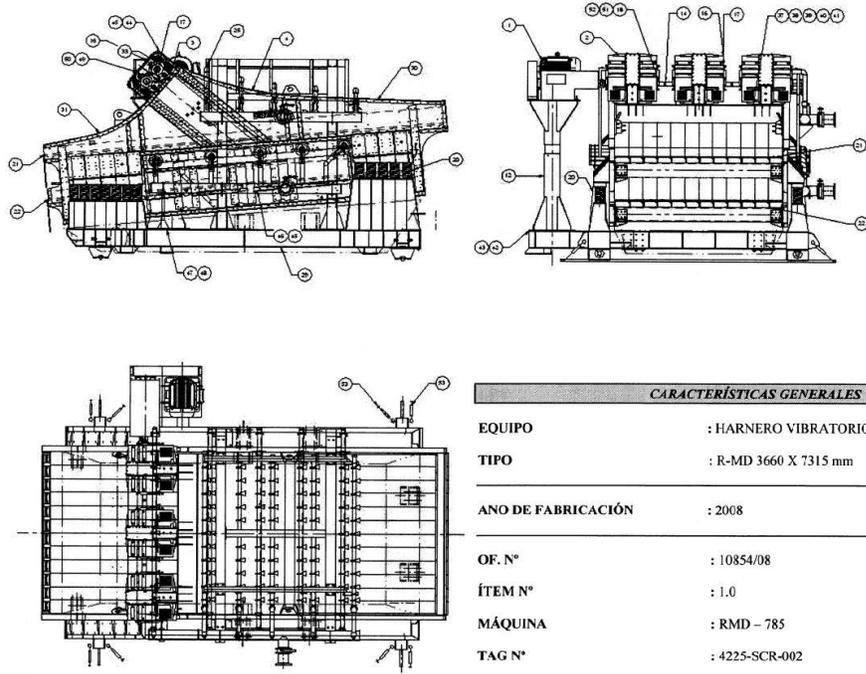


Fig. 46: plano general del Harnero vibratorio, Planta Confluencia

En la siguiente imagen muestra el listado general de repuesto del Harnero

LISTA DE REPUESTOS						DIB. Nr. 222363		LISTA DE REPUESTOS						DES. Nr. 22	
MÁQUINA HARNERO VIBRATORIO R-MD EJECUCIÓN DERECHA		TÍTULO CONJUNTO GENERAL		OF 10854/07 ÍTEM 1.0 TAG: 4225-SCR-002		FECHA 11/08 FL. 1/2		MÁQUINA HARNERO VIBRATORIO R-MD EJECUCIÓN DERECHA		TÍTULO CONJUNTO GENERAL		OF 10854/07 ÍTEM 1.0 TAG: 4225-SCR-002			
POS.	CAN.	DESCRIPCIÓN	HBL. IDENTIF.	ESPECIFIC. MATERIAL	V A B	OBSERVACIÓN	POS.	CAN.	DESCRIPCIÓN	HBL. IDENTIF.	ESPECIFIC. MATERIAL	V A B			
1	1	MOTOR ELÉCTRICO	28403	-	B	Careaca NEMA 444/5T	39	36	ARANDELA DE PRESIÓN B 30	902	DIN 127	B			
2	3	ACCIONAMIENTO EXCITADOR	27916	-	B		40	72	TUERCA SEXT. M30	760	DIN 934	B			
3	36	CILINDRO DE REGLAJE	556306	-	B		41	12	TORNILLO SEXT. M30 X 160	7672	DIN 933	B			
4	1	CAJA DEL HARNERO	2555804	-	-	VER DES. 2555804	42	8	TORNILLO SEXT. M24 X 70	168	DIN 933	B			
12	1	BASE DEL MOTOR	2555805	NEMA	-		43	8	TUERCA TRABAMIENTO M 24	6577	DIN 980	B			
12.16	1	POLEA 8 CANALES	305679	GG20	V		44	24	TORNILLO SEXT. M 20 X 70	137	DIN 933	B			
12.25	8	CORREA EN V	9049	-	V	Perfil SPA	45	40	TUERCA TRABAMIENTO M 20	6576	DIN 980	B			
14	1	MONTAJE SISTEMA DE TRANSMISIÓN	2555806	-	-	VER DES. 2555806	46	16	TORNILLO SEXT. M 20 X 60	136	DIN 933	B			
15	2	PROTECCIÓN DEL EXCITADOR	2556070	A 36	-	360 x 615 x 1000	47	4	TORNILLO SEXT. M 16 X 60	103	DIN 933	B			
16	4	PROTECCIÓN DEL EXCITADOR	1556875	A 36	-	360 x 620 x 1000	48	4	TUERCA TRABAMIENTO M 16	6575	DIN 980	B			
17	7	TAPA DE CERRAMIENTO	1556876	A 36	-		49	42	TORNILLO SEXT. M 10 X 20	43	DIN 933	B			
18	8	PROTECCIÓN P/ EJE CARDAN	305693	A 36	-		50	42	ARANDELA DE PRESIÓN B 10	897	DIN 127	B			
20	24	RESORTE DE COMPRESIÓN	305334	SAE 5160	B	Constante Elástica: 15,29 Kg/mm	51	8	TORNILLO SEXT. M 8 X 20	24	DIN 933	B			
21	1	MONTAJE DAS MALLAS - 1° DECK	1799334	-	-	VER DES. 1799334	52	8	TUERCA TRABAMIENTO M 8	6572	DIN 980	B			
22	1	MONTAJE DAS MALLAS - 2° DECK	1799335	-	-	VER DES. 1799335	53	8	TENSOR DE TORNIQUETE - D48367 TAMANHO FUSO: 5/8" CARGA LÍMITE DEL TRABAJO: 5,90 ton RANGO: 8"	10865	-	A			
25	1	SISTEMA DE ABLUCIÓN	2555807	-	-	VER DES. 2555807									
29	1	TROLLEY P/ HARNERO	2555803	-	-										
30	2	ETIQ. MAGNÉTICA - SISTEMA VIBRACIÓN	300826	-	B										
31	1	PLACA DE IDENTIFICACIÓN	305681	AISI 304	-										
33	2	PLACA C/ GRABACIÓN	304664	Aluminio	-										
37	24	TORNILLO SEXT. M30 X 840	10690	ISO 4014	B										
38	72	ARANDELA LISA HV 31	946	DIN 6916	B										

DIB. REF. 222363/1C V = PIEZAS CRÍTICAS A = PARA TANO DE OPERACIÓN B = APOS LONGA OPERACIÓN

Tabla 15: listado de principales componentes del conjunto general del Harnero, Planta Confluencia (fuente: creación propia)

5.3.2.2. Análisis funcional:

Función esperada:

Clasificar el sólido a granel que proviene del Molino SAG de acuerdo al tamaño de partícula del material. Debe separar el material de tamaño de partícula grueso del material fino, que pasaron por el proceso de molienda del molino

Estándar de desempeño:

Capacidad 5,9 [ton] nominal. Debe permitir el paso de material de tamaño de granulo hasta un valor no mayor a $65 \times 304,5$ [mm²] en el primer Deck y un área transversal máxima de $40 \times 304,8$ [mm²] en el segundo Deck.

5.3.2.3. Análisis de Criticidad

EQUIPO												
1.- Antecedentes generales												
UNIDAD GESTIÓN	Planta Confluencia				REFERENCIA EQUIPO	Harnero vibratorio descarga Molino SAG						
AREA	LB				NOMBRE EQUIPO	SCR007						
2.- RESULTADOS ANALISIS DE CRITICIDAD												
TIPO DE PERDIDA	PROBABILIDAD					CONSECUENCIA					ANALISIS	
	1 RARO	2 IMPROBABLE	3 POSIBLE	4 PROBABLE	5 CASI CIERTO	1 INSIGNIFICANTE	2 MENOR	3 MODERADO	4 MAYOR	5 CATASTROFICO	RANGO	TIPO
SALUD				4			2				12	B
AMBIENTAL				4			2				12	B
NEGOCIO				4						5	24	A
LEGAL				4		1					7	B
SOCIAL				4		1					7	B

Fig. 47: Análisis de criticidad Harnero Vibratorio, Planta Confluencia (fuente: creación propia)

Modo de falla: Falla estructural completa

Probabilidad: 4, el evento de falla puede ocurrir en un periodo menor a un año

Consecuencia: 5, pérdida operacional sustancial o total, impacto en la producción mayor al 15 %

Criticidad = A, los riesgos superan el límite de aceptación de riesgos y necesitan atención urgente e inmediata. Su criticidad se justifica debido a su ubicación en el proceso de molienda, una detención del harnero implica una detención inmediata del molino SAG, por lo que tiene un impacto directo en la producción de la Planta.

5.3.2.4. Análisis de modo de falla:

Para poder realizar un estudio de sus modos de falla es necesario partir con la estructura jerárquica de componentes, como la que se obtiene desde Rylson 8 en la siguiente figura:

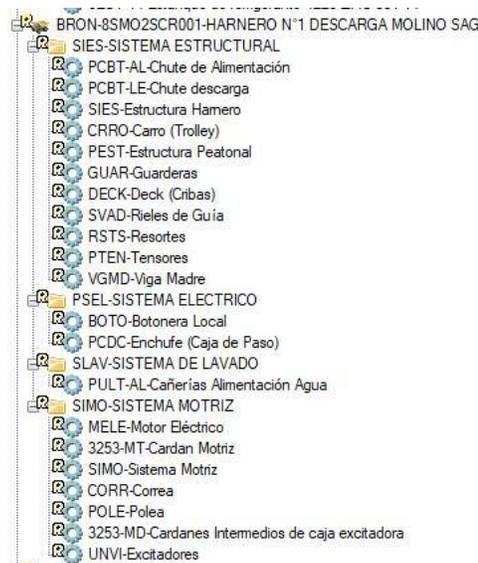


Fig. 48: Estructura jerárquica Harnero vibratorio, Planta Confluencia (fuente: creación propia)

Las siguientes imágenes muestra el tipo la falla funcional y modo de falla que se deben tener en cuenta para este activo:

NIVEL 1	función primaria	NIVEL 2	función primaria	NIVEL 3	función primaria	nivel 4	falla funcional	modo de falla
Hamero Vibratorio	Clasificación del material procesado del Molino SAG, según el tamaño de granulo	Sistema estructural	contener todo el impacto del material a causa de movimiento vibratorio	Deck / Cribas	separar el material fino del material grueso con un área transversal no mayor a 65 * 305 mm/mm	Elementos de fijación	Roto	Fatiga
						Elementos de fijación	Deformado	Impacto
						Palmetas	Desgastado	Abrasión
							Roto	Impacto
						Acumulado	Contaminación	
						Estructura	Desgastado	Abrasión
						Alojamiento Palmeta	Desgastado	Abrasión
						Tapa de goma	Roto	Fatiga
						Armazón	Deformado	Impacto
						Pintura Armazón	Degradado	Edad
Hamero	Desgastado	Abrasión						
Perno estructural Deck	Cizallado	Sobrecarga						
	Acumulado	Contaminación						

Tabla 16: ejemplo tabla estrategias de mantenimiento escogidas de acuerdo a su modo de falla para Hamero de descarga (fuente: creación propia)

5.3.2.5. Formulación de estrategias y tareas de mantenimiento:

En las siguientes imágenes se muestran las tareas que se deben realizar para mitigar o eliminar el modo de falla respectivo:

nivel 4	falla funcional	modo de falla	efecto de falla	consecuencia de falla	tipo de estrategia seleccionada	tarea principal	tarea secundaria
Elementos de fijación	no se sostiene ni asegura el deck a la estructura del hamero	Fatiga	los pernos están rotos o presentan desgaste por fatiga de material	consecuencia no evidente	Basado en condición	Inspeccionar elementos de fijación estructurales de Deck inferior y superior por grietas o rotura	Cambiar elementos de fijación del Deck
Elementos de fijación		Impacto	los pernos están rotos o deformados por impacto de roca	consecuencia no evidente	Basado en condición	Inspeccionar elementos de fijación estructurales de Deck inferior y superior por deformación	Reparar deformación de elementos de fijación del Deck
Palmetas (segmento de malla)	la malla facilita el fenómeno de estratificación para la clasificación de material	Abrasión	alambres de mallas están desgastados	consecuencia no evidente	Basado en condición	Inspeccionar palmetas por desgaste	Cambiar palmetas
		Impacto	palmetas presentan daño parcial o total	consecuencia no evidente	Basado en condición	Inspeccionar palmetas por rotura	Cambiar palmetas
		Contaminación	aberturas de malla están obstruidas con material	consecuencia no evidente	Basado en condición	Inspeccionar palmetas por acumulación de mineral	Limpiar palmetas
Estructura	dar soporte u estabilidad a cada deck	Abrasión	la estructura está debilitada por desgaste de material	consecuencia operacional	Basado en condición	Inspeccionar revestimiento estructura de zona de cribado por desgaste	Revestir estructura del Hamero
Alojamiento Palmeta	no se facilita la instalación ni estabilidad a la palmeta	Abrasión	el alojamiento a perdido forma debido a desgaste de material, algunas de las mallas están sueltas	consecuencia operacional	Basado en condición	Inspeccionar alojamiento de fijación de palmetas por desgaste	Cambiar nel de sujeción de palmetas del fis
Tapa de goma	no se puede disminuir el desgaste en las mallas ni sellar los espacios entre mallas sucesivas	Fatiga	la tapa está dañada parcialmente o roto, el material no se clasifica eficientemente	consecuencia no evidente	Basado en condición	Inspeccionar tapa de goma entre decks inferior y superior por rotura	Cambiar tapa de goma entre decks del ham
Armazón	no se da soporte y sujeción a la caja del deck con los revestimientos laterales	Impacto	Deformado	consecuencia operacional	Basado en condición	Inspeccionar estructura de hamero por deformación o golpes	Reparar estructura del hamero
Pintura Armazón	la estructura está desprotegida de la oxidación o corrosión	Edad	la pintura está degradada al superar su vida útil	consecuencia evidente	Basado en condición	Inspeccionar pintura de estructura del hamero por degradación	Pintar estructura del hamero

Tabla 17: Selección de tareas de mantenimiento según modo de falla, Hamero vibratorio Planta Confluencia (fuente: creación propia)

El resto de las modo de fallas y selección de estrategias y tareas de mantenimiento para el Hamero de descarga se adjunta en el anexo B

5.3.2.6. Programa de mantenimiento

Para los equipos en cuestión, el paquete de trabajo fue configurado de la siguiente forma:

Área Mecánica

Pautas de inspección basada en condición, equipo operando, frecuencia anual
Pautas de inspección basada en condición, equipo operando, frecuencia semestral
Pautas de inspección basada en condición, equipo operando, frecuencia trimestral
Pautas de inspección basada en condición, equipo operando, frecuencia mensual
Pautas de inspección basada en condición, equipo operando, frecuencia semanal
Pautas de Mantenimiento, equipo detenido, frecuencia anual
Pautas de Mantenimiento, equipo detenido, frecuencia semestral
Pautas de Mantenimiento, equipo detenido, frecuencia trimestral
Pautas de Mantenimiento, equipo detenido, frecuencia mensual
Pautas de Mantenimiento, equipo detenido, frecuencia semanal

Área Lubricación

Pautas de Mantenimiento, equipo detenido, frecuencia mensual

Área Mecánica Predictivo.

Pautas de inspección Predictivo, frecuencia mensual

Las pautas adjuntadas a este trabajo serán las que tienen menor frecuencia de ejecución, esto debido a que son anidadas, esto quiere decir que estas tareas contienen también el resto de las tareas que se deben hacer de forma regular.

5.3.3. Molino SAG 1 Planta Los Bronces:

5.3.3.1. Descripción sistema Motriz Molino SAG 1, Planta SAG Los Bronces

Si bien a grandes rasgos en los molinos de Planta Los Bronces se pueden identificar los mismos subsistemas (o muy similares) para entender su funcionamiento, hay uno que destaca, el motor de accionamiento, que su función principal es el mismo que un motor GMD pero su principio de funcionamiento es muy distinto. Estos molinos no funcionan con motor Gearless (GMD), sino que se pone en marcha 2 motores (lados A y B) que se acoplan al molino mediante accionamiento piñón-corona. En pocas palabras, Planta Confluencia usa accionamiento eléctrico, mientras que en Los Bronces es accionamiento mecánico. La siguiente figura muestra un esquema general del accionamiento mecánico:

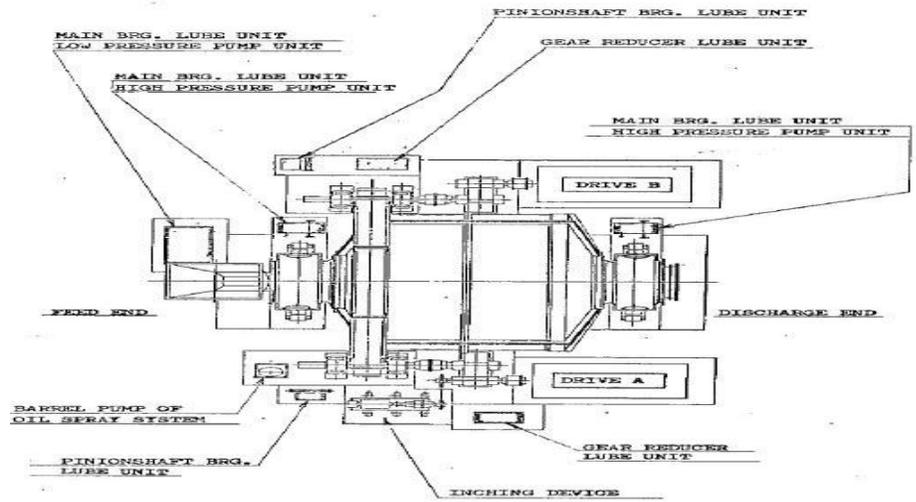


Fig. 49: Principio de accionamiento mediante sistema piñón-corona Molino SAG y Molino Bolas, Planta Los Bronces. (fuente: documento interno Anglo American)

5.3.3.2. Análisis funcional

La función principal del motor del Molino es convertir la energía eléctrica en energía mecánica para la puesta en marcha y mantención del par de giro necesario del molino SAG

Estándar de desempeño:

Potencia de giro requerida = 3500 [HP]

Velocidad del motor = 626 [rpm]

Velocidad del Molino = 169 [rpm]

5.3.3.3. Análisis de criticidad:

EQUIPO												
1.- Antecedentes generales												
UNIDAD GESTIÓN		Los Bronces			REFERENCIA EQUIPO		MSA01					
AREA		LB			NOMBRE EQUIPO		Molino SAG 1					
2.- RESULTADOS ANALISIS DE CRITICIDAD												
TIPO DE PERDIDA	PROBABILIDAD					CONSECUENCIA					ANALISIS	
	1 RARO	2 IMPROBABLE	3 POSIBLE	4 PROBABLE	5 CASI CIERTO	1 INSIGNIFICANTE	2 MENOR	3 MODERADO	4 MAYOR	5 CATASTROFICO	RANGO	TIPO
SALUD				4			2				12	B
AMBIENTAL				4			2				12	B
NEGOCIO				4						5	24	A
LEGAL				4		1					7	B
SOCIAL				4		1					7	B

Fig. 50: Análisis de criticidad Molino SAG; Planta SAG Los Bronces (fuente: creación propia)

Falla funcional: Falla eléctrica en motor de accionamiento

Modo de falla: Cortocircuito o contaminación

Probabilidad: 4, el evento de falla puede ocurrir en un periodo menor a un año

Consecuencia: 5, pérdida operacional sustancial o total, impacto en la producción mayor al 15 %

Criticidad = A, los riesgos superan el límite de aceptación de riesgos y necesitan atención urgente e inmediata. En el caso especial del molino SAG 1 el impacto en la producción puede llegar a ser considerable en Planta SAG Los Bronces.

5.3.3.4. Análisis modo de falla:

Al igual que en los casos anteriores para poder realizar un estudio de sus modos de falla es necesario partir con la estructura jerárquica de componentes, como la que se obtiene desde Rylson 8 en la siguiente figura:

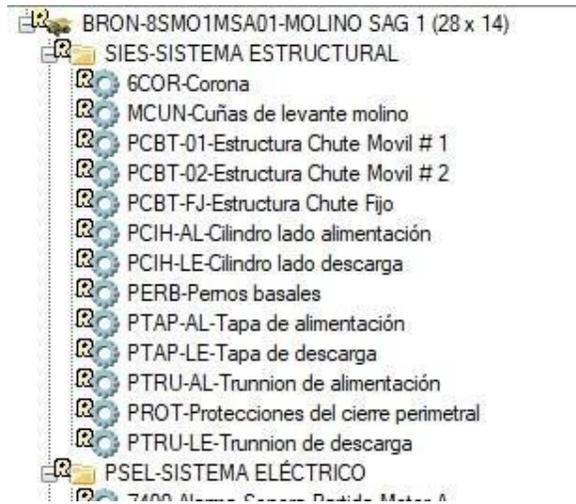


Fig. 51: Jerarquía componentes sistema estructural, Molino SAG 1 Planta Los Bronces
 (fuente: creación propia)

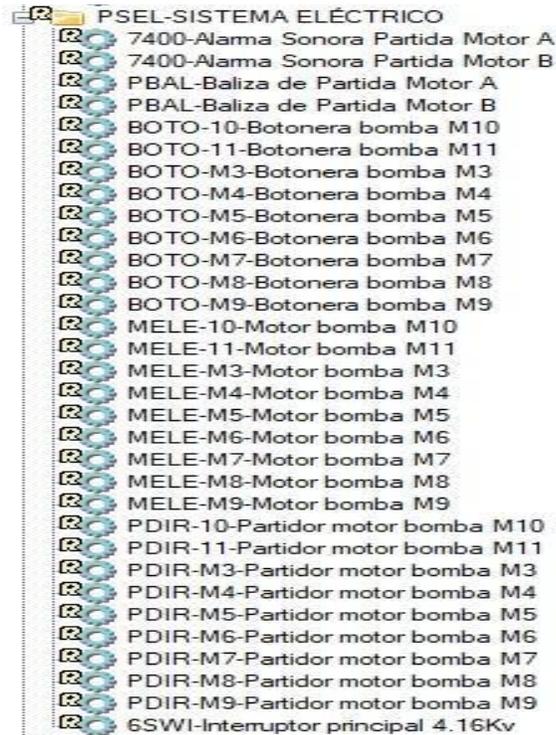


Fig. 52: jerarquía de componentes sistema eléctrico, Molino SAG 1 Planta Los Bronces
 (fuente: creación propia)



Fig. 53: jerarquía de componentes sistema eléctrico de puesta en marcha y sistema lubricación corona, Molino SAG 1 Planta Los Bronces (fuente: creación propia)

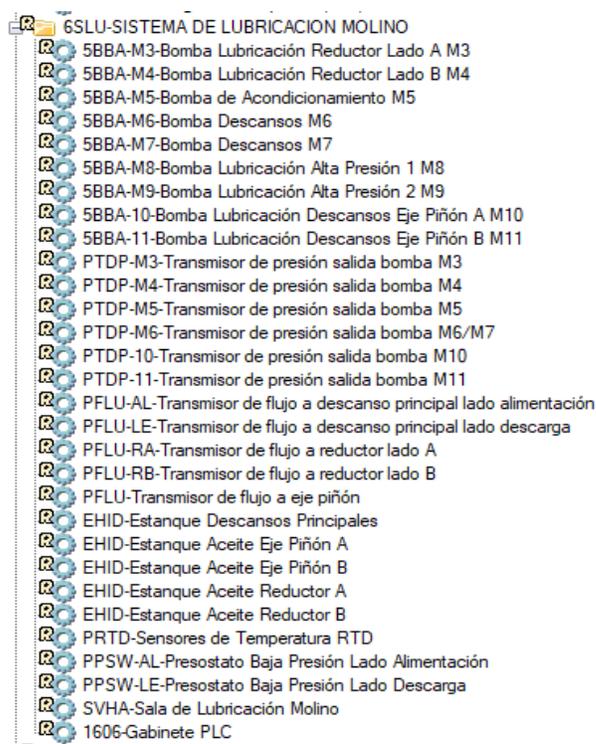


Fig. 54: jerarquía de componentes sistema lubricación, Molino SAG 1 Planta Los Bronces (fuente: creación propia)

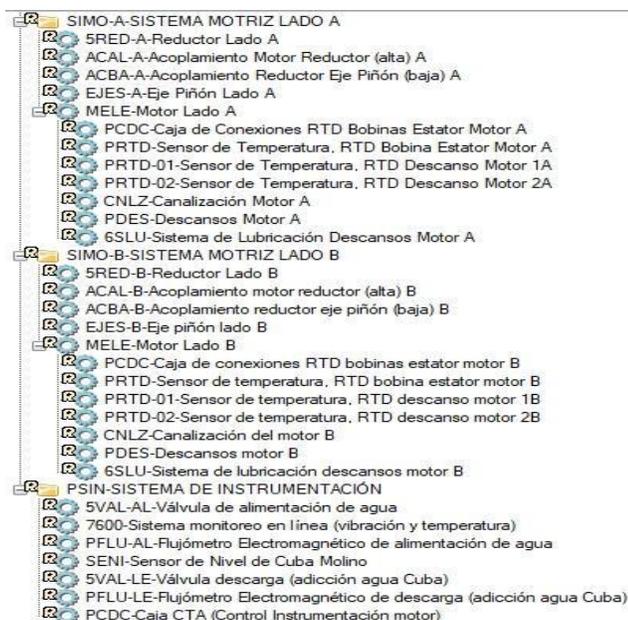


Fig. 55: jerarquía de componentes sistema Motriz y sistema de instrumentación, Molino SAG

1 Planta Los Bronces (fuente: creación propia)

Las siguientes imágenes muestra el tipo la falla funcional y modo de falla que se deben tener en cuenta para este activo

NIVEL 1	función primaria	NIVEL 2	función primaria	NIVEL 3	función primaria	nivel 4	falla funcional	modo de falla			
Molino SAG 1	disminuir tamaño de partícula del material grueso	Sistema estructural	contener al molino con carga durante su operación	Corona	transmitir la potencia proveniente del piñón	Corona	Acumulado	Contaminación			
						Cubre corona	Acumulado	Contaminación			
						Diente de la Corona	Agrietado	Fatiga			
						Uniones segmentales	Desviado	Uso			
				Estructura Chute Movil # 1	contener el flujo de material procesado	Estructura	Deformado	Impacto	Placas de desgaste	Roto	Impacto
									Placas de desgaste	Desgastado	Abrasión
				Estructura Chute Movil # 2	contener el flujo de material procesado	Estructura	Deformado	Impacto	Ruedas de carro	Desgastado	Abrasión
									Placas de desgaste	Roto	Impacto
				Estructura Chute Movil # 2	contener el flujo de material procesado	Estructura	Deformado	Impacto	Placas de desgaste	Desgastado	Abrasión
									Ruedas de carro	Desgastado	Abrasión

Tabla 18: Tabla modos de falla identificados para el Molino SAG 1, Planta SAG Los Bronces (fuente: creación propia)

5.3.3.5. Selección de estrategia y Formulación de tarea

En las siguientes imágenes se muestran las tareas que se deben realizar para mitigar o eliminar el modo de falla respectivo:



nivel 4	falla funcional	modo de falla	efecto de falla	consecuencia de falla	tipo de estrategia seleccionada	tarea principal	tarea secundaria
Corona	los dientes de la corona no encajan correctamente con los dientes del piñón de los motores	Contaminación	se puede observar acumulación de sólidos en la corona	consecuencia operacional	Tiempo Fijo	Limpiar corona	
Cubre corona	la corona está expuesta a contaminación	Contaminación	se puede observar acumulación de sólidos en la corona	consecuencia operacional	Tiempo Fijo	Limpiar cubre corona del molino	
Diente de la Corona	transmisión defectuosa del par de torsión entre los piñones y la corona	Fatiga	se puede observar uno o más dientes agrietados en su superficie	consecuencia operacional	Basado en condición	Inspeccionar visualmente la corona del molino por agrietamiento	Reparar grieta en la corona mediante fresado
Uniones segmentales	las uniones de las secciones de la corona están mal acopladas	Uso	elementos de la corona están mal acoplados o desviados	consecuencia operacional	Basado en condición	Inspeccionar uniones segmentales de la corona por separación entre ellas	Realizar búsqueda de grietas en los dientes
Estructura	hay fuga de material desde la correa de alimentación CVB1-2 hacia el molino SAG	Impacto	la estructura presenta deformación debido a impacto de material	consecuencia operacional	Basado en condición	Inspeccionar estructura de chute por deformación	Reparar estructura de chute móvil de alimentación
Placas de desgaste	la estructura del chute está expuesta a impacto de material	Impacto	hay placas rotas	consecuencia operacional	operar hasta la falla		Cambiar placa de desgaste
Placas de desgaste		Abrasión	existen placas que presentan desgaste en su grosor	consecuencia operacional	Tiempo Fijo	Cambiar chute móvil de alimentación	
Ruedas de carro	el chute móvil no se puede mover	Abrasión	las partes móviles de las ruedas están desgastadas	consecuencia no operacional	Basado en condición	Inspeccionar ruedas de carro de chute móvil por desgaste	Cambiar ruedas de carro de chute móvil
Estructura	hay fuga de material desde la correa de alimentación CVB1-2 hacia el molino SAG	Impacto	la estructura presenta deformación debido a impacto de material	consecuencia operacional	Basado en condición	Inspeccionar estructura de chute por deformación	Reparar estructura de chute móvil de alimentación

Tabla 19: Ejemplo selección de tareas de mantenimiento según modo de falla Molino SAG 1, Planta SAG Los Bronces (fuente: creación propia)

El resto de los modos de fallas para los demás componentes y subsistemas, junto con sus respectivas estrategias y tareas de mantenimiento se adjunta en el anexo C

5.3.3.6. Programa de mantenimiento:

Las pautas de mantenimiento se clasificaron según el área de operación responsable que pertenezca el mantenedor y la frecuencia de activación que se debe asignar, además se organiza en paquetes de trabajo, es decir, agrupación de tareas donde las tareas de menor frecuencia de activación incluye las acciones de mantenimiento de las pautas con mayor frecuencia. En el caso para el Molino SAG 1 de Planta Los Bronces, el programa de mantenimiento es

Área Mecánica:

Pautas de inspección basada en condición, equipo operando, frecuencia mensuales (cada 28 días)

Pautas de inspección basada en condición, equipo operando, frecuencia cada 1 día

Pautas de Mantenimiento, equipo detenido, frecuencia anual

Pautas de Mantenimiento, equipo detenido, frecuencia semestral (cada 6 meses)

Pautas de Mantenimiento, equipo detenido, frecuencia semanal

- Pautas de Mantenimiento Predictivo, frecuencia anuales
- Pautas de Mantenimiento Predictivo, semestrales (cada 6 meses)
- Pautas de Mantenimiento Predictivo, mensuales

Área Instrumentación:

- Pautas de inspección basada en condición cada 12 meses
- Pautas de inspección basada en condición, cada 3 meses
- Pautas de inspección basada en condición, cada 2 meses

Área Lubricación:

- Pautas de inspección basada en condición, equipo operando, frecuencia Mensuales
- Pautas de inspección basada en condición, equipo operando, frecuencia cada dos semanas
- Pautas de inspección basada en condición, equipo operando, frecuencia semanales
- Pautas de inspección basada en condición, equipo operando, frecuencia diarias
- Pautas de Mantenimiento, equipo detenido, frecuencia anual
- Pautas de Mantenimiento, equipo detenido, frecuencia semestral (cada 6 meses)
- Pautas de Mantenimiento, equipo detenido, frecuencia trimestral (cada 3 meses)
- Pautas de Mantenimiento, equipo detenido, frecuencia mensual

Área Eléctrica:

- Pautas de inspección basada en condición, equipo operando, frecuencia trimestral (cada 3 meses)
- Pautas de inspección basada en condición, equipo operando, frecuencia Mensual

En el anexo E se adjunta un ejemplo de una pauta trimestral para el área de mantenimiento eléctrico, para poder entender como quedan las pautas de forma definitiva.

5.4. Análisis Causa-Raíz de las principales fallas:

En esta sección se analiza 3 detenciones importantes, para entender cómo se busca la causa principal de las detenciones de un equipo con las herramientas mencionada en el capítulo anterior. Estas detenciones están asociados a equipos de los molinos SAG o en comunicación directa con ellos, ya que una detención de un molino SAG implica una detención de la planta o impacto directo en la producción. En la siguiente tabla se muestra los principales indicadores de desempeño considerados para molino SAG de Planta Los Bronces y Confluencia:

			Ene			Feb			Mar			Abr			May			Jun			Jul		
			SAG1	SAG2	SAGOF	SAG1	SAG2	SAGOF	SAG1	SAG2	SAGOF	SAG1	SAG2	SAGOF	SAG1	SAG2	SAGOF	SAG1	SAG2	SAGOF	SAG1	SAG2	SAGOF
Tiempo Total	Nro. de Eventos mes		11	23	14	21	33	5	16	19	16	29	32	12	14	15	18	12	14	20	8	12	15
	Tiempo Disponible [Hrs]		744	744	744	672	672	672	744	744	744	720	720	720	744	744	744	720	720	720	744	744	744
	Tiempo Operación Efectiva [Hrs]	P200	723	715	726	622	580	654	684	624	727	609	598	615	723	727	738	679	684	705	729	718	718
	Detención Total [Hrs]		21	29	18	50	92	18	60	120	17	111	122	105	21	17	6	41	36	15	15	26	26
Especialidades	Hrs Mantenimiento No Programada	D100	2	2	5	11	3	4	6	4	6	2	2	2	11	1	2	19	6	5	6	17	2
	Hrs Mantenimiento Programada	D200	8	9	7	20	22	12	12	96	10	94	68	86	9	11	0	18	18	9	8	8	16
	Hrs Detenciones Operacionales No Programadas	D300	1	8	1	6	51	1	1	20	0	1	32	0	1	4	2	3	6	1	0	0	3
	Hrs Detenciones Operacionales Programadas	D400	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1
	Hrs Consecuencia	L100	9	9	4	14	15	0	40	1	0	13	22	16	0	0	1	2	6	0	0	0	3
Indicadores Operacionales	Disponibilidad Física [%]	T200 / T100	98,5	97,3	98,1	94,6	88,6	97,4	97,4	84,0	97,7	86,4	86,0	87,6	97,2	97,8	99,5	94,5	95,8	97,9	97,9	96,6	96,9
	Disponibilidad Mecánica/Eléctrica [%]	(T200+D300+D400) / T100	98,6	98,5	98,4	95,5	96,4	97,6	97,6	86,6	97,9	86,6	90,4	87,7	97,3	98,4	99,7	94,8	96,7	98,2	98,0	96,7	97,5
	Disponibilidad Operacional [%]	T200 / (T200+D300+D400)	99,9	98,8	99,7	99,1	91,9	99,7	99,8	96,9	99,9	99,7	95,1	99,9	99,9	99,3	99,8	99,6	99,1	99,7	99,9	99,9	99,4
	Eficiencia [%]	P200 / T300	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	Relación de Mantenimiento [%]	D200/(D100+D200)	81	79	60	65	88	77	66	96	62	98	98	98	43	93	0	50	75	65	56	32	87
	Tiempo Medio entre todas las Detenciones [Hrs]	T300 / eventos (D000)	120,6	39,7	60,5	41,5	21,5	163,6	48,8	34,6	45,4	35,8	19,9	55,9	51,6	48,5	49,2	61,7	62,2	35,2	91,1	59,9	59,8
	Tiempo Medio entre Detenciones No Progr [Hrs]	T300 / eventos (D100+D300)	144,7	44,7	80,6	44,4	25,2	327,2	57,0	39,0	55,9	50,8	23,0	68,3	60,3	80,8	49,2	67,9	68,4	39,2	121,5	71,8	71,8
	Tiempo Medio Entre Fallas [Hrs]	T300 / eventos (D100)	241,1	178,8	145,1	88,9	193,4	654,4	136,8	311,8	60,6	76,2	99,6	123,0	90,4	242,5	105,5	226,3	227,9	58,7	182,2	89,8	239,2
	Tiempo Medio Para Reparar Detenciones [Hrs]	D000 / eventos (D000)	1,9	1,1	1,2	2,4	2,8	4,4	1,4	6,6	1,1	5,8	3,4	8,1	1,5	1,1	0,3	3,6	2,7	0,8	1,9	2,1	1,9
	Tiempo Medio Para Reparar Detencion No Progr [Hrs]	(D100+D300) / eventos (D100+D300)	0,6	0,7	0,7	1,2	2,3	2,1	0,6	1,5	0,5	0,3	1,3	0,3	1,0	0,5	0,3	2,1	1,2	0,3	1,1	1,7	0,6
	Tiempo Medio para Reparar Fallas [Hrs]	D100 / eventos (D100)	0,7	0,6	0,9	1,5	1,0	3,6	1,2	1,8	0,5	0,3	0,3	0,4	1,4	0,3	0,3	6,2	2,0	0,4	1,6	2,1	0,8
	Uso de Disponibilidad Física [%]	T300 / T200	99	99	99	98	98	100	94	100	100	98	97	97	100	100	100	100	99	100	100	100	100
	Utilización General (Operating time) [%]	P200 / T000	97,2	96,1	97,5	92,6	86,4	97,4	91,9	83,8	97,7	84,6	83,0	85,4	97,2	97,8	99,2	94,3	95,0	97,9	97,9	96,5	96,4
	Utilización General (Operating time) [%]	P200 / T000	96,5	97,5	88,4	97,4	86,5	97,7	83,5	85,4	97,6	99,2	94,7	97,9	97,0	96,4							

Tabla. 20: Principales indicadores de desempeño considerados para la evaluación de Planta Los Bronces y Planta Confluencia, durante el periodo Enero a Julio del 2018.

En la siguiente figura de forma simultánea, se puede ver el comportamiento de los indicadores más relevantes para el área de Confiabilidad, que son el MTTF y el MTTR promedio para los Molinos SAG de Planta Los Bronces:

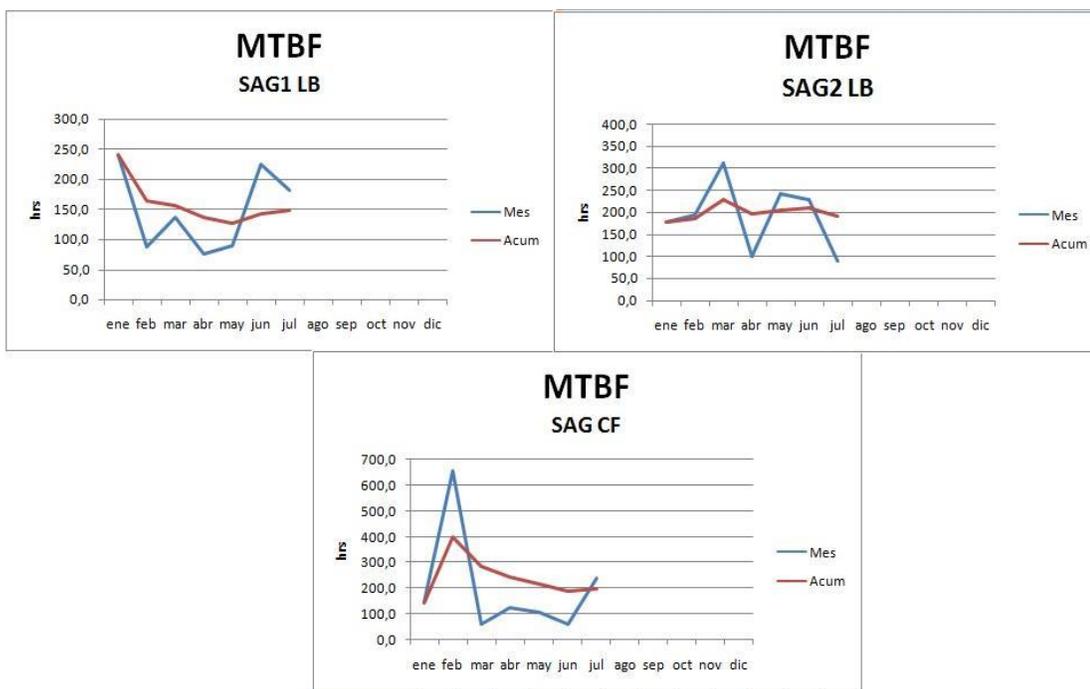
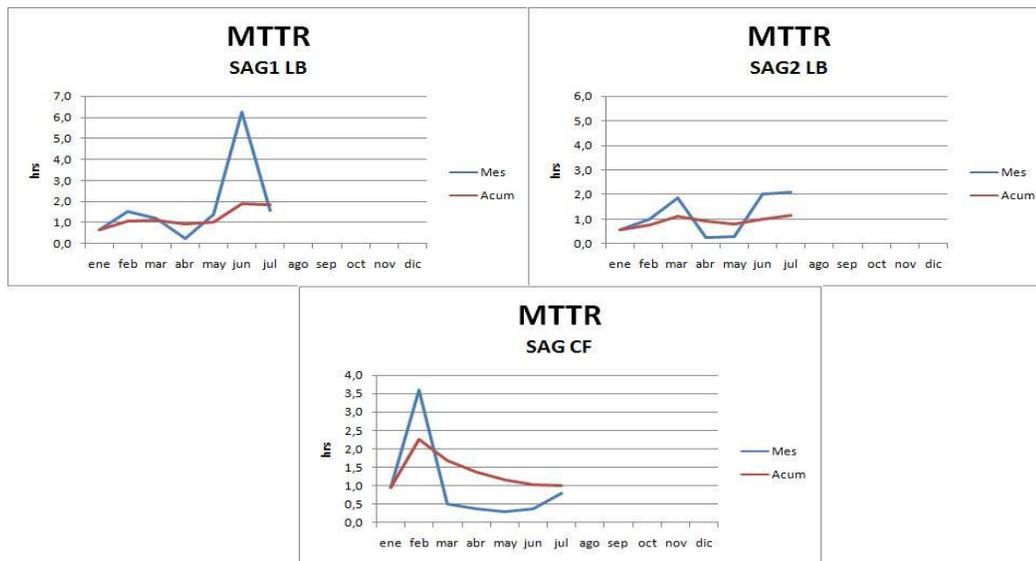


Grafico 4: diagramas de los indicadores de desempeño MTTF para los molinos SAG, Operación Los Bronces.



Gráfica 5: diagramas de los indicadores de desempeño MTTR para los molinos SAG, Operación Los Bronces

Con estos indicadores se puede llegar a la conclusión que el Molino SAG 1 necesita un mayor análisis de RCA que el SAG 2. Si bien el Molino SAG 2 es más crítico en el proceso de Molienda que el SAG 1, presenta mayor grado de Confiabilidad por su mayor

tiempo entre detenciones y posee mejor mantenibilidad durante este año al mostrar el menor tiempo de reparación promedio para las fallas.

Para tener una noción de las principales fallas se utiliza la metodología del diagrama Jack Knife. En las siguientes imágenes se puede ver las principales detenciones y sus diagramas Jack Knife respectivo para el periodo enero 2018 a julio 2018:

Punto	Elemento / Motivo	Hrs	N	MTTR
1	CT1-1: polea de cola	17,5	1,0	17,5
2	SAG1: Bomba Lubricación	10,0	8,0	1,2
3	CT2-1: Motor	5,3	1,0	5,3
4	SAG1: Agua en la Línea	5,3	1,0	5,3
5	SAG1: Pernos Revestimientos	4,7	8,0	0,6
6	SAG1: Válvulas	3,4	3,0	1,1
7	SAG1: Motor	3,2	2,0	1,6
8	SAG1: Embarque	3,0	3,0	1,0
9	CT2-1: Deslizamiento	2,3	10,0	0,2
10	CT1-1: Polín de Retorno	1,8	2,0	0,9
11	SAG1: Revestimiento	1,8	1,0	1,8
12	CT1-1: Guardera	1,7	1,0	1,7
13	SAG1: Comunicaciones	1,2	4,0	0,3
14	CT1-1: Polín de Carga	1,2	2,0	0,6
15	SAG1: Error Operacional	1,1	2,0	0,5
16	Harnero SAG1: Motor	1,1	1,0	1,1
17	SAG1: Cambio Bomba	1,0	3,0	0,3
18	CT3-1: Activación Pull Cord	0,8	4,0	0,2
19	SAG1: Procedimiento Partida	0,7	4,0	0,2
20	SAG1: Congelamiento de líneas	0,4	1,0	0,4
21	SAG1: Sensor de temperatura	0,4	1,0	0,4
22	SAG1: Limpieza	0,4	1,0	0,4
23	SAG1: Lógica DCS	0,2	1,0	0,2
24	CT2-1: Atollo Chute	0,2	1,0	0,2
25	SAG1: Controladores	0,2	1,0	0,2
26	CT1-1: Activación Pull Cord	0,1	1,0	0,1
27	SAG1: Alimentador Principal	0,1	1,0	0,1
28	SAG1: Atollo Descarga	0,1	1,0	0,1

Tabla 21: Tabla de principales detenciones del Molino SAG 1 Planta SAG Los Bronces, con el equipo asociado y el tiempo que duró la detención. (fuente: creación propia)

A partir de esta tabla se puede generar el diagrama para el molino SAG 1, como se puede ver en la siguiente imagen

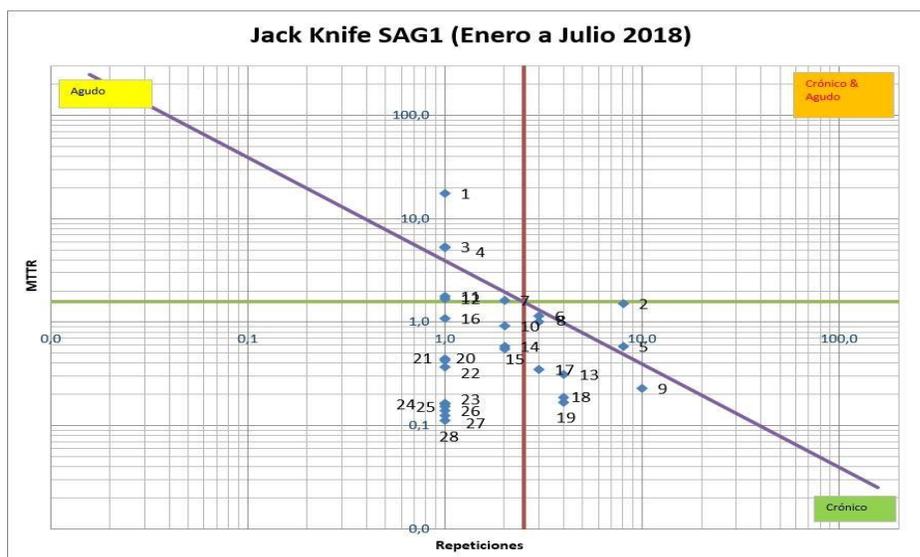


Grafico 6: Diagrama Jack Knife Molino SAG 1 Planta SAG Los Bronces, periodo Enero a Julio 2018 (fuente: creación propia)

Esto se puede complementar con el siguiente diagrama de Pareto del molino SAG 1 a partir de la misma tabla:

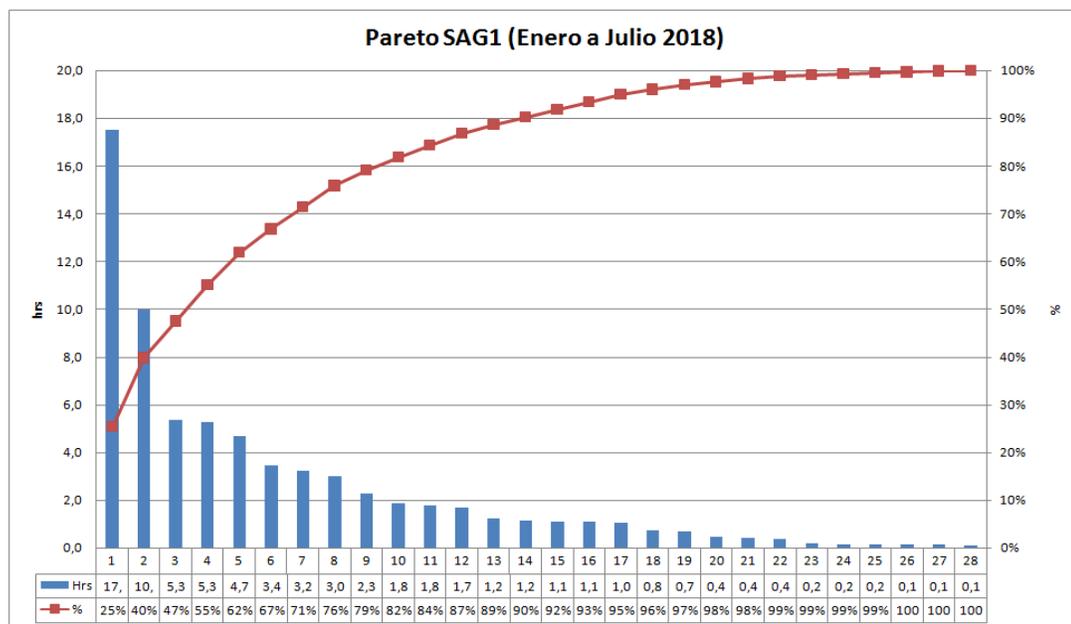


Grafico 7: Diagrama de Pareto para las detenciones asociadas al Molino SAG 1, Planta SAG Los Bronces (fuente: creación propia)

Se deja de manifiesto que las primeras dos detenciones son las causantes del 40 % del tiempo total detenido del Molino SAG 1 de Planta Los Bronces durante el primer semestre del año. E incluso solo la detención por la correa Transportadora CT1-1 se abarca el 25 % del tiempo total de detención de la planta al cumplir el principio de Pareto, por lo que se escoge esta última detención para analizar

5.4.1. Análisis de Falla Correa Transportadora:

0:52 hrs del día 16 de Julio 2018 se detiene Molino SAG 1 al detenerse correa 1-1 por la fractura de los soportes de los rodamientos del tambor de cola de la correa. Además, se encuentra una rotura en el chute 1 de alimentación a la correa, y gran cantidad de material acumulado en la zona. El método que se utiliza para encontrar la causa raíz en este caso, es el de los 5 ¿Por qué? Como se aprecia en la siguiente imagen:

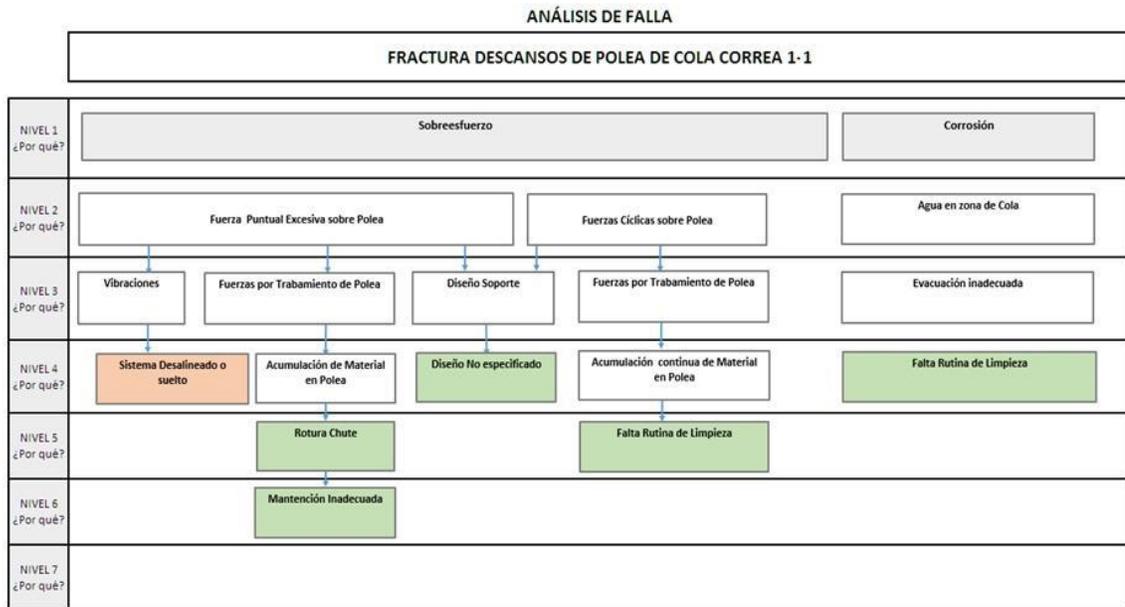


Fig. 56: Análisis de Falla Polea Cola correa de alimentación Molino SAG 1 método de los 5 ¿Pot qué?, Planta SAG Los Bronces (fuente: creación propia)

el registro del evento de falla se puede ver en las siguientes imágenes:



Fig. 57: Evidencia de la falla funcional tambor polea de cola correa alimentación SAG1 Planta molienda SAG Los Bronces. (fuente: creación propia)



Fig. 58: Evidencia de la falla funcional revestimiento y descanso polea de cola correa alimentación SAG1 Planta molienda SAG Los Bronces. (fuente: creación propia)

Según el análisis efectuado, y con las evidencias encontradas en terreno, se concluye lo siguiente:

Al soporte de los rodamientos de la polea se le generó una grieta antes de la falla catastrófica en cuestión. Esta grieta se genera debido a dos condiciones: la corrosión existente en el descanso (alta presencia de agua) y la evidencia que el descanso instalado no corresponde a lo señalado en el plano de diseño. Posee un 18% menos de resistencia a la fractura. Lo anterior, en condiciones extremas de carga y ambientales, es un factor importante. La fractura final se genera por trabamiento debido a material acumulado debido a desprendimiento de plancha en el chute N°1.

Otros hallazgos importantes:

Se generó un alza significativa de corriente del motor de la correa al menos 1 hora antes de la falla. No existe alarma que alerte al operador de esta condición. Se genera alza de corriente por trabamiento de polea.

Se realiza dos partidas posterior a la detención de la cinta por alta corriente. Por los tiempos de reposición involucrados, se desprende que se resetea el sistema, sin verificar causa real de la caída por alta corriente. Lo anterior (partida del equipo con polea quebrada) pudo generar un daño aún mayor en todo el sistema

A partir de la reunión de análisis de causa raíz se llega a los siguientes planes de acción que permitan la repetición de esta falla:

Causa	Plan de Acción	Responsable	Fecha límite
1	Realizar revisión y reforzamiento de planchas base de los chutes.	Jefe de Mantenimiento Mecánica	30-08-2018
2	Verificar diseño de rodamientos y soportes para optimizar según condiciones extremas del sistema.	Jefe de Confiabilidad	30-08-2018
3	Estandarizar de acuerdo al estudio anterior los repuestos de la correa. No están definidos con reposiciones adecuadas.	Jefe de Mantenimiento Mecánica	30-09-2018
4	Instalar raspador en retorno para evitar llegada de material (fugas) hacia polea de cola.	Jefe de Mantenimiento Mecánica	30-09-2018
5	Establecer Estándar Job para limpieza rutinaria de operaciones y establecer rutina predictiva para chequeo de zona de descansos.	Jefe de Confiabilidad	30-08-2018
6	Instalar cámara para visualizar estado en zona de cola de la correa.	Jefe mantenimiento Eléctrica	30-11-2018
7	Implementar alarma de sobre corriente a 40 A en Sala de Control. A los 45 A debe generarse detención de feeders de Alimentación.	Jefe de operaciones	30-08-2018
8	Generar registro con difusión de este informe en todos los Turnos Operativos	Jefe de Planificación	30-08-2018

Fig. 59: Tabla de conclusiones obtenidas en el análisis RCA, por falla polea cola correa alimentación molino SAG 1 Planta SAG Los Bronces. (fuente: creación propia)

En el caso de Planta Confluencia las principales detenciones durante enero a Julio del 2018 se pueden ver en las siguientes imágenes:

Punto	Elemento / Motivo	Hrs	N	MTR
1	MLS001: Sistema de lubricación	11,5	11,0	1,0
2	MLS001: Pernos Revestimientos	4,0	7,0	0,6
3	Harnero MLS001: Bastidor Principal	1,7	1,0	1,7
4	MLS001: Protección contra incendio E-House	1,6	3,0	0,5
5	CVB007: Polín de Retorno	1,5	3,0	0,5
6	CVB007: Atollo Chute	1,5	1,0	1,5
7	CVB007: Guardera	1,3	2,0	0,7
8	MLS001: Sobrecarga	1,0	1,0	1,0
9	MLS001: Nivel carga insuficiente	1,0	2,0	0,5
10	CVH102: Desalineamiento	0,9	6,0	0,1
11	CVB100: Sensor Velocidad	0,8	3,0	0,3
12	MLS001: Crash Stop	0,7	1,0	0,7
13	CVB007: Corte Correa (Belt Rip)	0,7	2,0	0,4
14	Harnero MLS001: Aseo Planta	0,6	1,0	0,6
15	MLS001: Actuador Freno	0,5	1,0	0,5
16	CVH102: Motor	0,5	2,0	0,2
17	CVB007: Desalineamiento	0,4	1,0	0,4
18	CVB007: Inspección	0,4	1,0	0,4
19	CVH101: Activación Pull Cord	0,4	5,0	0,1
20	MLS001: Controladores	0,4	1,0	0,4
21	MLS001: Cambio de Filtro	0,3	1,0	0,3
22	CVB100: Desalineamiento	0,3	3,0	0,1
23	CVB007: Activación Pull Cord	0,3	3,0	0,1
24	CVB007: Variador (VDF)	0,2	2,0	0,1
25	MLS001: Atollo Descarga	0,2	1,0	0,2
26	CVH102: Corte Correa (Belt Rip)	0,2	1,0	0,2
27	Cto. Pebbles: Mecánica	0,2	2,0	0,1
28	CVH102: Activación Pull Cord	0,2	2,0	0,1
29	Harnero MLS001: Motor	0,1	1,0	0,1
30	CVB100: Activación Pull Cord	0,1	2,0	0,1
31	CVH102: Deslizamiento	0,1	1,0	0,1
32	CVH102: Polea Cabeza	0,1	1,0	0,1
33	CVB100: Sobrecarga	0,1	1,0	0,1
34	CVH101: Enclavamiento	0,1	1,0	0,1

Tabla 22: Tabla de principales detenciones en el primer semestre del 2018 con las horas detenidas que estuvo el Molino SAG, Planta Confluencia. (fuente: creación propia)

poder escoger la estrategia de mantenimiento adecuado, ya que esta falla abarca el 32 % del tiempo total de detenciones.

5.4.2. Análisis de Falla Harnero Vibratorio:

El día 21 de julio del 2018 al comienzo del turno, en una rutina de inspección se detecta una grieta de aproximadamente 6 [in] de longitud en el centro de la viga madre del Harnero. Por lo cual se debe informar el jefe de turno, para cambiar por el harnero SAG N°2 (Stand-by), por lo cual se tiene que detener el molino SAG por 2 [Hr] para las reparaciones en el harnero SAG N°1 y es la cuarta que sucede en lo que lleva del año. En la siguiente figura se puede ver el hallazgo hecho en la inspección del Harnero:

Descripción de la falla del equipo:



Fig. 60: registro fotográfico de la falla en el Harnero SAG, Plantta SAG Confluencia (fuente: creación propia)

El análisis fue realizado mediante el árbol de falla, el cual se puede ver en la siguiente figura:

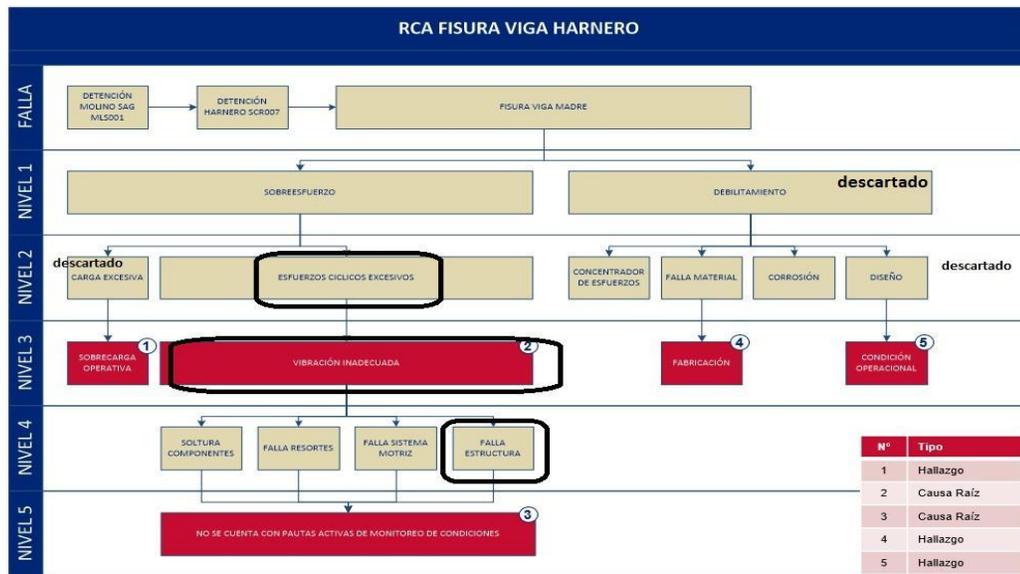


Fig. 61: árbol de falla para la detención del Harnero vibratorio, Planta SAG Confluencia
(fuente: creación propia)

La conclusión fue realizada por un grupo investigador en los que encuentra Jefe de operaciones, personal de mecánica de interiores, ingeniero metalurgista, especialista en monitoreo de condición y personal del área de confiabilidad, los cuales llegan a concluir que las posibles causas de la fisura en la viga madre se debe a una vibración inadecuada producto de:

- | | |
|----------------------------|-----------------------|
| 1.- Soltura de componentes | 2.- falla de resortes |
| 3.- falla sistema motriz | 4.- falla estructural |

Se concluye que la principal causa es una falla de tipo estructural y que actualmente no se cuenta con ningún tipo de monitoreo de condición asociado a las vibraciones del harnero ni del estado estructural, por lo que sólo en base a inspecciones visuales y experiencia de los mantenedores se eleva el requerimiento de ensayos no destructivos. Además, se encuentra que el detalle de la pauta asociado a la inspección estructural es demasiado amplio y no detalla elementos críticos a revisar, sino que más bien una inspección en general al equipo.

5.4.3. Análisis de Falla Sistema de Lubricación

El día sábado 21 de Marzo de 2018 a las 11:00 hrs, se genera una alarma de bajo flujo en descansos principales del Molino SAG. En ese momento se regulan flujos, y se coloca en servicio el sistema. Luego, durante la tarde (16:40 hrs) se vuelve a generar 2 eventos por Alarma de bajo flujo.

Posteriormente, se detiene por alarma a las 20:00 hrs del día sábado. Se generan sucesivos eventos de alarma (9 eventos). Durante ese lapso de tiempo se detecta contaminación de aceite. Se realiza un cambio parcial de aceite, y se regula flujos. Se coloca en servicio el Molino a las 6:15 hrs del día domingo. Durante el día domingo continúan los eventos de Trip (2 eventos).

Finalmente, y por la condición detectada del aceite, se decide cambio total del aceite del Sistema de Lubricación. Ello implica también limpieza del estanque. Además, se cambian bombas de Alta y Baja por nuevas. El molino detiene desde 21:51 hrs del día domingo hasta 04:00 hrs del día lunes. Parte sin problemas de flujo.



Fig. 62: Filtro de descarga bombas de baja presión del Molino SAG 1, Planta molienda SAG Los Bronces (fuente: creación propia)

5.5. Componentes Críticos:

Si bien para la implementación del Plan Matriz la organización cuenta con su propia evaluación de criticidad y matriz de riesgo para la estimación de cualquier activo de la empresa, para tener una metodología cuantitativa de su valor e impacto en el proceso productivo, este solo se utiliza a nivel de sistema o de equipos. Para la determinación de

criticidad de componentes, se usa en una metodología cualitativa, la cual está basada en el criterio de los mantenedores de los equipos críticos. Sus opiniones se justifican en la mantenibilidad, impacto en la producción y probabilidad de falla de estos componentes de acuerdo al historial de falla de cada equipo y sobretodo su experiencia personal. La ventaja de esta metodología es su bajo costo y simplicidad de implementar esta metodología en comparación a una metodología cuantitativa, como los talleres de AAC. Este proceso se lleva a cabo en Planta Confluencia y sirve como base para una futura bodega para las mantenciones que se deban realizar.

Los principales objetivos de la gestión de estos inventarios son:

- Costos de inventarios óptimos.
- Capital circulante inmovilizado bajo
- Cumplir con los requerimientos para las órdenes de trabajo aprobados

Este stock de repuestos se basa en una política de inventario según necesidad de cumplir con futuras ordenes de trabajos, que si no se llevan a cabo tendrán falla con alto impacto en la producción y/o política de inventario según nivel de existencias, para aquellos repuestos que tienen gran probabilidad de falla.

Basado en los talleres de AAC que determinan los equipos críticos, se eligieron prioritariamente aquellos equipos que tienen impacto directo en la producción o consecuencia de falla considerables para la Planta Confluencia. Los activos físicos elegidos son:

- 1) Sistema de correas overland
- 2) Motor del Molino SAG y de los dos Molinos de bolas
- 3) Sistema de lubricación Molino SAG y de los dos Molinos de Bolas
- 4) Harnero de descarga
- 5) Revestimientos Molino SAG

Primero se parte por reuniones con 2 mantenedores expertos de cada equipo los cuales ayuda a contabilizar y describir cada componente. Luego esta información se complementa con los planos disponibles de cada equipo, si es que se cuenta con él.

Después de recopilar y catalogar los componentes en reuniones posteriores se debe reevaluar la criticidad del componente.

En una última etapa se debe verificar si existen estrategias de mantenimiento asociados específicamente a ese componente y asignar tareas de mantenimiento pertinentes. En el caso de componentes que son críticos por su probabilidad de falla, más que por su impacto se

puede optar por verificar las estrategias de su subsistema asociado y generar estrategias de mantenimiento restaurativas o acciones proactivas.

5.5.1. Correas transportadoras:

Antes de empezar con sus componentes críticos hay que distinguir los subsistemas más destacados de cualquier correa transportadora en la organización. En la siguiente imagen se muestra un esquema general de una correa overland, pero hay que destacar que cada correa puede no contar con alguno de sus subsistemas o en el caso contrario tener varios y además que su configuración depende de su ubicación en la Planta:

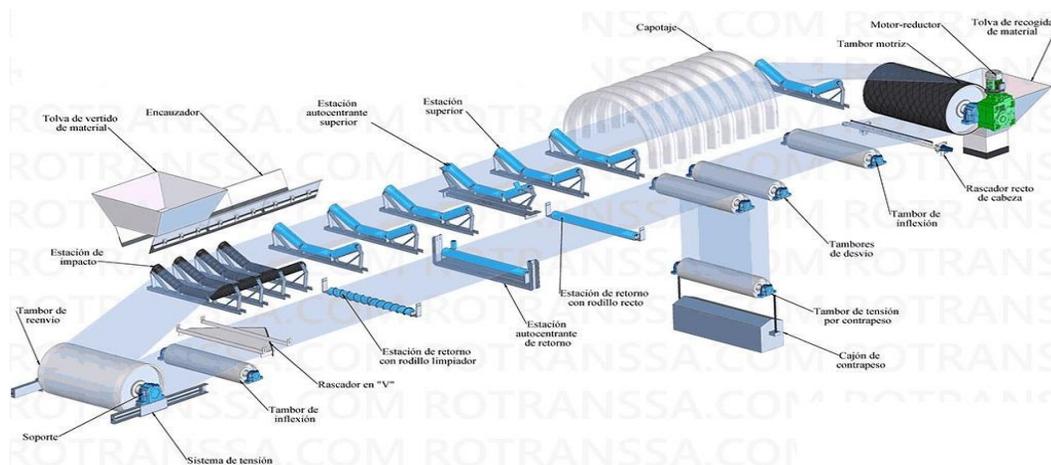


Fig. 63: ejemplo de correa transportadora (fuente internet)

Las correas que se consideran en este proceso son:

- Correa alimentación Molino SAG
- Correa alimentación bolas a molino de Bolas
- Correa descarga Chancadores.
- 4 correas de transferencia hacia los molinos de Bolas.
- 2 Chute distribuidor de Pebbles

Los componentes críticos de la correa de alimentación se muestran en la siguiente figura:

Equipo	componentes	codigo	unidades en operación	razon de criticidad alta	Modo (s) de Falla (s)
correa alimentacion molino SAG CVB007	ALINEADOR	AM1741363	4	Consecuencia de falla	Abrasión
	rodillo conico alineador	1233576	4	Consecuencia de falla	Abrasión
	ALINEADOR	AM1741364	2	Consecuencia de falla	Abrasión
	RODILLO ALINEADOR RETORNO PLANO	AM1741365	2	Consecuencia de falla	Abrasión
	polea cabeza	1156140	1	Consecuencia de falla	Abrasión
	cinta transportadora	1156256	465mt	Probabilidad y consecuencia de falla	Impacto / Abrasión / tensión / uso
	polea deflectora	1156272	1	Probabilidad y consecuencia de falla	-
	polea deflectora	1156280	1	Probabilidad y consecuencia de falla	-
	polea tensora	1156305	1	Consecuencia de falla	Contaminación
	polea motriz	1156314	1	Consecuencia de falla	Contaminación
	reductor de velocidad	1156330	1	Consecuencia de falla	uso
	acoplamiento flexible	1156348	1	Probabilidad de falla	-
	acoplamiento rigido	1156355	1	Probabilidad de falla	-
	polea retorno	1156389	1	Probabilidad de falla	-
	manguito	346635	4	Probabilidad y consecuencia de falla	-
	manguito	1157783	2	Probabilidad y consecuencia de falla	-
	manguito	1157858	4	Probabilidad y consecuencia de falla	--
	manguito	1157874	2	Probabilidad y consecuencia de falla	-
	rodamiento	789503	4	Probabilidad de falla	-
	rodamiento	1157924	2	Probabilidad de falla	-
	rodamiento	414631	4	Probabilidad de falla	-
	rodamiento	am08362	2	Probabilidad de falla	-
	motor electrico	1170547	1	Consecuencia de falla	uso / contaminación / edad
	descanso	am08018	2	Probabilidad de falla	-
	sello	am08018	2	Probabilidad de falla	-
	descanso	am08018	4	Probabilidad de falla	-
	descanso	am08018	4	Probabilidad de falla	-
	sello	am08018	4	Probabilidad de falla	abrasion
	sello	1226406	4	Consecuencia de falla	impacto
	anillo	1226414	4	Probabilidad de falla	-
	tapa	1226422	2	Probabilidad de falla	-
	sello	1226430	2	Probabilidad de falla	impacto
	anillo	1226448	2	Probabilidad de falla	vibracion
	tapa	1226455	1	Probabilidad de falla	impacto / vibracion
	anillo	1226521	4	Probabilidad de falla	-
	tapa	1226539	2	Probabilidad de falla	impacto
	anillo	1226547	2	Probabilidad de falla	-
	tapa	1226554	1	Probabilidad de falla	impacto
	polea cabeza	1285717	1	Consecuencia de falla	Abrasión
	polea motriz	1285725	1	Consecuencia de falla	uso / contaminación
reductor de velocidad	1285865	1	Consecuencia de falla	uso / contaminación	

Tabla 23: Tabla componentes críticos según mantenedores, correa alimentación molino SAG, Planta SAG Confluencia (fuente: creación propia)

Las otras tablas de componentes críticos de las demás correas se encuentran en el anexo D.

Estos son los repuestos críticos según la experticia de los mantenedores, después se verifica con los modos de falla correspondiente a esta correa designados por lo grupos de revisión RCM. Los componentes destacados en rojo son los que no tenían asignado un modo de falla en específico para ese componente, por lo que no tienen tareas de mantenimiento asignadas en particular, sino que tareas asociadas al subsistema en general al que pertenecen.

5.5.2. Motor Gearless (GMD) Molinos SAG y Bolas:

Los componentes críticos de los motores de los 3 molinos si bien tienen baja probabilidad de falla, tienen una consecuencia muy alta en la producción, ya que la falla de algunos de estos componentes implica la detección directa del molino asociado y la adquisición de repuestos puede tardar semanas o meses en algunos casos, por lo que es esencial contar con repuestos, En general tienen un valor de compra y almacenaje menor que la hora de detención de un molino. En la siguiente figura se muestra los componentes críticos del motor:

equipo	componente	descripción	codigo	razon de criticidad	modo (s) de falla (s)
MOTOR GEARLES DRIVE (GMD) MOLINOS ML 5001 (SAG), MLB001 (BOLAS 1) y MLB002 (BOLAS 2)	TABLERO PROTECCION	LIN-300, CAJA PROTECCION 14-12-8	1159929		
	MODULO ELECTRONICO	LINEARIZACION LIN-331-162-120	1159847	Consecuencia en producción	sobrecorriente
	MODULO ELECTRONICO	BITOP SIMPLE 760 V NOM 15 KV AISLACION	1159805	Consecuencia en producción	sobrecorriente
	COMPRESOR TRANSFORMA DOR PODER	COMPRESOR DE AIRE 5.5 KVA 40063 V (Cargador de baterías)	AM0038328A	Consecuencia en producción	uso / contaminación
	INTERCAMBIA DOR CALOR	PLACAS TIPO GL13PD24 (24 PLACAS) DIBUJO NO 44 30368-1 PIEZA NO. 2	1160514	Consecuencia en producción	fatiga
	BOMBA ROTATORIA	ETASECCO, C32-200742 CINDTOR D3152.4.0 2856 RPM 5.7 KW 354000630V 50HZ IP55	1160522	Consecuencia en producción	uso / contaminación
	TRANSFORMA DOR CORRIENTE	DISEÑO NO. 44 30368-1 600 A 230V MAX. FUENTE PODER 24V 15% L1160076591	1160837	Consecuencia en producción	sobrecorriente
	TIRISTOR	T238R527807 TENSION INVERSA PEAK 5200V CORRIENTE CONTINUA MAX 2300 A CORRIENTE IMPULSO	1159656	Consecuencia en producción	sobrecorriente
	TIRISTOR	EST T6166 (60X5222)	1160704	Consecuencia en producción	sobrecorriente
	MODULO ELECTRONICO	MEMORIA M55 32 BIT 2 MB FLASH-EPROM 8 KB EPROM	1160126	Consecuencia en producción	sobrecorriente / vibración
	MODULO ELECTRONICO	CPU 47H-SMATIC S7-4001 4 INTERFACES 1 MPDP, 1 DP A, 2 MEMORIA 30 MB 15 MB CODIGO DE MEM DISTO, PARADUO	1160951	Consecuencia en producción	sobrecorriente / vibración
	MODULO ELECTRONICO	MEMORIA M541 16 BIT, 80 KB EPROM 2 MB EPROM	1160110	Consecuencia en producción	sobrecorriente / vibración

Tabla 24: Tabla componentes críticos de los motores de los molinos SAG y Bolas, Planta Confluencia

Esta tabla se aplica a los 3 Molinos, ya que tiene el mismo sistema de accionamiento.

La tabla completa se muestra en el anexo E.

5.5.3. Sistema de lubricación:

Cada Molino cuenta con su propio sistema centralizado de lubricación de configuración son idénticos salvo que los molinos de Bolas cuentan con 4 pares de pastillas de frenos, mientras que el Molino SAG cuenta con 3 pares, por lo mismo también se diferencia en una válvula de control de flujo adicional. La siguiente figura muestra el listado de componentes críticos:

Equipo (nivel 1)	Subsistema (nivel 2)	componentes (nivel 3)	codigo ellipse	unidades en operación	razon de criticidad alta	modo (s) de falla (s)
Sistema de lubricacion molino SAG	Descansos principales: Alimentación + Descarga	almohadilla cojinete pad radial	sin codigo	4	Probabilidad y consecuencia de falla	abrasion
		pad radial	114526	4	consecuencia de falla	uso
		sensor de pad axial	1270560	4	consecuencia de falla y tiempo de espera	fatiga / vibracion
		pad axial	1145150	2	consecuencia de falla	uso
		sensor de temperatura	1270560	20		
		valvula de bolas	319921	8	probabilidad y consecuencia consecuencia de falla	fatiga / vibracion
		valvula de control de flujo	1145176	32	consecuencia de falla	-
	Rack de instrumentación: Alimentación + Descarga	divisor de flujo	1145259	1	consecuencia de falla	Ataque Químico / Contaminación / abrasión
		transmisor de presión	1145267	8	consecuencia de falla	uso / contaminación
		transmisor diferencial de presión diferencial de presión; Rack-instrum. Aliment + descarga	1145325	4	probabilidad y consecuencia de falla	uso / contaminación
		divisor de flujo; rack instrum. Alimen.	1145309	1	consecuencia de falla	uso / contaminación
		divisor de flujo; rack inst. descarga	1145259	1	consecuencia de falla	Ataque Químico / Contaminación / abrasión

Tabla 25: tabla de repuestos críticos sistema de lubricación Molino SAG, Planta Confluencia (fuente: creación propia)

La tabla completa de componentes críticos se encuentra en el anexo G, los componentes destacados en rojo no tienen designados tareas de mantenimiento, y al cruzar la información con los talleres de revisión RCM tampoco se encuentran modos de falla designados a esos componentes. Los destacados en naranja no tenían código asignado por lo que deben ser catalogados de manera correcta y ver si es necesario asignar tareas de mantenimiento específicos a esos componentes.

5.5.4. Harnero de descarga Molino SAG:

Se mencionó anteriormente la criticidad de este equipo en el análisis de falla; por su ubicación dentro de la línea de proceso y a los esfuerzos al que se ve sometido es importante contar como mínimo con stock de los componentes críticos, debido a su alta probabilidad de falla y su consecuencia de una falla funcional, ya que una detención del harnero, implica directamente una detención del Molino SAG. En la siguiente figura, se describe los componentes considerados importantes:

Equipo	componentes	codigo	unidades en operación	razon de criticidad	modo(s) de falla(s)
Harnero SAG	EJE CARDAN	1135342	1	probabilidad y consecuencia de falla	abrasión / impacto
	EJE CARDAN	1135359	2	probabilidad y consecuencia de falla	abrasión / impacto
	RESORTE COMPRESION	1135250	24	probabilidad y consecuencia de falla	vibración
	PERFIL LONGITUDINAL	1135565	22	probabilidad y consecuencia de falla	Impacto
	PERNO CAREZA HEXAGONAL	1135300	24	probabilidad de falla	-
	ARANDELA PRESION 302	1135284	36	probabilidad de falla	-
	BULNERO HEXAGONAL	1135292	72	probabilidad de falla	-
	PERNO CAREZA HEXAGONAL	1135268	24	probabilidad de falla	-
	ARANDELA PLANA	1135276	72	probabilidad de falla	-
	PERFIL LONGITUDINAL	1135581	88	probabilidad y consecuencia de falla	edad
	ANDE RODAMIENTOS	AM0789581	1	probabilidad de falla	-
	PUENTE	AM0789579	1	probabilidad y consecuencia de falla	Vibración
	PERNO RODAMIENTOS	AM0789580	1	probabilidad de falla	-
	TRANSVERSAL INTERMEDIA	1135540	12	probabilidad y consecuencia de falla	Abrasión
	TRANSVERSAL ALIMENTACION 2º	1135557	1	probabilidad y consecuencia de falla	Abrasión
	TRANSVERSAL ALIMENTACION 1º DECK	1135524	1	probabilidad y consecuencia de falla	Abrasión
	TRANSVERSAL ALIMENTACION 1º DECK	1135532	2	probabilidad y consecuencia de falla	Abrasión
	COJINETES DEL ACCIONAMIENTO	AM0789583	2	probabilidad y consecuencia de falla	vibración
	CUÑA FIJACION MALLAS LATERALES, IZQUIERDA	1135318	16	probabilidad y consecuencia de falla	Fatiga
	CUÑA FIJACION MALLAS LATERALES derecha	1135326	16	probabilidad y consecuencia de falla	Fatiga
		1135599	1	probabilidad de falla	-
	PERFIL LONGITUDINAL	1135573	66	probabilidad y consecuencia de falla	abrasion / impacto

Tabla 26: Tabla componentes críticos Harnero vibratorio, Planta Confluencia (fuente: creación propia)

Nuevamente los componentes destacados en rojo son aquellos que no tienen asignados, por parte de los talleres de revisión, tareas de mantenimiento particulares o un modo de falla específico asociados a cada componente.

5.5.5. Revestimiento Molino SAG y Molinos de Bolas:

Cualquier detención del molino SAG implica una paralización de Planta Confluencia, por lo que hay que estar atentos a las zonas con mayor concentración de esfuerzos por su alta probabilidad de falla. Esto es la principal razón para los componentes de revestimiento de los Molinos, ya que en la etapa de molienda por efecto de cascada que se genera y la dureza del material procesado, sumado a las bolas de acero de molienda, genera gran abrasión y esfuerzos dentro del molino SAG, los efectos de este modo de falla varían en el tiempo, por lo que se recomienda con tener un stock mínimo. La siguiente figura muestra los componentes críticos del revestimiento del molino SAG:

Equipo (nivel 1)	Subsistema (nivel 2)	componentes (nivel 3)	codigo	unidades en operación	razon de criticidad alta	modo de fallas
Molino SAG	Tapa Alimentación	Placa Unificada	1268523	32	Probabilidad y consecuencia de falla	Impacto / abrasion
		Esquineros alimentación y	AM0936367	60	Probabilidad y consecuencia de falla	Impacto / abrasion
	Cilindro	Lifter cilindro alimentación	AM0994222	30	Probabilidad y consecuencia de falla	Impacto / abrasion
		Lifter cilindro central	AM0994223	30	Probabilidad y consecuencia de falla	Impacto / abrasion
		Lifter cilindro descarga	AM0994224	30	Probabilidad y consecuencia de falla	Impacto / abrasion
		Placa cilindro alimentación	AM0994225	30	Probabilidad y consecuencia de falla	Impacto / abrasion
	Descarga	Placa cilindro central	AM0994226	30	Probabilidad y consecuencia de falla	Impacto / abrasion
		Placa cilindro descarga	AM0994227	30	Probabilidad y consecuencia de falla	Impacto / abrasion
		Parrilla S	1287689	16	Probabilidad y consecuencia de falla	Impacto / abrasion
		Placa intermedia descarga	1257757	16	Probabilidad y consecuencia de falla	Impacto / abrasion
		Cajón exterior + Corner bloc	AM0994231	32	Probabilidad y consecuencia de falla	Impacto / abrasion
		Cono descarga	AM0994233	8	Probabilidad y consecuencia de falla	Impacto / abrasion
		Cono sacrificio	1179720	1	Probabilidad y consecuencia de falla	Impacto / abrasion
Equipo (nivel 1)	Subsistema (nivel 2)	componentes (nivel 3)	codigo	unidades en operación	razon de criticidad alta	modo de fallas
Molino Bolas 1	Tapa Alimentación	Placa interior alimentación	AM0994234	14	Probabilidad y consecuencia de falla	Impacto / abrasion
		Placa exterior alimentación y descarga	AM0994235	56	Probabilidad y consecuencia de falla	Impacto / abrasion
	Cilindro	Esquinero alimentación y d	1269653	48	Probabilidad y consecuencia de falla	Impacto / abrasion
		Placa cilindro alimentación	1239219	24	Probabilidad y consecuencia de falla	Impacto / abrasion
	Descarga	Placa cilindro central y desc	1239227	120	Probabilidad y consecuencia de falla	Impacto / abrasion
		Placa interior descarga	AM0994236	14	Probabilidad y consecuencia de falla	Impacto / abrasion
Equipo (nivel 1)	Subsistema (nivel 2)	componentes (nivel 3)	codigo	unidades en operación	razon de criticidad alta	modo de fallas
Molino Bolas 2	Tapa Alimentación	Placa interior alimentación	AM0994234	14	Probabilidad y consecuencia de falla	Impacto / abrasion
		Placa exterior alimentación y descarga	AM0994235	56	Probabilidad y consecuencia de falla	Impacto / abrasion
	Cilindro	Esquinero alimentación y d	1269653	48	Probabilidad y consecuencia de falla	Impacto / abrasion
		Placa cilindro alimentación	1239219	24	Probabilidad y consecuencia de falla	Impacto / abrasion
	Descarga	Placa cilindro central y desc	1239227	120	Probabilidad y consecuencia de falla	Impacto / abrasion
		Placa interior descarga	AM0994236	14	Probabilidad y consecuencia de falla	Impacto / abrasion

Tabla 27: Repuestos críticos de revestimientos de los Molino SAG y Molinos de Bolas, Planta Confluencia (fuente: creación propia)

5.6. Migración de pautas:

Como se menciona en el capítulo anterior la gran herramienta de apoyo en la implementación del Plan Matriz es Rylson 8, ya que no solo ayuda a agilizar la metodología de trabajo expuesto en el capítulo anterior, también ayuda a registrar la información y conclusiones obtenidas por los grupos de revisión de RCM, sino que también es la plataforma donde se crea la estructura de las pautas de mantenimiento para las estrategias de mantenimiento escogidas en las mismas instancias.

Luego de ya tener la estructura principal de las pautas la cual incluye la tarea principal y secundaria que aborda un modo de falla establecido, se debe migrar hacia SAP cuando se ponga en operación a fines de este año, en el caso de las tareas de mantención recién creadas.

Para las tareas de mantención ya existentes o que sufrieron cambios primero se debe migrar estas pautas hacia Ellipse, para agregar aquellas acciones pre y pos mantención, como por ejemplo medidas de seguridad que se debe tener en cuenta al llevar a cabo una tarea. Luego de ser editadas en Ellipse se deben migrar hacia SAP. Primero Se migra un grupo de pautas, de forma simultánea, de las distintas áreas de mantención asociados a un número determinado de equipos críticos y después estarán disponibles en SAP. En una Segunda etapa se exporta pautas de forma individual e inmediatamente dejando estas pautas disponible en SAP a medidas que se necesite su migración.

El principal motivo de esto es la desventaja de Rylson 8, la creación de pautas con este software sólo considera aquellas acciones o tareas de mantenimiento que corrigen o eliminan un modo de falla. Es decir, no contempla aquellas acciones que se deben realizar o tener en cuenta antes de intervenir un equipo y tampoco considera aquellas acciones post actividad. Esto es algo que se debe corregir en cada pauta que se deben migrar hacia los sistemas ERP, ya que muchas de estas acciones involucran medidas de seguridad particulares para cada equipo, por lo que son imprescindibles (por ejemplo desenergizar o bloquear un equipo antes de cualquier tarea de mantención)

5.7. Estrategias de mantenimiento para asegurar el EBITDA de la organización.

El EBITDA es un indicador financiero. Su nombre deviene de las siglas en inglés de *Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization*, cuya traducción significa 'beneficios antes de intereses, impuestos, depreciación y amortización' de la empresa. Se utiliza para análisis financieros o de índole económico, como por ejemplo estimar la rentabilidad de una empresa y así poder tener una aproximación de la eficiencia de una organización; se aplica para medir la capacidad que tiene una empresa para generar futuros beneficios de una actividad productiva sin tomar en cuenta en sus cálculos la totalidad de los gastos. Por lo mismo un valor alto no significa algo positivo necesariamente, porque no considera los gastos después de la producción de la empresa.

Al 31 de diciembre de 2018, para 369.000 toneladas de cobre. En Anglo American solo se maneja un EBITDA a nivel de división de los Bronces el cual es:

$$EBITDA_{AA} = 969.000.000 \text{ [US\$]}$$

Como no existe EBITDA para las plantas se hace las siguientes suposiciones, para la simplificación del análisis:

- Se considera los costos unitarios como: $C1 = \text{Costos de extracción} + \text{Costos de tratamiento} + \text{Flete} + \text{fundición y refinación} + \text{Gastos de administración} - \text{costos de subproductos}$
- Las áreas de mina y Planta de Cátodos u otras dependencias de Anglo American generan ingresos despreciables en comparación a los ingresos producidos por las toneladas producidas por las Plantas de Molienda.
- La demanda de cobre permanecerá a la alza
- El costo de Hora hombre se fijará en promedio en 120 [US\$/Hr] independiente del área de mantención y si pertenezca a la compañía o a una empresa externa
- 1 hora de detención del Molino SAG implica una pérdida de utilidad bruta por 140000 dólares por concepto de ventas de Cobre fino

Al no considerar el endeudamiento de la empresa, un EBIDTA alto puede ser resultado de un elevado grado de apalancamiento, por lo que la capacidad real de la empresa de obtener beneficios puede verse reducida considerablemente. Al eliminar las amortizaciones productivas no tiene en cuenta las inversiones productivas realizadas para mantener la actividad del negocio, ni en el pasado ni en el período actual.

Por estas razones es que se incluye esta sección con solo con fines académicos para poder entender la relevancia de una buena gestión del mantenimiento no solo por mantener la funcionalidad y disponibilidad de los activos, sino que también influye en la rentabilidad de una organización

Ingresos (utilidad bruta)
- Gastos de administración
- Costos de ventas
EBIT
+ Depreciación y amortización
EBITDA

Fig. 64: Fórmula del indicador financiero EBITDA (fuente: creación propia)

$$EBITDA_{\text{división LB}} = 969.000.000 \text{ [US\$]}$$

Para Planta Confluencia se tiene

$$\text{Costo unitario} = 1.52 \text{ US\$/lb}$$

A continuación se introduce otro concepto antes de las propuestas, es el Modelo de Beneficios de Productividad.

Un aumento en la producción no siempre implica un aumento de la productividad de una empresa. En el contexto de esta memoria se debe destacar que el objetivo principal de aumentar la productividad debe ser la reducción de costos unitarios asociados a la producción de bienes y/o servicios; dado que el concepto de productividad hace referencia al grado de eficiencia con el que una empresa utiliza sus recursos para la elaboración de sus productos. Si se relaciona el concepto de precio unitario con el de productividad se pueden presentar dos escenarios respecto del desarrollo de la productividad bajo los cuales la organización puede impulsar distintas estrategias:

- Disminución de la productividad:

De acuerdo a lo recién expuesto esto implica un aumento de los costos unitarios donde las dos opciones que se puede optar es aumentar el precio de venta de sus productos o disminuir el margen de utilidad para mantener la competitividad.

- Aumento de la productividad:

Si la productividad de la organización aumenta, esto implica que los costos de producción disminuyen, dado que los factores empleados en el proceso de producción se han utilizado de manera más eficiente. Las dos estrategias que puede optar la empresa en este caso se resume en la siguiente imagen:

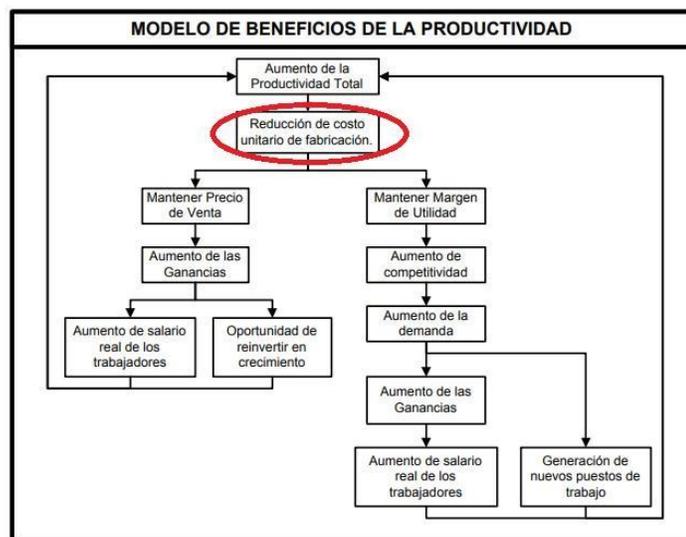


Fig. 65: Modelo de Beneficios de la Productividad (fuente: apunte clases USM Casa Central)

□

Mediante la mejora de la planificación y ejecución de las actividades de mantenimiento se puede reducir los costos unitarios de producción de cobre y aumentar la disponibilidad física de sus activos para poder lograr un aumento en la productividad []

Los valores de productividad que una organización puede alcanzar dependen de una variedad de factores tanto internos de la empresa como externos. Dentro de los factores internos están:

- Producto, según el valor agregado que le añade cada empresa.
- Materiales
- Factores humanos, referidos al incentivo de la fuerza laboral
- Tecnología
- Organización y Métodos de Trabajo

Es en estos dos últimos puntos en que se enfoca las siguientes propuestas de mantenimiento. En cuanto a la organización y métodos de trabajo, el Plan Matriz de RCM tiene por finalidad mantener niveles altos de disponibilidad de las plantas y por ende de productividad ayudando a la empresa a que se mantenga dinámica a través del tiempo en cuanto a las necesidades y requerimientos que tengan los activos de las Plantas, realizando las mantenciones de forma eficiente y tratando de eliminar aquellas actividades que no añaden valor al proceso productivo como también un apoyo eficaz para el proceso operativo al plantear como objetivo asegurar y alcanzar el grado de confiabilidad óptimo de las Plantas de Molienda y el área de Chancado.

Con este aumento en el grado de confiabilidad disminuyen los costos inherentes asociados a las fallas y costos de mantenimiento, los cuales hay que controlar ya que pueden inducir en un aumento en la tasa de recambio de activos, como a su vez en los costos derivados de la falta de productividad.

Y en cuanto a Tecnología, se refiere a que el grado de automatización tiene un impacto directo en la productividad, ya sea de manera positiva o negativa según se implemente. Para que beneficie a la empresa es necesario contar con el personal capacitado para implementar nuevas tecnologías que ayuden a la producción y por sobre todo contar con una buena gestión de los planes de mantenimiento, la organización debe estar consciente que tener buenas políticas de mantenimiento, actualizadas y llevarlas de forma adecuada, conforme a las políticas del SHE. Además la gestión del mantenimiento ayuda a examinar el proceso productivo y así identificar todas aquellas labores que no añaden valor, disminuyendo los costos unitarios .

Si en el contexto de esta memoria se asocia las utilidades solo a la producción e ingresos por venta de Cobre fino y Molibdeno, y acotar los costos de inversión a los activos físicos (maquinaria) que tiene Operación Los Bronces. Se espera que esta inversión de maquinaria nos de un cierto nivel de producción para que sea rentable el negocio. En resumen garantizar un buen desempeño de los activos físicos influyen en las utilidades de una empresa y esta relación impacta directamente en la rentabilidad de la empresa.

Este beneficio que se espera de los activos físicos desde la perspectiva de la gestión de mantenimiento se puede abordar con los siguientes objetivos:

- Aumentar el grado de confiabilidad de los activos que facilite su utilización (operating time) para aumentar la producción. Este aumento en el grado de confiabilidad se mide en un aumento del indicador de desempeño MTTF y a su vez, preocupándose de una disminución del indicador MTTR.
- Tener estrategias de mantenimiento eficientes y eficaces para disminuir progresivamente los costos unitarios de producción y así aumentar las productividad

Para cumplir con estos objetivos, es que se propone algunas propuestas de mantenimiento:

- 1) Que se genere a corto o mediano plazo reuniones para solicitar la aprobación y compra de los repuestos críticos expuestos anteriormente para la bodega de Confluencia, junto con validar los repuestos que aún no han sido incluidos como críticos en el Plan Matriz si cumplen con los siguientes requisitos mínimos:
 - Verificar si posee un registro de alta tasa de falla.
 - Asignarle por lo menos un modo de falla probable y luego ser autorizado por el jefe de área o 4 trabajadores del área encargada de mantención del equipo.
 - Que el valor de compra y transporte del componente debe ser menor o igual a 140.000 dólares y para compras mayores a ese valor debe ser revalidado por el Superintendente de Molienda.

Si cumple con estos requisitos, tener en bodega los componentes de estos equipos críticos de la Planta de Molienda, se puede ahorrar mucho tiempo en comparación a comprar el repuesto cuando recién haya ocurrido una falla funcional, ayuda a eliminar un cuello de botella a causa de la demora de transportes de repuestos en el momento indicado.. Por ejemplo, las válvulas de bolas del sistema de lubricación tienen un valor de adquisición en promedio de 300 [US\$/unidad], si falla alguna que se ubica en el subsistema módulo de alta o baja presión y se interrumpe el flujo de aceite hacia los descansos principales, puede

provocar la detención del molino SAG. Aunque se apruebe la compra y adquiera inmediatamente en llegar a la Planta SAG para su cambio, la espera del repuesto en este caso puede llegar a ser aproximadamente 2,5 [Hr]. Por lo que una falla de esta naturaleza sin el repuesto a mano desde que se detecte la falla hasta que llegue el repuesto y se empiece con las tareas de mantenimiento para restablecer la función del sistema de lubricación puede detener al Molino SAG durante 3 [Hr].

3[Hr] de detención del molino SAG equivalen a 420000 [US\$] de pérdida de ingresos en comparación a los 300 [US\$] del valor del repuesto y los costos de las horas hombre para la mantención es un beneficio mucho mayor.

Otro ejemplo con los repuestos críticos, son Los PAD's radiales del sistema de lubricación en total para los 3 Molinos (SAG y bolas) son un total de 12 PAD's radiales cualquier falla en uno de ellos significa la eventual detención del Molino asociado. En los molinos de Bolas se puede tolerar la detención durante un rango acotado de tiempo, no obstante, la falla total o parcial de uno de los PAD's del Molino SAG repercute directamente a la producción. Si este componente falla parcial o completamente para reparar o cambiar este equipo se tiene que desmontar el descanso principal y colocar el PAD's de repuesto para poder volver a accionar el Molino. Si no se tiene en Bodega puede tardar varias semanas o meses en conseguir un PAD's de repuesto lo que significa una pérdida millonaria. En el caso de tener el repuesto en bodega, entre desmontar el PAD y colocar el de repuesto esta mantención implicaría una detención de 3,5 a 4 [Hr] en el mejor de los casos hasta restablecer la puesta en marcha del Molino.

3,5 [Hr] de detención equivalen a 490000 [US\$] de ingresos. Un PAD's su valor de adquisición es de 3500 dólares, más el costo de horas hombre de 4 mantenedores los cuales ascienden a 480 [US\$/Hh] o un total de 1680 [US\$]. En resumen se obtiene un beneficio mucho mayor al tener en bodega el repuesto crítico.

Estos ejemplos muestran que, si el costo de almacenaje a mediano o largo plazo permanece bajo, el costo de compra de componentes más el costo de los trabajadores que hace la tarea de mantenimiento, en la mayoría de los casos no superan la mitad de los ingresos que se pierden por la detención de un equipo crítico.

Se pretende con esta Bodega de componentes críticos disminuir promedio por mes al menos 7 [Hr] de detención del Molino SAG. Por año se pretende ahorrar 84 [Hr] de detención lo que equivale a 11.760.000 [US\$] de ingresos por Venta de Cobre fino.

- 2) Modificar algunas pautas de reparación de las placas laterales del harnero vibratorio del molino SAG 2 de Los Bronces y SAG Confluencia lo cual incluye pautas mecánicas de inspección basado en condición, a una frecuencia de 14 días, el cual consiste inspección de partículas magnéticas y cuando es requerido por el Jefe de Mecánicos Interiores. Con esta medida se pretende disminuir en un 20 % el tiempo detención a causa del Harnero vibratorio. En dinero el 20 % total de detención desde Enero hasta Julio del 2018 de este equipo son 0,9 [Hr], de detención del harnero vibratorio y por lo tanto, del Molino SAG, lo cual equivalen a un ingreso de 126000 [US\$] y el costo del aumento de la frecuencia de esta tarea incluyendo el costo del personal no supera los 2800 [USD\$].
- 3) Revisar las pautas de mantenimiento del sistema de lubricación de los Molinos SAG 2 de Planta Los Bronces para incluir al área mecánica la tarea secundaria cambio de bomba a tiempo fijo de un año. Con esta medida se pretende disminuir de 4,7 [Hr] de detención a 2,7 [Hr], lo cual implica a 280000 [US\$]
- 4) Generar la tarea de inspección basada en condición de almohadillas de los PAD's y agregar la tarea de medición de la distancia del gap entre descanso del molino y el PAD
- 5) Aumentar por lo menos en un 20 % en un plazo de 3 a 4 detenciones mensuales la instalación de tensores de carga en pernos de sujeción de revestimientos del Molinos SAG 1 y 2 de Planta SAG Los Bronces para conocer mejor la distribución de carga en los pernos. A largo plazo se espera que con esta información obtenida se pueda disminuir en 0,5 [Hr] tiempo de detención y disminuir el número de evento de falla con los revestimientos para mejorar la confiabilidad del equipo. Este ahorro equivale a 70000 [US\$]
- 6) Aumentar la frecuencia de mantenimiento e inspección de los Pull Cord de las correas de alimentación de los molinos SAG de Ambas Plantas de Molienda. Con esto se busca disminuir el número de eventos y horas de detenciones a causa de la activación paradas de emergencia.
- 7) Generar en corto o mediano plazo planes de mantenimiento independiente para el subsistema de frenos de los Molinos SAG y Molinos de Bolas. No solo jerarquizar componentes, sino también identificar modos de fallas y/o tareas de mantenimiento. Si bien esto puede no traer beneficios directos para alcanzar el EBITDA esperado, indirectamente trae beneficios al tener en consideración un mantenimiento adecuado a un subsistema de protección para el equipo y seguridad para los trabajadores, ya que si se opera hasta la falla puede traer consecuencias graves para la operación de la planta. Además que actualiza los métodos de trabajo para las tareas de mantención de los Molinos.

Estos ejemplos de propuestas de mantenimiento muestra la importancia de una buena planificación, como gestión de las actividades de mantenimiento influye directamente en la rentabilidad de una empresa, ya sea facilitando su mantenibilidad o aumentando la confiabilidad de un equipo al disminuir las horas de detención y la frecuencia de las fallas funcionales y por ende alcanzar las utilidades esperadas, al disminuir los costos unitarios de producción al tratar de disminuir el número de veces que hay que intervenir un equipo junto con disminuir los costos de mantención asociados a los activos.

6. Conclusión

Esta memoria fue desarrollada en la minera Anglo American operación Los Bronces para el desarrollo e implementación de un Plan Matriz de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) y así reestructurar la estrategias de mantenimiento que tiene la empresa. Para el éxito de este objetivo es necesario que los trabajadores de la organización adquieran esta filosofía con sentido de pertenencia en su forma de ver y aplicar la gestión del mantenimiento. Al estudiar su procedimiento se puede pensar que es algo fácil de llevar adelante, pero el tiempo demuestra lo contrario. Sobre todo para una organización tan grande como una minera. Se debe tener en cuenta todos los factores relevantes que afectan a los activos, como los es la calidad del trabajo, los recursos necesarios, el contexto operacional de la empresa, también el conocimiento y experiencia de todos los trabajadores que tienen contacto directo con los activos, además de un compromiso tanto en su participación en el periodo de elaboración como la puesta en marcha de este proyecto, solo así se puede entender la real relevancia de reestructurar el área de mantenimiento .

La gran ventaja del RCM es que de forma muy eficaz ayuda a identificar cuáles son realmente los equipos que tienen un impacto considerable a la organización y se pueden considerar críticos, de igual manera ayuda a esclarecer cuáles son las reales y posibles causas que generan fallas funcionales. Es una gran herramienta para la recopilación de datos y facilita el análisis de información de un activo físico, por lo cual se debe registrar y conservar claramente esta información, para que se tenga a mano toda la información relevante que pueda ser de ayuda ante un eventual rediseño y ayuden a mejorar malas prácticas existentes. Otra ventaja de adoptar la filosofía RCM es que coloca temas como la Seguridad, el Medio ambiente al mismo nivel (o incluso mayor) que los temas de producción, lo cual va en el mismo lineamiento que la política de la empresa Otorgando la confianza de que se puede mejorar la organización sin entrar en conflicto con las partes interesadas que pertenecen a la organización y la comunidad.

Sin embargo, la gran desventaja es necesario el seguimiento del éxito de esta nueva metodología. Si bien se considera que la mejor fuente de información es el trabajador experto en el área, a la hora de determinar una tarea de mantenimiento en particular se puede haber tomado decisiones erróneas y que no se van a notar hasta la puesta en marcha de esta metodología y ocurra una falla no contemplada. Si bien un proceso cualitativo es de gran ayuda e involucra bajo costo de implementación, se concluye que para escoger componentes críticos para un sistema tiene que ser validado posteriormente con un proceso cuantitativo,

sólo así se podrá asegurar los beneficios esperados. Es por eso que se considera que a mediano plazo se realice un análisis de criticidad a nivel de componente y no solo a nivel de sistemas o subsistemas.

Para terminar se puede decir que para agregar valor a una empresa de este rubro es necesario que haya un seguimiento de este proceso; no solo que el área de Confiabilidad verifique un aumento en el MTTF y disminución del MTTR de las Plantas de Molienda para garantizar un grado de confiabilidad óptimo, sino también junto a trabajadores de las distintas áreas de mantención haga un seguimiento en otros aspectos como si las nuevas pautas en verdad ayudan al mantenedor a facilitar su trabajo o su entendimiento, si además facilita el análisis de fallas y se detecte un mejoramiento en temas de Seguridad y Medio ambiente

Referencias

- [1] Anglo American, Reporte de Sustentabilidad 2018 Anglo American, [PDF], < <https://chile.angloamerican.com/es-es/medios/reportes> > , [consulta: Abril 2019]
- [2] Consejo minero, socios consejo minero, [en línea] < <https://consejominero.cl/quienes-somos/socios/anglo-american/> > [consulta: Abril 2019]
- [3] Banco Central, Base de datos estadísticos banco central de chile, [en línea] < <https://si3.bcentral.cl/Boletin/secure/boletin.aspx?idCanasta=FHLES3325>> [consulta: octubre 2018]
- [4] Anglo American, Enfoque de seguridad, salud y medio ambiente (SHE Way), [PDF], <<https://www.angloamerican.com/~media/Files/A/Anglo-American-PLC-V2/documents/approach-and-policies/safety-and-health/she-way-es.pdf>>, [consulta: abril 2019]
- [5] John Moubray, eds. 1997, Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, Asheville, North Carolina, USA, segunda edición.
- [6] Alejandro J. Pistarelli, Manual de mantenimiento, ingeniería gestión y organización
- [7] Redindustria, FTA, [en línea], < <http://redindustria.blogspot.com/2010/10/fta-o-fault-tree-analysis-y-ii.html> >
- [8] Anglo American, Modelo de Tiempos GTS20 - Mina y Planta, Chile 2011, PDF 1 p.
- [9] Rodrigo Pascual, Eds, 2005, El Arte de mantener, Santiago, Chile, 1° edición.
- [10] Metso, Curso Molino SAG y Bolas Descripción Componentes, Operación y Mantenimiento, Chile , [PDF]. 239 p.
- [11] Gabriel Barrientos, DIPLOMA: Mantenimiento, Confiabilidad y Análisis de Fallas en Equipos Mecánicos, Modulo 5: Gestión del mantenimiento, Santiago - Chile, 21 Noviembre de 2014, < <http://dim.udec.cl/noticias/2012/09/14/diploma-mantenimiento-confiabilidad-y-analisis-de-fallas-en-equipos-mecanicos/> >, [Consulta: Agosto 2018]
- [12] López Salazar Alejandro Hernan, Detección de anomalías en Molinos de Bolas usando modelos no-perimétricos, tesis Ingeniero Civil Electricista, Santiago - Chile, Universidad de Chile, 2013, 104 p.
- [13] Anglo American, Asset Criticaly Analisis Guideline, London, 18 enero 2018, [PDF], 21 p.
- [14] Haver & Boecker, Anglo American Sur Proyecto Los Bronces Harneros Vibratorios R-MD, [PDF], 30 p.

Anexos

- Anexo A: Hoja información Molino SAG Confluencia
- Anexo B: Hoja información Harnero vibratorio
- Anexo C: Hoja información Molino SAG Los Bronces
- Anexo D: Repuestos críticos correa transportadoras Planta SAG Confluencia
- Anexo E: Ejemplo pauta definitiva mantención área eléctrica
- Anexo F: Repuestos críticos Motores GMD Molino SAG y Bolas
- Anexo G: Repuestos críticos Sistema de lubricación.

Anexo A: Hoja de información Sistema de lubricación Molino SAG

NIVEL 1	función primaria	NIVEL 2	función primaria	NIVEL 3	función primaria	nivel 4	falla funcional	modo de falla	tipo de estrategia seleccionada	tarea principal	tarea secundaria
Sistema de lubricación	Proporcionar el aceite filtrado para levantar y enfriar hidrostáticamente los cojinetes de carga y descargar durante la puesta en marcha y operación del molino	módulo de Alta presión	dirigir el aceite a alta presión hacia los descansos principales para levantar y enfriar los muñones del Molino	Bomba de acumuladores	transmitir aceite hacia acumuladores de emergencia	elemento flexible	Desgaste	Abrasión	Basado en condición	Inspeccionar elemento flexible de acoplamiento por desgaste	Cambiar elemento flexible acoplamiento
						pernos de fijación acoplamiento	Soltura	Vibración	Basado en condición	Inspeccionar pernos de fijación acoplamiento por soldadura	Reapretar pernos de fijación acoplamiento
						conjunto bomba-motor	desalineamiento entre motor bomba	Uso prolongado	Basado en condición	Inspeccionar alineamiento conjunto motor bomba	Realizar alineamiento conjunto motor bomba de sistema de lubricación
						Sellos de bomba	Desgaste de los sellos	Abrasión	Basado en condición	Inspeccionar bomba sistema de lubricación por fugas	Cambiar bomba de acumuladores sistema de lubricación
						engranajes de bomba	Desgaste de los dientes de los engranajes	Abrasión	Basado en condición	Comprobar presión de descarga de la bomba	Cambiar bomba de acumuladores sistema de lubricación
						Grasa rodamientos motor bomba acumulador	Degradado	Uso	Tiempo fijo	Engrasar rodamientos de motor bomba de carga acumulador	
						motor bomba acumulador	Cortocircuito	Contaminación	Basado en condición	Inspeccionar motor externamente por contaminación	Realizar limpieza de motor bomba acumulador
						terminales cableado motor bomba	soltura de los cables	Vibración	Basado en condición	Medir resistencia a tierra carcasa de motor	Reapretar conexiones cableado de motor
						aislamiento bobinas motor bomba	Degradado por fatiga de material	Edad	Basado en condición	Medir resistencia entre fases motor bomba	Cambiar motor de bomba de acumuladores sistema de lubricación
						pernos de fijación conjunto motor bomba	soltura de pernos	Vibración	Basado en condición	Inspeccionar pernos de fijación conjunto motor bomba de acumuladores por soldadura	Reapretar pernos de fijación conjunto motor bomba de acumuladores
						protección acoplamiento	Deformación del acoplamiento y protección	impacto en la protección	Basado en condición	Inspeccionar protección acoplamiento bomba de acumuladores por deformación	Cambiar protección de acoplamiento
							Corrosión de la protección	condiciones ambientales	Basado en condición	Inspeccionar protección acoplamiento bomba de acumuladores por señales de corrosión	Cambiar protección de acoplamiento
						Uniones de flexible hidráulico	Suelto	Vibración	Tiempo fijo	Realizar reapriete de uniones del flexible hidráulico a la salida de la bomba	
						Componentes internos	Desgaste por fatiga de material	Abrasión	Basado en condición	Inspeccionar presión del sistema de respaldo en los transmisores de presión y en manómetro	Cambiar bomba de acumuladores
						Sistema de lubricación				bomba de Alta presión	transmitir el flujo de aceite hacia los pads radiales de los descansos principales
pernos de fijación acoplamiento	Suelto	Vibración	Basado en condición	Inspeccionar pernos de fijación acoplamiento bomba de alta por soldadura	Reapretar pernos de fijación acoplamiento bomba de alta						
elemento flexible acoplamiento	Desgastado	Abrasión	Basado en condición	Inspeccionar elemento flexible de acoplamiento bomba de alta por desgaste	Cambiar elemento flexible bomba de alta						
conjunto bomba-motor	Desviado	Uso	Basado en condición	Inspeccionar alineamiento conjunto motor-bomba de alta presión	Alinear conjunto motor-bomba de alta presión						
sellos de bomba	Desgastado	Abrasión	Basado en condición	Inspeccionar bomba de alta presión sistema de lubricación por fuga	Cambiar bomba de alta presión						
pernos fijación conjunto motor bomba	Suelto	Vibración	Basado en condición	Inspeccionar pernos de fijación conjunto motor bomba de alta presión por soldadura	Reapretar pernos de fijación conjunto motor bomba de alta						
grasa de rodamientos motor bomba	Degradado	Uso	Tiempo fijo	Engrasar rodamientos de motor bomba de alta presión							
motor de bomba de alta presión	Cortocircuito	Contaminación	Basado en condición	Inspeccionar motor de bomba de alta externamente por contaminación	Realizar limpieza de motor bomba de alta presión						
aislamiento de bobinas motor bomba	Degradado	Edad	Basado en condición	Medir resistencia entre fases motor de bomba de alta presión	Cambiar motor de bomba de alta presión						
terminales de cableado de motor de bomba	Suelto	Vibración	Basado en condición	Medir resistencia a tierra carcasa de motor de bomba de alta presión	Reapretar conexiones cableado de motor de bomba de alta presión						
grasa descansos bomba	Degradado	Uso	Tiempo fijo	Engrasar descansos de bomba							
protección acoplamiento	Deformado	Impacto	Basado en condición	Inspeccionar protección acoplamiento bomba de alta por deformación	Cambiar protección de acoplamiento bomba de alta						
	Corroído	Ambiente	Basado en condición	Inspeccionar protección acoplamiento bomba de alta por señales de corrosión	Cambiar protección de acoplamiento bomba de alta						
Componentes Bomba	Desgastado	Abrasión	Basado en condición	Inspeccionar visualmente bomba por presencia de ruidos anormales y fugas de lubricante	Cambiar bomba de alta presión						
Sistema de lubricación				Bomba de empuje	transmitir el flujo de aceite hacia los pads axiales en los cojinetes de alimentación						
						pernos de fijación acoplamiento	Suelto	Vibración	Basado en condición	Inspeccionar pernos de fijación acoplamiento bomba de empuje por soldadura	Reapretar pernos de fijación acoplamiento bomba de empuje
						conjunto motor-bomba de empuje	Desviado	Uso	Basado en condición	Inspeccionar alineamiento conjunto motor bomba de empuje	Realizar alineamiento conjunto motor bomba de empuje
						engranajes bomba	Desgastado	Abrasión	Basado en condición	Comprobar presión de descarga bomba de empuje	Cambiar bomba de empuje sistema de lubricación
						sellos bomba de empuje	Desgastado	Abrasión	Basado en condición	Inspeccionar bomba de empuje por fugas	Cambiar bomba de empuje sistema de lubricación
						aislamiento de bobinas de motor	Degradado	Edad	Basado en condición	Medir resistencia entre fases motor bomba de empuje	Cambiar motor bomba de empuje sistema de lubricación
						grasa rodamientos motor bomba de empuje	Degradado	Uso	Tiempo fijo	Engrasar rodamientos de motor bomba de empuje	
						motor bomba de empuje	Cortocircuito	Contaminación	Basado en condición	Inspeccionar motor de bomba de empuje por contaminación	Realizar limpieza de motor bomba de empuje
						terminales de cableado de motor de bomba	Suelto	Vibración	Basado en condición	Medir resistencia a tierra carcasa de motor bomba de empuje	Reapretar conexiones cableado de motor bomba de empuje
						pernos de fijación conjunto motor bomba	Suelto	Vibración	Basado en condición	Inspeccionar pernos de fijación conjunto motor bomba de empuje por soldadura	Reapretar pernos de fijación conjunto motor bomba de empuje por soldaduras
						grasa descansos bomba	Degradado	Uso	Tiempo fijo	Engrasar descansos de bomba de empuje	
						protección acoplamiento	Deformado	Impacto	Basado en condición	Inspeccionar protección de acoplamiento bomba de empuje por deformación	Cambiar protección de acoplamiento bomba de empuje
						protección acoplamiento	Corroído	Ambiente	Basado en condición	Inspeccionar protección de acoplamiento bomba de empuje por señales de corrosión	Cambiar protección de acoplamiento bomba de empuje
						Componentes Bomba	Desgastado	Abrasión	Basado en condición	Inspeccionar visualmente bomba por presencia de ruidos anormales y fugas de lubricante	Cambiar bomba de empuje
						Sistema de lubricación					
Componentes internos	Desgastado	Abrasión	Basado en condición	Inspeccionar flujo y presión de bomba de empuje	Cambiar bomba de empuje						

Anexo A: Hoja de información Sistema de lubricación Molino SAG

Sistema de lubricación	Rack de instrumentación	controlar las condiciones de operación del sistema de lubricación	Divisor de flujo	separar el caudal de aceite en volúmenes equitativos	Obstruido	Contaminación	Basado en condición	Comprobar flujos de aceite hacia cada uno de los puntos en los pads	Realizar limpieza a divisor de flujo			
			Transmisor de Presión	detectar un valor específico de presión de aceite	Corroído	Ataque Químico	Basado en condición	Inspeccionar divisor de flujo por corrosión	Cambiar divisor de flujo			
					Desgastado	Abrasión	Basado en condición	Inspeccionar presión y flujo a la salida del divisor	Cambiar divisor de flujo			
					Transmisor	disminución en precisión de la señal emitida	Uso prolongado	Busqueda de Falla	Realizar prueba funcional del transmisor	Cambiar transmisor de presión		
			Transmisor de Presión diferencial	detectar un valor específico de variación de Presión de aceite y enviar una señal	disminución en precisión de la señal emitida	Uso prolongado	Busqueda de Falla	Realizar análisis de tendencias de la señal del transmisor por desviación	Confirmar en terreno la condición del instrumento y notificar al equipo mecánico para intervención			
					Cortocircuito	Contaminación	Basado en condición	Inspeccionar transmisor por contaminación	Limpiar transmisor de presión			
					Conectores internos	Suelto	Vibración	Busqueda de Falla	Inspeccionar conexiones del cable del sensor por soldadura	Resopretar conexiones del cable de sensor		
					Perno Parker	Suelto	Vibración	Basado en condición	Inspeccionar perno Parker por soldadura	Resopretar perno parker		
			Sistema de lubricación	depósito de aceite	almacenar y regular la temperatura de aceite	Estanque de aceite	flangas, estructura y ductos	Deformado	Impacto	Basado en condición	Inspeccionar flangas estructura y ductos por deformación	Reparar daños en depósito de aceite
							estructuras depósito aceite	Corroído	Ambiente	Basado en condición	Inspeccionar depósito por corrosión	Reparar sector afectado por corrosión depósito de aceite
flujos depósito	Suelto	Vibración					Basado en condición	Inspeccionar pernos y elementos de sujeción del depósito por soldadura	Resopretar pernos y elementos de sujeción del depósito			
compartimento de aireación	Desviado	Uso					Basado en condición	Comprobar temperatura en el compartimento N°3 depósito de aceite	Reparar compartimento de aireación			
aceite compartimento N°3	Gotea	Uso					Basado en condición	Inspeccionar nivel de aceite en el compartimento N°3	Rellenar nivel de aceite en el depósito			
aceite compartimento N°2	Gotea	Uso					Basado en condición	Inspeccionar nivel de aceite en el compartimento N°2	Rellenar nivel de aceite en el depósito			
descansos	Desgastado	Abrasión					Basado en condición	Comprobar temperatura en el compartimento N°2 depósito de aceite	Realizar reparación en descansos molinos			
aceite lubricación	Degradado	Uso					Basado en condición	Tomar muestra de aceite del depósito sistema de lubricación y enviar para análisis	Cambiar aceite sistema de lubricación			
sellos depósito aceite	Desgastado	Abrasión					Basado en condición	Inspeccionar depósito de aceite por filtraciones	Cambiar sellos en el depósito de aceite sistema de lubricación			
depósito de aceite	Acumulado	Contaminación					Basado en condición	Inspeccionar depósito de aceite exteriormente por contaminación	Realizar limpieza exterior depósito de aceite			
Sistema de lubricación	módulo de baja presión	dirigir el aceite desde los subsistemas del molino hacia el sistema de lubricación para su enfriamiento y limpieza	Intercambiadores de calor	rebalse compartimento N°3 al N°1	Acumulado	Contaminación	Basado en condición	Comprobar funcionamiento de rebalse del compartimento N°3 al N°1	Limpiar o quitar obstrucción de rebalse desde compartimento N°3 al N°1			
				Estanque de aceite	Gotea	Uso	Basado en condición	Inspeccionar el nivel de aceite del estanque	Rellenar nivel de aceite del estanque			
				Sistema de enfriamiento	Desviado	Uso	Basado en condición	Comprobar temperaturas en estanque de aceite	Evaluar funcionamiento del sistema de enfriamiento (Chiller)			
				Calefactores	Quemado	Sobrecorriente	Basado en condición	Comprobar temperaturas en estanque de aceite	Cambiar calefactor			
				aceite	Degradado	Uso	Basado en condición	Tomar muestra de aceite y enviar para análisis	Realizar microfiltrado del aceite con equipo externo			
				Filtro respiradero	Obstruido	Contaminación	Basado en condición	Inspeccionar filtros respiraderos del estanque por saturación	Cambiar filtro respiradero			
				Valvula relief	proteger a los Pads de sobrepresión en el aceite	mecanismo interno	Desgastado	Fricción	Basado en condición	Realizar prueba operacional de valvula relief con la bomba más cercana correspondiente	Cambiar valvula relief	
				Valvula de Refrigeración	controlar el flujo de líquido refrigerante	Conexiones internas	Suelto	Vibración	Basado en condición	Inspeccionar conexiones internas de tarjetas del actuador por soldadura	Limpiar conexiones y tarjetas	
				Sistema de lubricación	módulo de baja presión	dirigir el aceite desde los subsistemas del molino hacia el sistema de lubricación para su enfriamiento y limpieza	Intercambiadores de calor	Actuador	Acumulado	Contaminación	Tiempo fijo	Limpiar actuador de la valvula
								sellos intercambiador	Desgastado	Abrasión	Basado en condición	Inspeccionar intercambiador de calor por fugas
uniones y sujeciones intercambiador	Suelto	Vibración	Basado en condición					Inspeccionar intercambiador de calor por soldadura en uniones y sujeciones de cañería	Resopretar uniones y sujeciones de cañería en intercambiador de calor sistema de lubricación			
valvula reguladora de flujo	Obstruido	Contaminación	Basado en condición					Inspeccionar valvula reguladora de flujo por correcta operación	Cambiar valvula reguladora de flujo			
sellos cañeria suministro de agua	Desgastado	Abrasión	Basado en condición					Inspeccionar cañerías de suministro de agua por fugas	Cambiar sellos cañerías de suministro de agua			
intercambiador de calor	Acumulado	Contaminación	Basado en condición					Inspeccionar intercambiador de calor por contaminación	Limpiar o lavar intercambiador de calor			
Tubos serpentín	Roto	Fatiga	Basado en condición					Realizar inspección a los intercambiadores de calor	Cambiar intercambiador de calor			
Uniones de cañeria	Suelto	Vibración	Tiempo fijo					Realizar resopretado de uniones y sujeciones de cañería en cada uno de los intercambiadores de calor				
Piping y mangueras hidráulicas (circuito)	contener y transmitir el flujo de aceite	filtro de baja presión	Obstruido					Contaminación	Basado en condición	Comprobar diferencial de presión filtro de baja sistema de lubricación	Realizar limpieza de filtro de baja sistema de lubricación	
		filtro de baja presión	Corroído					Ataque Químico	Basado en condición	Inspeccionar elemento filtro de baja presión por signos de corrosión	Cambiar filtro de baja sistema de lubricación	
Sistema de lubricación	módulo de baja presión	dirigir el aceite desde los subsistemas del molino hacia el sistema de lubricación para su enfriamiento y limpieza	Transmisor de Presión Diferencial	detectar un valor específico de variación de Presión de aceite y enviar una señal de alerta	Transmisor	Desviado	Uso	Busqueda de Falla	Realizar prueba funcional del transmisor	Cambiar transmisor de presión diferencial		
					Transmisor	Cortocircuito	Contaminación	Basado en condición	Inspeccionar transmisor por contaminación	Limpiar transmisor de presión		
					Conectores Internos	Suelto	Vibración	Basado en condición	Inspeccionar conexiones del cable del sensor por soldadura	Resopretar conexiones del cable de sensor		
					Perno Parker	Suelto	Vibración	Basado en condición	Inspeccionar perno Parker por soldadura	Resopretar perno parker		
					Junturas del mangueras del sistema de aceite	Suelto	Vibración	Basado en condición	Inspeccionar terminales de las mangueras del sistema por soldadura	Resopretar juntas de mangueras		
					Valvula relief	proteger a los Pads de sobrepresión de aceite	mecanismo interno	Desgastado	Fricción	Basado en condición	Realizar prueba operacional de valvula relief con la bomba más cercana correspondiente	Cambiar valvula relief
							retener contaminantes sólidos en de aceite para su purificación	Filtro	Obstruido	Contaminación	Basado en condición	Inspeccionar diferencial de presión sistema acondicionamiento

Anexo B: hoja información Harnero vibratorio

NIVEL 1	función primaria	NIVEL 2	función primaria	NIVEL 3	función primaria	falla funcional	nivel 4	falla funcional	modo de falla	efecto de falla	consecuencia de falla	tipo de estrategia seleccionada	tarea principal	tarea secundaria				
Harnero Vibratorio tipo horizontal de inclinación simple (6° respecto horizontal)	Clasificación del material procesado del Molino SAG según el tamaño de grano mediante un movimiento circular excéntrico a una capacidad de proceso de 1500 [ton / Hr] efectivo máximo. (5000 [ton/Hr] nominal)	Sistema estructural	soportar todas las cargas que se generan en la operación del equipo	Deck / Cribas	generar un piso para facilitar el proceso de estratificación de material y clasificar el material fino del material grueso con un área transversal no mayor a 65 * 305 [mm²]	no se retiene el material con área transversal superior a 65* 305 [mm2]	Elementos de fijación	no se sostiene ni asegura el deck a la estructura del harnero	Fatiga	los pernos están roto o presentan desgaste por fatiga de material	consecuencia no evidente	Basado en condición	Inspeccionar elementos de fijación estructurales de Deck inferior y superior por grietas o rotura	Cambiar elementos de fijación del Deck				
							Elementos de fijación	la malla facilita el fenómeno de estratificación para la clasificación de material	Impacto	los pernos están rotos o deformados por impacto de roca	consecuencia no evidente	Basado en condición	Inspeccionar elementos de fijación estructurales de Deck inferior y superior por deformación	Reparar deformación de elementos de fijación del Deck				
							Palmetas (segmento de malla)	la malla facilita el fenómeno de estratificación para la clasificación de material	Abrasión	alambres de mallas están desgastados	consecuencia no evidente	Basado en condición	Inspeccionar palmetas por desgaste	Cambiar palmetas				
							Estructura	dar soporte u estabilidad a cada deck	Impacto	palmetas presentan daño parcial o total	consecuencia no evidente	Basado en condición	Inspeccionar palmetas por rotura	Cambiar palmetas				
							Aligamiento Palmeta	no se facilita la instalación ni estabilidad a la palmeta	Contaminación	aberturas de malla están obstruidas con material	consecuencia no evidente	Basado en condición	Inspeccionar palmetas por acumulación de mineral	Limpiar palmetas				
							Tapas de goma	no se puede disminuir el desgaste en las mallas ni sellar los espacios entre mallas sucesivas	Abrasión	la estructura esta debilitada por desgaste de material	consecuencia operacional	Basado en condición	Inspeccionar revestimiento estructura de zona de cribado por desgaste	Revestir estructura del Harnero				
							Almazán	no se da soporte y sujeción a la caja del deck con los revestimientos laterales	Abrasión	el aligamiento a perdido forma debido a desgaste de material, algunas de las mallas están sueltas	consecuencia operacional	Basado en condición	Inspeccionar aligamiento de fijación de palmetas por desgaste	Cambiarriel de sujeción de palmetas del harnero				
							Pintura Armazón	la estructura esta de protegida de la oxidación o corrosión	Fatiga	la tapa esta dañada parcialmente o roto, el material no se clasifica eficientemente	consecuencia no evidente	Basado en condición	Inspeccionar tapa de goma entre decks del harnero inferior y superior por rotura	Cambiar tapa de goma entre decks del harnero				
							Perno estructural	los elementos de ensamblamiento del deck no esta fijado a la estructura del harnero	Impacto	la pintura esta degradada al superar su vida útil	consecuencia operacional	Basado en condición	Inspeccionar estructura de harnero por deformación o golpes	Reparar estructura del harnero				
							Deck	los decks no pueden ser instalados correctamente	Edad	la pintura esta degradada al superar su vida útil	consecuencia evidente	Basado en condición	Inspeccionar pintura de estructura del harnero por degradación	Pintar estructura del harnero				
				Estructura del Harnero	dar la seguridad de operación del movimiento elíptico del harnero y a su vez dar soporte a los elementos del deck para el desbaste y clasificación de material	la estructura esta inestable o da un soporte poco confiable	la estructura esta inestable o da un soporte poco confiable	Estructura Peatonal	dar soporte seguro a los andamios de circulación de los trabajadores	Ambiente	la viga de soporte están dañadas por corrosión	consecuencia en seguridad	Basado en condición	Inspeccionar pasillos, escaleras, plataformas, barandas, rodapié y protecciones por corrosión en zona de cajón de distribución de carga a espesadores	Limpiar y aplicar tratamiento anticorrosivo a pasillos, escaleras, plataformas, barandas, rodapié o protecciones			
								Señalizaciones	los trabajadores no pueden leer las indicaciones y advertencias	Ambiente	las señalizaciones presentan daño parcial o total por corrosión	consecuencia en seguridad	Basado en condición	Inspeccionar señalizaciones por corrosión en zona de cajón de distribución de carga a espesadores	Limpiar y aplicar tratamiento anticorrosivo a las señalizaciones			
								Pernos de fijación señalizaciones	los señalizaciones no se mantienen fijas en su posición original	Vibración	los pernos están sueltos o fuera de lugar	consecuencia en seguridad	Basado en condición	Inspeccionar señalizaciones por soltura y/o fallantes en zona de cajón de distribución de carga a espesadores	Respetar pernos de fijación de señalizaciones			
								Pernos de fijación (Estructura Peatonal)	fijar y asegurar los andamios de acceso a las vigas de soporte	Vibración	los pernos están sueltos o fuera de lugar, los andamios presentan movimientos irregulares	consecuencia en seguridad	Basado en condición	Inspeccionar pernos de fijación (pasillos, escaleras, plataformas, barandas, rodapié y protecciones) por soltura y/o fallantes en zona de cajón de distribución de carga a espesadores	Respetar pernos de fijación de pasillos, escaleras, plataformas, barandas, rodapié o protecciones			
								Estructura Peatonal	no hay soporte seguro en los andamios de circulación de los trabajadores	Contaminación	no se puede circular libremente por la estructura peatonal debido a la acumulación de lodo	consecuencia en seguridad	Tiempo Fijo	Limpiar pasillos, escaleras, plataformas, barandas, rodapié y protecciones en zona de cajón de distribución de carga	Recurso			
								Guarderas	disminuir el desgaste interno del harnero por impacto de material debido al proceso de estratificación y clasificación entre los bordes de la caja del deck y la planchas laterales	la estructura del harnero esta expuesta al impacto de material	Guarderas	las guarderas no reducen los sobreesfuerzos por impacto de material en los bordes y no se facilita el flujo homogéneo de material en la zona de alimentación	Vibración	las guarderas están sueltas, los extremos de los decks del 1° nivel es	consecuencia operacional	Basado en condición	Inspeccionar guarderas por soltura	Ajustar guarderas
								Ruedas	el trolley no se puede desplazar	Uso	Piende Lubricación (Traducir)	consecuencia no evidente	Tiempo Fijo	Lubricar ruedas de carro del harnero				
								Base Motor	el soporte de la base del motor no esta fijado al trolley	Contaminación	Trabado	consecuencia no evidente	Basado en condición	Inspeccionar anclaje de poste de base motor por soltura	Reparar anclaje de poste de base motor del harnero			
								Cuba	desmenujar el material en flujo continuo sin detenerse al exterior	Abrasión	Desgastado	consecuencia operacional	Basado en condición	Inspeccionar revestimiento interior de cuba de recepción de finos por desgaste	Revestir cuba de fino del carro del harnero			
								Caja del Harnero	contener los componentes acodados al sistema de accionamiento con osciladores, placas de desgaste, vigas y componentes hasta el 1° nivel de cribas, la zona de alimentación del harnero con capacidad nominal más, de 5000 [ton/hr]	la pulpa de cobre se filtra a través del harnero antes de ser clasificado o se desborda a través de la caja del harnero	la superficie encima de las cribas no esta rígida	Deck	el primer deck no clasifica eficientemente el material	Vibración	las mallas o componentes del deck están sueltos o fuera de lugar	consecuencia operacional	Basado en condición	Comprobar que no existe interferencia entre 1° y 2° Deck con el chute de alimentación / estructura estática
Caja Deck	no se puede contener el primer impacto de material debajo del trommel de descarga; la caja del deck esta a una inclinación menor de 6 [°] respecto al plano horizontal de carro trolley	Uso	la caja del deck esta agrietado, se filtra material sin clasificar	consecuencia operacional	Basado en condición	Comprobar inclinación de la caja comparado con el ángulo original	Ajustar inclinación de la caja deck											
Elementos de unión y fijación	no se puede asegurar los componentes a la estructura del harnero	Fatiga	las placas de desgaste externas no pueden fijarse, la zona de alimentación esta expuesta a impacto	consecuencia no evidente	Basado en condición	Inspeccionar caja del harnero por grietas o rotura	Reparar caja del harnero											
Tubulares de izaje	no se puede levantar con la grúa el harnero para realizar sus actividades de mantenimiento	Abrasión	elementos de fijación están sueltos o fuera de lugar	consecuencia evidente	Basado en condición	Inspeccionar pernos y remaches sueltos o fallantes	Reparar desgaste de caja del harnero											
Tensores	proporcionar el agarre y fuerza que sujeta la estratificación del material en los decks, dar rigidez a la superficie de los uniformas	la superficie encima de las cribas no esta rígida	Tensor	la superficie encima de las cribas no esta rígida	Abrasión	los tubos de izaje están desgastados en u sección transversal	consecuencia evidente					Basado en condición	Inspeccionar revestimiento tubulares de izaje y separación por desgaste	Revestir tubulares de izaje de harnero				
Viga madre	soportar las cargas de los ejes con los contrapeso del sistema de accionamiento	los ejes del sistema de accionamiento con osciladores MU 40 no tienen estructura de soporte	Estructura	la superficie encima de las cribas no esta rígida	Fatiga	uno o más tubos de izaje presentan grietas en su superficie	consecuencia evidente					Basado en condición	Inspeccionar tubulares de izaje y separación por fisuras	Cambiar tubulares de izaje de harnero				
Sistema de Lavado	evitar acumulación de material en las cribas y estructura del harnero	Cañerías Alimentación Agua	direccionar y contener el flujo de agua para la remoción de lodos	la cañería no está sellada	Interior Cañería	la pared de la cañería esta agrietada	Ataque Químico	la pared de la cañería esta carcomida debido a corrosión	consecuencia no evidente	Basado en condición	Run Unit Failure	Cambiar cañería de alimentación de agua						
					Empaquetadura Uniones Cañerías	hay filtraciones en las uniones de las cañerías	Edad	las empaquetaduras estan degradadas	consecuencia no evidente	Condition Based	Inspeccionar uniones de cañerías por fugas	Cambiar empaquetadura de cañería de alimentación de agua						
					Exterior Cañería	la tubería no conserva su trayectoria	Vibración	parte de la tubería está suelta o fuera de lugar	consecuencia evidente	Condition Based	Inspeccionar sujeciones de cañerías por soltura	Respetar sujeciones de cañería						
					Cañería	el caudal de agua no fluye	Contaminación	parte de la tubería está obstruida con sedimento	consecuencia no evidente	Condition Based	Comprobar limpieza de rechazo de pete harnero	Ajustar presión de ducha del sistema de lavado del harnero						
					Sistema de lavado	no se puede descontaminar el equipo	Contaminación	parte del sistema de lavado esta obstruido por sólidos lo que impide el flujo de agua	consecuencia evidente	Condition Based	Inspeccionar amplitud de pulverización de sistema de lavado	Limpiar salida de cañería del sistema de lavado						
Caja	no existe una clara diferencia entre un cable y otro	no se protege el circuito del medio ambiente ni la contam	Identificación de cableado	no existe una clara diferencia entre un cable y otro	Edad	la identificación presenta daño al estar degradado	consecuencia evidente	Basado en condición	Inspeccionar identificación de cables por degradación	Cambiar y/o ordenar identificación de cables en caja CJ								
			Caja	no se protege el circuito del medio ambiente ni la contam	Contaminación	se puede observar acumulación de polvo contaminación	consecuencia evidente	Basado en condición	Inspeccionar caja por contaminación	Limpiar caja								

Anexo B: hoja información Harnero vibratorio

Sistema eléctrico	Suministrar energía eléctrica al sistema motriz	Caja CJ	Permite el control eléctrico del equipo no se pueden controlar la operación del harnero	Regleta de Caja Bornes de regleta Cableado Conectores de terminal de llegada a la caja Conector borne Sello de la caja Identificación (TAG)	falla funcional no hay conexión eléctrica no hay conexión eléctrica no hay conexión eléctrica no hay conexión eléctrica la caja no tiene el sello no existe identificación	Impacto Ataque Químico Edad Vibración Impacto Edad Edad	la regleta presenta deformación por los bornes no pueden fijarse al presentar corrosión el cableado está degradado los conectores están sueltos si cruces se crean entre torres el sello está degradado la identificación presenta daño al estar degradado	consecuencia evidente consecuencia evidente consecuencia no evidente consecuencia evidente consecuencia no operativa consecuencia evidente consecuencia no operativa	Basado en condición Basado en condición Basado en condición Basado en condición Basado en condición Basado en condición	Inspeccionar regleta de caja por Inspeccionar bornes de regleta por presencia de sulfatación Inspeccionar cableado por Comprobar efectividad del sellado en conectores en llegada a caja Inspeccionar cruces por cruce por torres Inspeccionar sello de la tapa de la caja Inspeccionar identificación de caja (TAG) por degradación	Cambiar regleta de caja Cambiar bornes sulfatados de la regleta Cortar puntas dañadas y cambiar terminal del cable Cambiar sello de llegada a caja Cambiar cruces por cruce por torres Cambiar tapa de la caja Cambiar identificación de caja	
Sistema eléctrico	Suministrar energía eléctrica al sistema motriz	Botonera Local	controlar el arranque y apagado del motor eléctrico y el control de la frecuencia de giro del oscilador	el motor eléctrico no se pone en marcha o no se puede controlar la frecuencia de giro del oscilador	Botonera local	no genera la señal de entrada	Contaminación	acumulación de sólidos contaminantes	consecuencia evidente	Tiempo Fijo	Limpieza botonera local	Cambiar botonera local
					Seletores	no se produce ninguna señal eléctrica	Contaminación	el selector se encuentra trabado	consecuencia no evidente	Basado en condición	Comprobar operatividad de contactos	Cambiar selectores de botonera local
					Sello de llegada de cañerías	no hay aislamiento del elemento	Edad	el sello está degradado	consecuencia evidente	Basado en condición	Inspeccionar sello de llegada de conductos por degradación	Cambiar sello de llegada de cañerías a botonera
					Contactos	no se genera ni envía la señal eléctrica al emitir la activación desde la botonera	Contaminación	los contactos presentan cortocircuitos al activarse	consecuencia evidente	Tiempo Fijo	Limpieza contactos	
					Bornes	no hay acoplamiento	Vibración	los bornes están sueltos	consecuencia evidente	Tiempo Fijo	Resapretar bornes	
					Sello de botonera	la botonera no se encuentra aislada del medio ambiente	Edad	el sello está degradado	consecuencia no operativa	Basado en condición	Inspeccionar sello de la botonera por degradación	Cambiar tapa de la botonera
					Identificación botonera (TAG)	no se puede distinguir las fundones de la botonera	Edad	la identificación está degradado	consecuencia no operativa	Basado en condición	Inspeccionar identificación de botonera (TAG) por degradación	Cambiar identificación de botonera (TAG) por degradación
					Identificación de cables	no se puede distinguir las simbología del cableado	Edad	la identificación está degradado	consecuencia no operativa	Basado en condición	Inspeccionar identificación de cables por degradación	Cambiar y/o ordenar identificación de cables en botonera
					Elementos elásticos	no se disminuye la vibración en el acoplamiento	Edad	los elementos se encuentran degradados, hay un aumento en la vibración del	consecuencia no evidente	Basado en condición	Inspeccionar elementos elásticos del acoplamiento cardan por degradación o	Cambiar elementos elásticos del acoplamiento cardan
					Acoplamiento	el eje de la polea no está acoplado a la brida del oscilador	Vibración	el cardan motriz está fuera de lugar en un extremo y los pernos de acoplamiento están sueltos	consecuencia operativa	Basado en condición	Comprobar alineamiento del acoplamiento cardan con el excitador	Alinear acoplamiento cardan con excitador
					Estrías	no hay agarre entre la polea y las correas de transmisión	Abrasión	Desgastado	consecuencia operativa	Basado en condición	Comprobar deslizamiento del cardán entre sus estrías hembra y macho	Cambiar cardan del sistema motriz del harnero
					Lubricante Pillow Block polea	las piezas móviles del eje de la polea no están lubricados	Uso	Degradado	consecuencia no evidente	Basado en condición	Realizar termografía a descansos eje cardan	Cambiar eje cardan
Rotamientos eje cardan	el cardan motriz gira a menos de 750 [r.p.m.]	Abrasión	el eje gira a menos de 750 [r.p.m.] debido a un desgaste parcial o total en los rodillos	consecuencia operativa	Basado en condición	Realizar medición y análisis de vibraciones en descansos de eje cardán	Cambiar eje cardán					
sistema Motriz	suministrar la energía necesaria de accionamiento para el movimiento elíptico y transportar el material a través de las mallas	Cardanes intermedios de caja excitadora	acoplar las bridas del eje principal de dos osciladores MU 40 sucesivos	las bridas de los ejes principales de los osciladores colindantes no están acoplados	Acoplamiento	el acoplamiento no se puede fijar a los cardanes	Vibración	los pernos de acoplamiento están sueltos por falta de aprieta o el hilo del acoplamiento está desgastado	consecuencia operativa	Basado en condición	Inspeccionar pernos de acoplamiento por suelta	Resapretar pernos del acoplamiento
					Junta universal	proporcionar el acoplamiento entre el cardan y la brida del oscilador	Vibración	la junta universal está suelta	consecuencia operativa	Basado en condición	Inspeccionar junta universal por suelta	Cambiar junta universal
					Cardanes	transmitir el par de torsión desde un oscilador hacia otro	Abrasión	la sección transversal del cardán a disminuido debido a desgaste	consecuencia operativa	Basado en condición	Inspeccionar estrías de cardanes por desgaste	Cambiar cardan intermedio de caja excitadora
					Lubricante Pillow Block polea	las piezas móviles del conjunto de la polea no están lubricados	Uso	el aceite está degradado, se puede encontrar contaminante sólidos y hay una menor transmisión de potencia	consecuencia no evidente	Basado en condición	Realizar termografía a descansos eje cardan	Cambiar eje cardan
					Rotamientos eje cardan	hay un aumento de la fuerza de fricción entre la junta universal y el cardan intermedio	Abrasión	el rodamiento tiene daño parcial o total por desgaste	consecuencia operativa	Basado en condición	Realizar medición y análisis de vibraciones en descansos de eje cardán	Cambiar eje cardán
					Correa	transmitir la energía mecánica del motor hacia el excitador	la correa no transmite la energía mecánica eficientemente	Pierde Elasticidad Tensión	Distensionado	consecuencia operativa	Hasta la Falla	Cambiar correas de transmisión
		accionamiento por excitadores XL CLASS	proporcionar el accionamiento del movimiento oscilatorio necesario para el desplazar el material a través del Harnero	no se produce el accionamiento del movimiento oscilatorio	Excitador MU 40	el excitador genera exceso de ruido y/o vibraciones	Vibración	el excitador no está fijado en la base de la caja protectora	consecuencia operativa	Basado en condición	Inspeccionar pernos de fijación de excitadores por suelta	Resapretar caja excitadora del harnero
					Contrapesos y ejes	no se genera las fuerzas opuesta para generar el movimiento oscilatorio en el harnero	vibración	los contrapesos o ejes están atascado limitando su movimiento	consecuencia operativa	Basado en condición	Comprobar movimiento de contrapesos y ejes por trabamiento	Resapretar contrapesos
					Sello laberinto estático	evitar la contaminación las piezas móviles interiores debajo del eje del oscilador y facilitar la lubricación desde el interior del oscilador hacia fuera de el oscilador	vibración	el sello dentro de la caja está suelto, hay contaminación en el aceite o en el oscilador	consecuencia no operativa	Basado en condición	Inspeccionar sello laberinto estático por fugas	Resapretar tapa de caja excitadora del harnero
					Tapones de relleno	el agujero de la vanilla de medición de nivel de aceite está obstruido	vibración	el agujero del tapón está obstruido con contaminantes, hay dificultad para tomar lectura de nivel de aceite	consecuencia no evidente	Basado en condición	Inspeccionar tapones de relleno por suelta	Resapretar tapones de relleno
					Respiradero	no se disminuye el aumento de presión en el oscilador	contaminación	el tapón de respiradero está suelto o dañado, hay contaminación de polvo	consecuencia operativa	Basado en condición	Inspeccionar respiradero por obstrucción	Cambiar respiradero
					Magnéticos de salida	no se puede regular el nivel de aceite dentro de la caja	vibración	los tapones de enjuague están sueltos, hay obstrucción en la salida lo que dificulta la salida de aceite	consecuencia no evidente // consecuencia no operativa	Basado en condición	Inspeccionar tapones magnéticos de salida por contaminación	Resapretar magnéticos de salida
Motor eléctrico	convertir energía eléctrica en fuerza mecánica a una velocidad entre 750 a 1050 [r.p.m.] de 45 [KW] de potencia	el motor no entrega potencia menor a 45 [KW]	el oscilador no recibe el torque que entrega el motor eléctrico	Motor	el motor entrega una potencia menor a 45 [KW]	Contaminación	componentes internos del oscilador presentan desgaste por lo que se produce una fuerza menor para el movimiento	consecuencia operativa	Basado en condición	Realizar termografía en conjunto excitador	Cambiar excitador	
				Rotamientos Motor	el motor opera ineficientemente	Abrasión	hay papa acumulada dentro de la carcasa del motor, partes móviles están obstruidas	consecuencia no evidente	Basado en condición	Realizar medición y análisis de vibraciones a rodamientos de motor	Cambiar motor	
				Motor	la fuerza de fricción no disminuye	Edad	el eje tiene problemas para girar, los rodamientos están desgastados y presentan un daño parcial o total	consecuencia en seguridad // consecuencia operativa	Basado en condición	Medir aislamiento de bobinado del motor	Cambiar motor	
				Base del motor	el motor no se encuentra asegurado a su base	Impacto	la base del motor está roto, el motor en las áreas del ventilador están obstruidas	consecuencia en seguridad	Basado en condición	Inspeccionar bases y patas del motor por suelta	Cambiar motor	
				Ventilador de motor	el temperatura del motor en operación aumenta	Contaminación	los aspas del ventilador están obstruidas	consecuencia operativa	Basado en condición	Inspeccionar ventilador de motor por suelta	Cambiar ventilador de motor	
				Motor	el motor parece estar operativo pero su rendimiento es ineficiente	Uso	el motor parece estar operativo pero su rendimiento es ineficiente	consecuencia operativa	Basado en condición	Realizar termografía a motor	Limpiar motor	
				Caja de conexiones	el cableado está expuesto a la contaminación y desenergizados	Vibración	los cables están desconectados debido a que la caja está suelta, puede haber cortocircuitos por contaminación	consecuencia operativa	Basado en condición	Realizar medición termográfica de caja de conexiones de motor	Cambiar motor	
				Bobinado de motor	las bobinas no se encuentran aisladas eléctricamente de	Fricción	desgaste	consecuencia operativa	Basado en condición	Realizar medición termográfica	Cambiar motor	
				Conector recto	no se transmite el torque al eje principal del	Vibración	mal acoplamiento entre el eje del motor	consecuencia operativa	Basado en condición	Inspeccionar conector recto por suelta	Resapretar conector recto	
				Conector recto	no se transmite el torque al eje principal del	Ataque Químico	el conector se encuentra con daño total	consecuencia operativa	Basado en condición	Inspeccionar conector recto por corrosión	Cambiar conector recto	
				Caja de conexiones	de excitadores están expuesto a la contaminación del	Edad	hay filtración de partículas contaminantes	consecuencia no operativa	Basado en condición	Inspeccionar sello de caja de conexión	Cambiar paquete de caja de conexiones // rediseño	
				Cable	el motor no entrega torque al sistema de accionamiento	Ambiente	componentes internos del motor presentan	consecuencia operativa	Basado en condición	Inspeccionar pintura de carcasa del motor	Cambiar motor	
Motor	el motor no tiene conexión a tierra	Vibración	el cable de tierra está fuera de lugar o los cables están sueltos en sus terminales	consecuencia en seguridad	Basado en condición	Inspeccionar cable de conexión a tierra	Resapretar conexiones de cable					
Cables de alimentación	el motor no se energiza en la puesta en marcha	Vibración	los cables están sueltos en sus terminales	consecuencia no evidente	Basado en condición	Inspeccionar cables de alimentación por suelta	Resapretar cables de alimentación					
Polea	Transmitir par de giro desde el motor hacia el eje principal del oscilador	el oscilador no recibe el torque que entrega el motor eléctrico	Polea	el oscilador no recibe el torque que entrega el motor eléctrico	Vibración	la polea está suelta	consecuencia operativa	Basado en condición	Inspeccionar polea por ruidos	Resapretar poleas a los ejes		
			Tijeras Poleas	no se transmite el torque al eje principal del	Abrasión	la superficie y la polea está desgastada	consecuencia operativa	Basado en condición	Inspeccionar polea por alta temperatura	Alinear poleas		
			Resortes	los resortes no están fijos a su base	Vibración	la polea no se puede fijar a su soporte	consecuencia operativa	Basado en condición	Inspeccionar fijación de poleas a los ejes	Resapretar poleas a los ejes		
Resortes SAE 5160	atenuar las cargas que se generan en la operación debido el material a ranel y ayudar al movimiento oscilatorio que inducen los excitadores	aumento de las cargas sobre el equipo durante su operación y/o problemas para que se genere la estratificación de material	Resortes	los resortes no están fijos a su base	Vibración	la caja está suelta debido a un daño parcial o total en los soportes	consecuencia no evidente	Basado en condición	Comprobar alineado y nivelado de los soportes de los resortes	Alinear resortes del harnero		
			Resortes	el resorte soporta menos carga de lo requerido	Vibración	los resortes no se pueden fijar a la caja	consecuencia operativa	Basado en condición	Inspeccionar sistema motriz por ruidos anómalos	Medir condición operacional del harnero con acelerómetros y termografía		

Anexo C: hoja informacion Molino SAG 1 Planta Los Bronces

NIVEL 1	función primaria	NIVEL 2	función primaria	NIVEL 3	función primaria	falla funcional	nivel 4	falla funcional	modo de falla	efecto de falla	consecuencia de falla	tipo de estrategia seleccionada	tarea principal	tarea secundaria
Molino SAG 1 Los Bronces	disminuir tamaño de partícula del material grueso	Sistema estructural	contener al cilindro del molino con carga durante su operación	Corona	transmitir la potencia proveniente de los motores A y B	la velocidad de giro transmitida hacia la corona es mayor a 169 [r.p.m.]	Corona	los dientes de la corona no encajan correctamente con los dientes del piñón de los motores	Contaminación	se puede observar acumulación de sólidos en la corona	consecuencia operacional	Tiempo Fijo	Limpiar corona	
							Cubre corona	la corona está expuesta a contaminación	Contaminación	se puede observar acumulación de sólidos en la corona	consecuencia operacional	Tiempo Fijo	Limpiar cubre corona del molino	
							Diente de la Corona	transmisión defectuosa del par de torsión detre los piñones y la corona	Fatiga	se puede observar uno o más dientes agrietados en su superficie	consecuencia operacional	Basado en condicion	Inspeccionar visualmente la corona del molino por agrietamiento	Reparar grieta en la corona mediante fresado
							Uniones segmentales	las uniones de las secciones de la corona estan mal acopladas	Uso	elementos de la corona estan mal acopladas o desviada	consecuencia operacional	Basado en condicion	Inspeccionar uniones segmentales de la corona por separación entre ellas	Realizar búsqueda de grietas en los dientes
				Estructura Chute Movil # 1	contener el flujo de material procesado	hay fuga de material desde la correa de alimentación CVB1-2 hacia el molino SAG	Estructura	hay fuga de material desde la correa de alimentación CVB1-2 hacia el molino SAG	Impacto	la estructura presenta deformación debido a impacto de material	consecuencia operacional	Basado en condicion	Inspeccionar estructura de chute por deformación	Reparar estructura de chute móvil de alimentación
							Placas de desgaste	la estructura del chute esta expuesta a impacto de material	Impacto	hay placas rotas	consecuencia operacional	operar hasta la falla		Cambiar placa de desgaste
							Placas de desgaste		Abrasión	existen placas que presentan desgaste en su grosor	consecuencia operacional	Tiempo Fijo	Cambiar chute móvil de alimentación	Rediseño
							Ruedas de carro	el chute movil no se puede mover	Abrasión	las partes móviles de las ruedas estan desgastadas	consecuencia operacional	Basado en condicion	Inspeccionar ruedas de carro de chute móvil por desgaste	Cambiar ruedas de carro de chute móvil
				Estructura Chute Movil # 2	contener el flujo de material procesado	hay fuga de material desde la correa de alimentación CVB1-2 hacia el molino SAG	Estructura	hay fuga de material desde la correa de alimentación CVB1-2 hacia el molino SAG	Impacto	la estructura presenta deformación debido a impacto de material	consecuencia operacional	Basado en condicion	Inspeccionar estructura de chute por deformación	Reparar estructura de chute móvil de alimentación
							Placas de desgaste	la estructura del chute esta expuesta a impacto de material	Impacto	hay placas rotas	consecuencia operacional	operar hasta la falla	Cambiar placa de desgaste	Rediseño
							Placas de desgaste		Abrasión	existen placas que presentan desgaste en su grosor	consecuencia operacional	Tiempo Fijo	Cambiar chute móvil de alimentación	Rediseño
							Ruedas de carro	el chute movil no se puede mover	Abrasión	las partes móviles de las ruedas estan desgastadas	consecuencia operacional	Basado en condicion	Inspeccionar ruedas de carro de chute móvil por desgaste	Cambiar ruedas de carro de chute móvil
				Estructura Chute Fijo	contener el flujo de material desde la descarga del molino SAG	fuga de material en la descarga del molino SAG hacia el harnero vibratorio	Estructura de Chute	el chute no puede soportar los esfuerzos dinamicos en el proceso de descarga de material desde el molino SAG hacia al harnero	Impacto	la estructura presenta deformación debido a impacto de material	consecuencia operacional	Basado en condicion	Inspeccionar estructura de chute fijo por deformación	Reparar estructura dañada de chute
							Placas de desgaste ceramicas	hay derrame de material en el lado de descarga	Abrasión	el chute fijo presenta desgaste por sobrefuerzos	consecuencia no evidente	Basado en condicion	Inspeccionar placas de desgaste cerámico por desgaste	Cambiar placas de desgaste cerámico
							Placas de desgaste de caucho	el chute fijo presenta desgaste en su estructura	Abrasión	el chute fijo presenta desgaste por sobrefuerzos	consecuencia no evidente	Basado en condicion	Inspeccionar placas de desgaste de caucho por desgaste	Cambiar placas de desgaste de caucho
				Trunnion			Trunnion	el flujo de bolas se hace de forma irregular o no estan entrando todas las bolas al molino	Fatiga	la estructura del trunnion presenta dño parcial por fatiga de material	consecuencia operacional	Basado en condicion	Inspeccionar trunnion por grietas	Reparar grietas en trunnion
							Trunnion		Abrasión	la superficie de contacto del trunion presenta desgaste	consecuencia operacional	Basado en condicion	Realizar medición de espesores del trunnion mediante ultrasonido	Mejorar condiciones de sellado del trunnion
							Anillo Cortagotas	hay retorno de pulpa hacia afuera del molino en el proceso de carga	Abrasión	la superficie del anillo presenta año parcial por desgaste	consecuencia operacional	Basado en condicion	Inspeccionar anillo corta gotas por desgaste	Cambiar anillo corta gotas

Anexo C: hoja informacion Molino SAG 1 Planta Los Bronces

	Trunnion alimentacion	provisionar las bolas de molienda al molino SAG hasta un 18 % de volumen total de carga	Las bolas de molienda no estan ingresando de forma eficaz al molino SAG	Pernos de anillo cortagotas	el anillo no esta fijo en el lado de carga del molino	Vibración	los pernos estan fuera de lugar o sueltos	consecuencia no operacional	Basado en condicion	Inspeccionar fijación de anillo corta gotas por pernos sueltos o faltantes	Reponer pernos de fijación de corta gotas
				Sello de guardapolvo	evitar la filtración de material entre los puntos de contacto entre el trunion y el trommel	Uso	el sello esta mal instalado o fuera de lugar	consecuencia no evidente	Basado en condicion	Inspeccionar sellos de guardapolvo por correcta ubicación	Reposicionar sello de guardapolvo
				Trunnion Liner	hay derrame de material entre el la boca de carga del molino y el trunion	Abrasión	el trunion liner presenta daño parcial por desgaste	consecuencia operacional	Basado en condicion	Inspeccionar visualmente trunnion liner por desgaste	Cambiar trunnion liner
				Placas del trunnion	la estructura del trunion o la superficie del molino estan expuestos a daño por impacto	Abrasión	las placas del trunion presentan daño parcial o total por abrasión	consecuencia operacional	Basado en condicion	Inspeccionar placas de desgaste del trunnion bearing de alimentación por desgaste	Cambiar placas de desgaste del trunnion
	Trunnion de descarga	proporcionar la superficie de clasificación de material y dar soporte para la fijación del trommel	hay derrame de material en la descarga del molino	Trunnion	el flujo de bolas se hace de forma irregular o no estan entrando todas las bolas al molino	Impacto	la estructura del trunnion esta agrietada	consecuencia operacional	Basado en condicion	Inspeccionar trunnion liner por grietas externas	Reparar grietas de trunnion liner
				Trunnion		Abrasión	la superficie del trunnion esta desgastado	consecuencia operacional	Basado en condicion	Inspeccionar anillo corta gotas por desgaste	Cambiar anillo corta gotas
				Anillo Cortagotas	hay retorno de pulpa hacia afuera del molino en el proceso de carga	Vibración	el anillo esta suelto	consecuencia no operacional	Basado en condicion	Inspeccionar fijación de anillo corta gotas por pernos sueltos o faltantes	Reponer pernos de fijación de corta gotas
				Pernos de anillo cortagotas	el anillo no esta fijo en el lado de carga del molino	Abrasión	el anillo y los pernos sueltos, los revestimientos estan desgastados	consecuencia no operacional	Basado en condicion	Inspeccionar revestimiento helicoidale del trunnion liner por desgaste	Cambiar revestimiento trunnion liner
			Sello de guardapolvo	evitar la filtración de material entre los puntos de contacto entre el trunion y el trommel	Uso	los sellos estan fuera de lugar	consecuencia no operacional	Basado en condicion	Inspeccionar sellos de guardapolvo trunnion de descarga por correcta ubicación	Reposicionar sello de guardapolvo	
			Trunnion Liner	hay derrame de material entre el la boca de carga del molino y el trunion	Abrasión	los revestimientos estan desgastado	consecuencia operacional	Basado en condicion	Realizar medición de espesores del trunnion mediante ultrasonido	Mejorar condiciones de sellado del trunnion	
			Placas del trunnion	la estructura del trunion o la superficie del molino estan expuestos a daño por impacto	Fatiga	las placas del trunnion estan agrietada	consecuencia operacional	Basado en condicion	Inspeccionar trunnion por grietas	Reparar grietas en trunnion	
			Placas del trunnion	la estructura del trunion o la superficie del molino estan expuestos a daño por impacto	Abrasión	las placas del trunion presentan daño parcial o total por abrasión	consecuencia operacional	Basado en condicion	Inspeccionar placas de desgaste del trunnion bearing de descarga por desgaste	Cambiar placas de desgaste del trunnion	
Sistema electrico	Alarma Sonora Partida Motor A	dar aviso auditivo de puesta en marcha del motor del molino SAG	no hay ninguna señal de aviso de la puesta en marcha	Alarma Sonora	no hay ninguna señal de aviso auditivo de la puesta en marcha	Contaminación	la alarma presentación acumulación de polvo	consecuencia en seguridad	Basado en condicion	Inspeccionar alarma sonora por contaminación	Limpiar alarma sonora
				Alarma Sonora		Sobrecorriente	daño parcial o total en la alarma por sobrecorriente	consecuencia en seguridad	Basado en condicion	Realizar prueba de funcionamiento de alarma de partida	Cambiar alarma sonora
	Alarma Sonora Partida Motor B	dar aviso auditivo de puesta en marcha del motor A del molino SAG	no hay ninguna señal de aviso de la puesta en marcha del motor A	Alarma Sonora	no hay ninguna señal de aviso auditivo de la puesta en marcha	Contaminación	la alarma presentación acumulación de polvo	consecuencia en seguridad	Basado en condicion	Inspeccionar alarma sonora por contaminación	Limpiar alarma sonora
				Alarma Sonora		Sobrecorriente	daño parcial o total en la alarma por sobrecorriente	consecuencia en seguridad	Basado en condicion	Realizar prueba de funcionamiento de alarma de partida	Cambiar alarma sonora
	Baliza de Partida Motor A	dar aviso visual de puesta en marcha del motor A del molino SAG	no hay ninguna señal de aviso visual de la puesta en marcha del motor A	Baliza	no se genera ningun tipo de luz o señal de advertencia	Sobrecorriente	la baliza se encuentra con daño por exceso de calor	consecuencia en seguridad	operar hasta la falla	Cambiar ampolleta de baliza	Rediseño
				Baliza		Contaminación	la baliza presenta acumulación de polvo	consecuencia en seguridad	Basado en condicion	Inspeccionar baliza por contaminación	Limpiar baliza de partida
	Baliza de	dar aviso visual de puesta	no hay ninguna señal de aviso visual	Baliza	no se genera niun tipo	Sobrecorriente	la baliza presenta acumulación de polvo	consecuencia en seguridad	operar hasta la falla	Cambiar ampolleta de baliza	Rediseño

Anexo C: hoja informacion Molino SAG 1 Planta Los Bronces

Partida Motor B	en marcha del motor B del molino SAG	causa de que no se pueda poner en marcha del motor B	Baliza	de luz o señal de advertencia	Contaminación	la baliza presenta acumulación de polvo	consecuencia en seguridad	Basado en condicion	Inspeccionar baliza por contaminación	Limpiar baliza de partida
Partidor motor bomba M10	accionar la puesta en marcha del motor de la bomba	el estator del partidor no genera el campo eléctrico para la partida	Contactor Principal	transmitir la energía de puesta en marcha desde la línea de alimentación	Contaminación	el disco de contacto del émbolo del partidor hace cortocircuito con los terminales de alimentación del motor	consecuencia operacional	Basado en condicion	Inspeccionar contactor principal por contaminación	Limpiar contactor
			Piezas Nucleo del Contactor principal	la intensidad de corriente en la puesta en marcha de los motores es sobre los 400 [mA]	Vibración	las piezas del nucleo estan sueltas	consecuencia no evidente	Basado en condicion	Inspeccionar núcleo del contactor principal por ruido o vibración	Limpiar núcleo de contactor principal
			Bobina de Contactor	no se genera el campo eléctrico requerido	Edad	las aislaciones de la bobina están degradadas	consecuencia operacional	Basado en condicion	Realizar termografía del partidor	Realizar diagnóstico a partidor
			Relé de control	no se puede regular la señal que recibe el partidor para evitar sobrecargas	Contaminación	se produce cortocircuito en el rele	consecuencia en seguridad	Basado en condicion	Inspeccionar relé de control por contaminación	Limpiar relé de control
			Conexiones de Control	los terminales de conexiones de las señales no estan conectados	Vibración	las coneiones estan sueltas	consecuencia no evidente	Basado en condicion	Inspeccionar conexiones de control por soldadura	Reapretar conexiones de control
			Cables de Fuerza	los cables de alimentación no están fijados a los terminales de alimentación del partidor	Vibración	los cables estan sueltos	consecuencia no operacional	Basado en condicion	Inspeccionar cables de fuerza por soldadura	Reapretar cables de fuerza
			Selector (Manual/Automático)	permite elegir la partida local o remota	Vibración	los terminales del selector estan sueltos	consecuencia en seguridad	Basado en condicion	Inspeccionar conexiones de selector por soldadura	Reapretar conexiones de selector
			Selector (Manual/Automático)		Fatiga	el selector esta roto	consecuencia operacional	Basado en condicion	Inspeccionar selector por rotura o daños	Cambiar selector manual/automático
			Identificación (TAG)	no se puede ver las características técnicas del equipo	Edad	el tag está degradado	consecuencia no operacional	Basado en condicion	Inspeccionar etiquetado e identificación del partidor (TAG) por degradación	Cambiar identificación de partidor
			Luces piloto	no se anuncia la en marcha del motor	Sobrecorriente	Quemado	consecuencia en seguridad	Basado en condicion	Realizar prueba funcional de luces piloto	Cambiar luces piloto
Control de Corriente Motor	no se puede regular la variación de resistencia en la partida del motor	Edad	el dispositivo de protección esta degradado	consecuencia en seguridad	Basado en condicion	Realizar medición de corriente de motor con carga	Cambiar motor de bomba de lubricación			
Relé de protección simocode	no se puede proteger el equipo contra variaciones bruscas de intensidad de corriente	Uso	el rele esta desviado	consecuencia en seguridad	Basado en condicion	Comprobar parámetros de operación de relé de protección simocode	Ajustar parámetros de operación de simocode			
Partidor motor bomba M11	accionar la puesta en marcha del motor de la bomba	el estator del partidor no genera el campo eléctrico para la partida	Contactor Principal	transmitir la energía de puesta en marcha desde la línea de alimentación	Contaminación	se genera cortocircuito en el contactor debido a la acumulación de polvo	consecuencia no operacional	Basado en condicion	Inspeccionar contactor principal por contaminación	Limpiar contactor
			Piezas Nucleo del Contactor principal	la intensidad de corriente en la puesta en marcha de los motores es sobre los 400 [mA]	Vibración	los elementos del contactos estan sueltos	consecuencia no evidente	Basado en condicion	Inspeccionar núcleo del contactor principal por ruido o vibración	Limpiar núcleo de contactor principal
			Bobina de Contactor	no se genera el campo eléctrico requerido	Edad	las bobinas estan quemadas y sus aislaciones estan degradadas	consecuencia operacional	Basado en condicion	Realizar termografía del partidor	Realizar diagnóstico a partidor
			Relé de control	no se puede regular la señal que recibe el partidor para evitar sobrecargas	Contaminación	se produce cortocircuito en el rele	consecuencia en seguridad	Basado en condicion	Inspeccionar relé de control por contaminación	Limpiar relé de control
			Conexiones de Control	los terminales de conexiones de las señales no estan conectados	Vibración	las conexiones estan sueltas	consecuencia operacional	Basado en condicion	Inspeccionar conexiones de control por soldadura	Reapretar conexiones de control
			Cables de Fuerza	los cables de alimentación no están fijados a los terminales de alimentación del partidor	Vibración	los cables estan sueltos	consecuencia operacional	Basado en condicion	Inspeccionar cables de fuerza por soldadura	Reapretar cables de fuerza

Anexo C: hoja informacion Molino SAG 1 Planta Los Bronces

			Selector (Manual/Automático)	permite elegir la partida local o remota	Vibración	los cables estan sueltos	consecuencia operacional	Basado en condicion	Inspeccionar conexiones de selector por soldadura	Reapretar conexiones de selector
			Selector (Manual/Automático)	permite elegir la partida local o remota	Fatiga	el selector esta roto	consecuencia operacional	Basado en condicion	Inspeccionar selector por rotura o daños	Cambiar selector manual/automático
			Identificación (TAG)	no se puede ver las características técnicas del equipo	Edad	el tag está degradado	consecuencia en seguridad	Basado en condicion	Inspeccionar etiquetado e identificación del partidor (TAG) por degradación	Cambiar identificación de partidor
			Luces piloto	no se anuncia la en marcha del motor	Sobrecorriente	las luces estan quemadas	consecuencia en seguridad	Basado en condicion	Realizar prueba funcional de luces piloto	Cambiar luces piloto
			Control de Corriente Motor	no se puede regular la variación de resistencia en la partida del motor	Edad	el control esta degradado	consecuencia operacional	Basado en condicion	Realizar medición de corriente de motor con carga	Cambiar motor de bomba de lubricación
			Relé de protección simocode	no se puede proteger el equipo contra variaciones bruscas de intensidad de corriente	Uso	el rele esta desviado	consecuencia en seguridad	Basado en condicion	Comprobar parámetros de operación de relé de protección simocode	Ajustar parámetros de operación de simocode
Partidor motor bomba M3	accionar la puesta en marcha del motor de la bomba	el estator del partidor no genera el campo eléctrico para la partida	Contactor Principal	transmitir la energia de puesta en marcha desde la línea de alimentacion la intensidad de corriente en la puesta en marcha de los motores es sobre los 400 [mA]	Contaminación	Cortocircuito	consecuencia operacional	Basado en condicion	Inspeccionar contactor principal por contaminación	Limpiar contactor
			Piezas Nucleo del Contactor principal	transmitir la energia de puesta en marcha desde la línea de alimentacion la intensidad de corriente en la puesta en marcha de los motores es sobre los 400 [mA]	Vibración	los elementos del contactos estan sueltos	consecuencia no evidente	Basado en condicion	Inspeccionar núcleo del contactor principal por ruido o vibración	Limpiar núcleo de contactor principal
			Bobina de Contactor	no se genera el campo electrico requerido	Edad	las bobinas estan quemadas y sus aislaciones estan degradadas	consecuencia operacional	Basado en condicion	Realizar termografia del partidor	Realizar diagnóstico a partidor
			Relé de control	no se puede regular la señal que recibe el partidor para evitar sobrecargas	Contaminación	se produce cortocircuito en el rele	consecuencia en seguridad	Basado en condicion	Inspeccionar relé de control por contaminación	Limpiar relé de control
			Conexiones de Control	los terminales de conexiones de las señales no estan conectados	Vibración	las conexiones estan sueltas	consecuencia operacional	Basado en condicion	Inspeccionar conexiones de control por soldadura	Reapretar conexiones de control
			Cables de Fuerza	los cables de alimentacion no están fijados a los terminales de alimentacion del partidor	Vibración	los cables estan sueltos	consecuencia operacional	Basado en condicion	Inspeccionar cables de fuerza por soldadura	Reapretar cables de fuerza
			Selector (Manual/Automático)	permite elegir la partida local o remota	Vibración	los cables estan sueltos	consecuencia operacional	Basado en condicion	Inspeccionar conexiones de selector por soldadura	Reapretar conexiones de selector
			Selector (Manual/Automático)	permite elegir la partida local o remota	Fatiga	el selector esta roto	consecuencia operacional	Basado en condicion	Inspeccionar selector por rotura o daños	Cambiar selector manual/automático
			Identificación (TAG)	no se puede ver las características técnicas del equipo	Edad	el tag está degradado	consecuencia en seguridad	Basado en condicion	Inspeccionar etiquetado e identificación del partidor (TAG) por degradación	Cambiar identificación de partidor
			Luces piloto	no se anuncia la en marcha del motor	Sobrecorriente	las luces estan quemadas	consecuencia en seguridad	Basado en condicion	Realizar prueba funcional de luces piloto	Cambiar luces piloto
			Control de Corriente Motor	no se puede regular la variación de resistencia en la partida del motor	Edad	el control esta degradado	consecuencia operacional	Basado en condicion	Realizar medición de corriente de motor con carga	Cambiar motor de bomba de lubricación
			Relé de protección simocode	no se puede proteger el equipo contra variaciones bruscas de intensidad de corriente	Uso	el rele esta desviado	consecuencia en seguridad	Basado en condicion	Comprobar parámetros de operación de relé de protección simocode	Ajustar parámetros de operación de simocode
			Contactor Principal	transmitir la energia de puesta en marcha desde la línea de alimentacion la intensidad de corriente en la puesta en marcha de los motores es sobre los 400 [mA]	Contaminación	Cortocircuito	consecuencia operacional	Basado en condicion	Inspeccionar contactor principal por contaminación	Limpiar contactor
			Piezas Nucleo del Contactor principal	transmitir la energia de puesta en marcha desde la línea de alimentacion la intensidad de corriente en la puesta en marcha de los motores es sobre los 400 [mA]	Vibración	los elementos del contactos estan sueltos	consecuencia no evidente	Basado en condicion	Inspeccionar núcleo del contactor principal por ruido o vibración	Limpiar núcleo de contactor principal

Anexo C: hoja informacion Molino SAG 1 Planta Los Bronces

Partidor motor bomba M4	accionar la puesta en marcha del motor de la bomba	el estator del partidor no genera lel campo electrico para la partida	Bobina de Contactor	no se genera el campo electrico requerido	Edad	las bobinas estan quemadas y sus aislaciones estan degradadas	consecuencia operacional	Basado en condicion	Realizar termografia del partidor	Realizar diagnostico a partidor
			Relé de control	no se puede regular la señal que recibe el partidor para evitar sobrecargas	Contaminación	se produce cortocircuito en el rele	consecuencia en seguridad	Basado en condicion	Inspeccionar relé de control por contaminación	Limpiar relé de control
			Conexiones de Control	los terminales de conexiones de las señales no estan conectados	Vibración	las conexiones estan sueltas	consecuencia operacional	Basado en condicion	Inspeccionar conexiones de control por soldadura	Reapretar conexiones de control
			Cables de Fuerza	los cables de alimentación no están fijados a los terminales de alimentación del partidor	Vibración	los cables estan sueltos	consecuencia operacional	Basado en condicion	Inspeccionar cables de fuerza por soldadura	Reapretar cables de fuerza
			Selector (Manual/Automático)	permite elegir la partida local o remota	Vibración	los cables estan sueltos	consecuencia operacional	Basado en condicion	Inspeccionar conexiones de selector por soldadura	Reapretar conexiones de selector
			Selector (Manual/Automático)		Fatiga	el selector esta roto	consecuencia operacional	Basado en condicion	Inspeccionar selector por rotura o daños	Cambiar selector manual/automático
			Identificación (TAG)	no se puede ver las características técnicas del equipo	Edad	el tag está degradado	consecuencia en seguridad	Basado en condicion	Inspeccionar etiquetado e identificación del partidor (TAG) por degradación	Cambiar identificación de partidor
			Luces piloto	no se anuncia la en marcha del motor	Sobrecorriente	las luces estan quemadas	consecuencia en seguridad	Basado en condicion	Realizar prueba funcional de luces piloto	Cambiar luces piloto
			Control de Corriente Motor	no se puede regular la variación de resistencia en la partida del motor	Edad	el control esta degradado	consecuencia operacional	Basado en condicion	Realizar medición de corriente de motor con carga	Cambiar motor de bomba de lubricación
			Relé de protección simocode	no se puede proteger el equipo contra variaciones bruscas de intensidad de corriente	Uso	el rele esta desviado	consecuencia en seguridad	Basado en condicion	Comprobar parámetros de operación de relé de protección simocode	Ajustar parámetros de operación de simocode
Partidor motor bomba M5	accionar la puesta en marcha del motor de la bomba	el estator del partidor no genera lel campo electrico para la partida	Contactor Principal	transmitir la energia de puesta en marcha desde la linea de alimentacion la intensidad de corriente en la puesta en marcha de los motores es sobre los 400 [mA]	Contaminación	Cortocircuito	consecuencia operacional	Basado en condicion	Inspeccionar contactor principal por contaminación	Limpiar contactor
			Piezas Nucleo del Contactor principal	no se genera el campo electrico requerido	Vibración	los elementos del contactos estan sueltos	consecuencia no evidente	Basado en condicion	Inspeccionar núcleo del contactor principal por ruido o vibración	Limpiar núcleo de contactor principal
			Bobina de Contactor	no se genera el campo electrico requerido	Edad	las bobinas estan quemadas y sus aislaciones estan degradadas	consecuencia operacional	Basado en condicion	Realizar termografia del partidor	Realizar diagnostico a partidor
			Relé de control	no se puede regular la señal que recibe el partidor para evitar sobrecargas	Contaminación	se produce cortocircuito en el rele	consecuencia en seguridad	Basado en condicion	Inspeccionar relé de control por contaminación	Limpiar relé de control
			Conexiones de Control	los terminales de conexiones de las señales no estan conectados	Vibración	las conexiones estan sueltas	consecuencia operacional	Basado en condicion	Inspeccionar conexiones de control por soldadura	Reapretar conexiones de control
			Cables de Fuerza	los cables de alimentación no están fijados a los terminales de alimentación del partidor	Vibración	los cables estan sueltos	consecuencia operacional	Basado en condicion	Inspeccionar cables de fuerza por soldadura	Reapretar cables de fuerza
			Selector (Manual/Automático)	permite elegir la partida local o remota	Vibración	los cables estan sueltos	consecuencia operacional	Basado en condicion	Inspeccionar conexiones de selector por soldadura	Reapretar conexiones de selector
			Selector (Manual/Automático)		Fatiga	el selector esta roto	consecuencia operacional	Basado en condicion	Inspeccionar selector por rotura o daños	Cambiar selector manual/automático
			Identificación (TAG)	no se puede ver las características técnicas del equipo	Edad	el tag está degradado	consecuencia en seguridad	Basado en condicion	Inspeccionar etiquetado e identificación del partidor (TAG) por degradación	Cambiar identificación de partidor
			Luces piloto	no se anuncia la en marcha del motor	Sobrecorriente	las luces estan quemadas	consecuencia en seguridad	Basado en condicion	Realizar prueba funcional de luces piloto	Cambiar luces piloto

Anexo C: hoja informacion Molino SAG 1 Planta Los Bronces

			Control de Corriente Motor	no se puede regular la variación de resistencia en la partida del motor	Edad	el control esta degradado	consecuencia operacional	Basado en condicion	Realizar medición de corriente de motor con carga	Cambiar motor de bomba de lubricación
			Relé de protección simocode	no se puede proteger el equipo contra variaciones bruscas de intensidad de corriente	Uso	el rele esta desviado	consecuencia en seguridad	Basado en condicion	Comprobar parámetros de operación de relé de protección simocode	Ajustar parámetros de operación de simocode
Partidor motor bomba M6	accionar la puesta en marcha del motor de la bomba	el estator del partidor no genera lei campo electrico para la partida	Contactor Principal	transmitir la energia de puesta en marcha desde la linea de alimentacion la intensidad de corriente en la puesta en marcha de los motores es sobre los 400 [mA]	Contaminación	Cortocircuito	consecuencia operacional	Basado en condicion	Inspeccionar contactor principal por contaminación	Limpiar contactor
			Piezas Nucleo del Contactor principal	transmitir la energia de puesta en marcha de los motores es sobre los 400 [mA]	Vibración	los elementos del contactos etan sueltos	consecuencia no evidente	Basado en condicion	Inspeccionar núcleo del contactor principal por ruido o vibración	Limpiar núcleo de contactor principal
			Bobina de Contactor	no se genera el campo electrico requerido	Edad	las bobinas estan quemadas y sus aislaciones estan degradadas	consecuencia operacional	Basado en condicion	Realizar termografia del partidor	Realizar diagnóstico a partidor
			Relé de control	no se puede regular la señal que recibe el partidor para evitar sobrecargas	Contaminación	se produce cortocircuito en el rele	consecuencia en seguridad	Basado en condicion	Inspeccionar relé de control por contaminación	Limpiar relé de control
			Conexiones de Control	los terminales de conexiones de las señales no estan conectados	Vibración	las conexiones estan sueltas	consecuencia operacional	Basado en condicion	Inspeccionar conexiones de control por soldadura	Reapretar conexiones de control
			Cables de Fuerza	los cables de alimentación no están fijados a los terminales de alimentación del partidor	Vibración	los cables estan sueltos	consecuencia operacional	Basado en condicion	Inspeccionar cables de fuerza por soldadura	Reapretar cables de fuerza
			Selector (Manual/Automático)	permite elegir la partida local o remota	Vibración	los cables estan sueltos	consecuencia operacional	Basado en condicion	Inspeccionar conexiones de selector por soldadura	Reapretar conexiones de selector
			Selector (Manual/Automático)	permite elegir la partida local o remota	Fatiga	el selector esta roto	consecuencia operacional	Basado en condicion	Inspeccionar selector por rotura o daños	Cambiar selector manual/automático
			Identificación (TAG)	no se puede ver las características técnicas del equipo	Edad	el tag está degradado	consecuencia en seguridad	Basado en condicion	Inspeccionar etiquetado e identificación del partidor (TAG) por degradación	Cambiar identificación de partidor
			Luces piloto	no se anuncia la en marcha del motor	Sobrecorriente	las luces estan quemadas	consecuencia en seguridad	Basado en condicion	Realizar prueba funcional de luces piloto	Cambiar luces piloto
			Control de Corriente Motor	no se puede regular la variación de resistencia en la partida del motor	Edad	el control esta degradado	consecuencia operacional	Basado en condicion	Realizar medición de corriente de motor con carga	Cambiar motor de bomba de lubricación
Relé de protección simocode	no se puede proteger el equipo contra variaciones bruscas de intensidad de corriente	Uso	el rele esta desviado	consecuencia en seguridad	Basado en condicion	Comprobar parámetros de operación de relé de protección simocode	Ajustar parámetros de operación de simocode			
			Contactor Principal	transmitir la energia de puesta en marcha desde la linea de alimentacion la intensidad de corriente en la puesta en marcha de los motores es sobre los 400 [mA]	Contaminación	Cortocircuito	consecuencia operacional	Basado en condicion	Inspeccionar contactor principal por contaminación	Limpiar contactor
			Piezas Nucleo del Contactor principal	transmitir la energia de puesta en marcha de los motores es sobre los 400 [mA]	Vibración	los elementos del contactos etan sueltos	consecuencia no evidente	Basado en condicion	Inspeccionar núcleo del contactor principal por ruido o vibración	Limpiar núcleo de contactor principal
			Bobina de Contactor	no se genera el campo electrico requerido	Edad	las bobinas estan quemadas y sus aislaciones estan degradadas	consecuencia operacional	Basado en condicion	Realizar termografia del partidor	Realizar diagnóstico a partidor
			Relé de control	no se puede regular la señal que recibe el partidor para evitar sobrecargas	Contaminación	se produce cortocircuito en el rele	consecuencia en seguridad	Basado en condicion	Inspeccionar relé de control por contaminación	Limpiar relé de control
			Conexiones de Control	los terminales de conexiones de las señales no estan conectados	Vibración	las conexiones estan sueltas	consecuencia operacional	Basado en condicion	Inspeccionar conexiones de control por soldadura	Reapretar conexiones de control

Anexo C: hoja informacion Molino SAG 1 Planta Los Bronces

Partidor motor bomba M7	accionar la puesta en marcha del motor de la bomba	el estator del partidor no genera el campo electrico para la partida	Cables de Fuerza	los cables de alimentacion no están fijados a los terminales de alimentacion del partidor	Vibración	los cables estan sueltos	consecuencia operacional	Basado en condicion	Inspeccionar cables de fuerza por soltura	Reapretar cables de fuerza
			Selector (Manual/Automático)	permite elegir la partida local o remota	Vibración	los cables estan sueltos	consecuencia operacional	Basado en condicion	Inspeccionar conexiones de selector por soltura	Reapretar conexiones de selector
			Selector (Manual/Automático)		Fatiga	el selector esta roto	consecuencia operacional	Basado en condicion	Inspeccionar selector por rotura o daños	Cambiar selector manual/automático
			Identificación (TAG)	no se puede ver las características técnicas del equipo	Edad	el tag está degradado	consecuencia en seguridad	Basado en condicion	Inspeccionar etiquetado e identificación del partidor (TAG) por degradación	Cambiar identificación de partidor
			Luces piloto	no se anuncia la en marcha del motor	Sobrecorriente	las luces estan quemadas	consecuencia en seguridad	Basado en condicion	Realizar prueba funcional de luces piloto	Cambiar luces piloto
			Control de Corriente Motor	no se puede regular la variación de resistencia en la partida del motor	Edad	el control esta degradado	consecuencia operacional	Basado en condicion	Realizar medición de corriente de motor con carga	Cambiar motor de bomba de lubricación
			Relé de protección simocode	no se puede proteger el equipo contra variaciones bruscas de intensidad de corriente	Uso	el rele esta desviado	consecuencia en seguridad	Basado en condicion	Comprobar parámetros de operación de relé de protección simocode	Ajustar parámetros de operación de simocode
Partidor motor bomba M8	accionar la puesta en marcha del motor de la bomba	el estator del partidor no genera el campo electrico para la partida	Contactor Principal	transmitir la energia de puesta en marcha desde la linea de alimentacion	Contaminación	Cortocircuito	consecuencia operacional	Basado en condicion	Inspeccionar contactor principal por contaminación	Limpiar contactor
			Piezas Nucleo del Contactor principal	la intensidad de corriente en la puesta en marcha de los motores es sobre los 400 [mA]	Vibración	los elementos del contactos estan sueltos	consecuencia no evidente	Basado en condicion	Inspeccionar núcleo del contactor principal por ruido o vibración	Limpiar núcleo de contactor principal
			Bobina de Contactor	no se genera el campo electrico requerido	Edad	las bobinas estan quemadas y sus aislaciones estan degradadas	consecuencia operacional	Basado en condicion	Realizar termografia del partidor	Realizar diagnóstico a partidor
			Relé de control	no se puede regular la señal que recibe el partidor para evitar sobrecargas	Contaminación	se produce cortocircuito en el rele	consecuencia en seguridad	Basado en condicion	Inspeccionar relé de control por contaminación	Limpiar relé de control
			Conexiones de Control	los terminales de conexiones de las señales no estan conectados	Vibración	las conexiones estan sueltas	consecuencia operacional	Basado en condicion	Inspeccionar conexiones de control por soltura	Reapretar conexiones de control
			Cables de Fuerza	los cables de alimentacion no están fijados a los terminales de alimentacion del partidor	Vibración	los cables estan sueltos	consecuencia operacional	Basado en condicion	Inspeccionar cables de fuerza por soltura	Reapretar cables de fuerza
			Selector (Manual/Automático)	permite elegir la partida local o remota	Vibración	los cables estan sueltos	consecuencia operacional	Basado en condicion	Inspeccionar conexiones de selector por soltura	Reapretar conexiones de selector
			Selector (Manual/Automático)		Fatiga	el selector esta roto	consecuencia operacional	Basado en condicion	Inspeccionar selector por rotura o daños	Cambiar selector manual/automático
			Identificación (TAG)	no se puede ver las características técnicas del equipo	Edad	el tag está degradado	consecuencia en seguridad	Basado en condicion	Inspeccionar etiquetado e identificación del partidor (TAG) por degradación	Cambiar identificación de partidor
			Luces piloto	no se anuncia la en marcha del motor	Sobrecorriente	las luces estan quemadas	consecuencia en seguridad	Basado en condicion	Realizar prueba funcional de luces piloto	Cambiar luces piloto
Control de Corriente Motor	no se puede regular la variación de resistencia en la partida del motor	Edad	el control esta degradado	consecuencia operacional	Basado en condicion	Realizar medición de corriente de motor con carga	Cambiar motor de bomba de lubricación			
Relé de protección simocode	no se puede proteger el equipo contra variaciones bruscas de intensidad de corriente	Uso	el rele esta desviado	consecuencia en seguridad	Basado en condicion	Comprobar parámetros de operación de relé de protección simocode	Ajustar parámetros de operación de simocode			
			Contactor Principal	transmitir la energia de puesta en marcha desde la linea de alimentacion	Contaminación	Cortocircuito	consecuencia operacional	Basado en condicion	Inspeccionar contactor principal por contaminación	Limpiar contactor

Anexo C: hoja informacion Molino SAG 1 Planta Los Bronces

Partidor motor bomba M9	accionar la puesta en marcha del motor de la bomba	el estator del partidor no genera el campo electrico para la partida	Piezas Nucleo del Contactor principal	la intensidad de corriente en la puesta en marcha de los motores es sobre los 400 [mA]	Vibración	los elementos del contactos estan sueltos	consecuencia no evidente	Basado en condicion	Inspeccionar núcleo del contactor principal por ruido o vibración	Limpiar núcleo de contactor principal
			Bobina de Contactor	no se genera el campo electrico requerido	Edad	las bobinas estan quemadas y sus aislaciones estan degradadas	consecuencia operacional	Basado en condicion	Realizar termografia del partidor	Realizar diagnóstico a partidor
			Relé de control	no se puede regular la señal que recibe el partidor para evitar sobrecargas	Contaminación	se produce cortocircuito en el rele	consecuencia en seguridad	Basado en condicion	Inspeccionar relé de control por contaminación	Limpiar relé de control
			Conexiones de Control	los terminales de conexiones de las señales no estan conectados	Vibración	las conexiones estan sueltas	consecuencia operacional	Basado en condicion	Inspeccionar conexiones de control por soltura	Reapretar conexiones de control
			Cables de Fuerza	los cables de alimentación no están fijados a los terminales de alimentación del partidor	Vibración	los cables estan sueltos	consecuencia operacional	Basado en condicion	Inspeccionar cables de fuerza por soltura	Reapretar cables de fuerza
			Selector (Manual/Automático)	permite elegir la partida local o remota	Vibración	los cables estan sueltos	consecuencia operacional	Basado en condicion	Inspeccionar conexiones de selector por soltura	Reapretar conexiones de selector
			Selector (Manual/Automático)		Fatiga	el selector esta roto	consecuencia operacional	Basado en condicion	Inspeccionar selector por rotura o daños	Cambiar selector manual/automático
			Identificación (TAG)	no se puede ver las características técnicas del equipo	Edad	el tag está degradado	consecuencia en seguridad	Basado en condicion	Inspeccionar etiquetado e identificación del partidor (TAG) por degradación	Cambiar identificación de partidor
			Luces piloto	no se anuncia la en marcha del motor	Sobrecorriente	las luces estan quemadas	consecuencia en seguridad	Basado en condicion	Realizar prueba funcional de luces piloto	Cambiar luces piloto
			Control de Corriente Motor	no se puede regular la variación de resistencia en la partida del motor	Edad	el control esta degradado	consecuencia operacional	Basado en condicion	Realizar medición de corriente de motor con carga	Cambiar motor de bomba de lubricación
Relé de protección simocode	no se puede proteger el equipo contra variaciones bruscas de intensidad de corriente	Uso	el rele esta desviado	consecuencia en seguridad	Basado en condicion	Comprobar parámetros de operación de relé de protección simocode	Ajustar parámetros de operación de simocode			
Interruptor principal	proporcionar la primera señal de 4.16kV para puesta en marcha del resotato de los motores A y B	no llega señal electrica a los discos de contacto del cargador de los motores A y B	Interruptor principal	no se envia la señal de arranque al reostato	Sobrecarga	el circuito esta abierto	consecuencia operacional	Bsqueda de falla	Realizar prueba funcional con energía de control	Cambiar el interruptor
			Interruptor principal		Contaminación	Cortocircuito	consecuencia operacional	Tiempo Fijo	Limpiar interruptor principal interior y exteriormente	rediseño
			Dedos Conectores	los electrodos del resotato no estan conectados al dispositivo de cortocircuito	Vibración	los terminales del conector estan sueltos	consecuencia en seguridad	Basado en condicion	Inspeccionar mordazas conectoras por soltura	Cambiar mordazas
			Polo interruptor	no se genera el cortocircuito en las fases del motor por lo que no se alcanza la velocidad nominal en la partida del motor	Contaminación	el dispositivo de cortocircuito esta trabado	consecuencia operacional	Basado en condicion	Comprobar operatividad de polo interruptor	Cambiar interruptor
			Borneras de Control	no se reparte las cargas de manera igualitaria entre los motores	Vibración	los bornes estan sueltos	consecuencia evidente	Tiempo Fijo	Reapretar borneras de interruptor	rediseño
			Interruptor principal	no se envíe la señal de 4.16 [kV]	Contaminación	el interruptor est trabado	consecuencia no operacional	Tiempo Fijo	Lubricar piezas móviles del interruptor	rediseño
			Interruptor	no se puede enviar la señal para generar el cortocircuito del reostato	Contaminación	Cortocircuito	consecuencia operacional	basado en condicion	Realizar termografia infrarroja	Evaluar la condición de la variación térmica
			Quadramatic	no se puede controlar el torque de entrada ni ajustar la posición mediante los embriagues neumáticos	Contaminación	Cortocircuito	consecencia operacional	Basado en condicion	Realizar termografia infrarroja	Evaluar la condición de la variación térmica

Anexo C: hoja informacion Molino SAG 1 Planta Los Bronces

Gabinete de contactores de fuerza Sist. Pot. partida molino	conectar el reostato liquido al rotor de los motores A y B	no se produce el cortocircuito en los motores cuando estos alcanzan su velocidad nominal	Contactores Principales	las fases retoricas de los motores no están conectados al ispositivo de cortocircuito del reostato liquido	Sobrecarga	no se puede cerrar el circuito	consecuencia operacional	Busqueda de Falla	Realizar prueba funcional de contactores principales	Cambiar bobina de contactor
			Identificación de cables de control	no se puede distinguir el codigo de los cables	Edad	la identificación esta degradado	consecuencia en seguridad	basado en condición	Inspeccionar etiquetado e identificación de cables de control (TAG o marcas) por degradación	Cambiar marca de cables de control de acuerdo a plano
			Contactores Principales	las fases rotoricas de los motores no están conectados al ispositivo de cortocircuito del reostato liquido	Contaminación	hay acumulación de polvo en los contactores	consecuencia en seguridad	Tiempo fijo	Limpiar e inspeccionar contactores principales	
			Contactores Principales	las fases rotoricas de los motores no están conectados al ispositivo de cortocircuito del reostato liquido	Contaminación	el contactor esta trabado	consecuencia no operacional	basado en condición	Comprobar movimiento de piezas móviles de los contactores principales	Cambiar piezas móviles del contactor principal
			Contactores Auxiliares	no se puede asegurar la aislacion del sistema de electronica de potencia ante eventual emergencia	Contaminación	hay acumulación de polvo en los contactores	consecuencia no operacional	Tiempo fijo	Limpiar e inspeccionar contactores auxiliares	
			Contactores Auxiliares	no se puede asegurar la aislacion del sistema de electronica de potencia ante eventual emergencia	Contaminación	el contactor esta trabado	consecuencia no operacional	basado en condición	Comprobar movimiento de accionamiento mecánico de los contactores auxiliares	Cambiar piezas móviles del contactor principal
			Cables de Control de Bornera	no se puede ejecutar la partida remota de los motores	Vibración	los cables de control estan sueltos	consecuencia en seguridad	Tiempo fijo	Reapretar cables de control de bornera	
Motor bomba de recirculación electrolito Sist. Pot. partida molino	proporcionar el torque suficiente para la operación de la bomba de recirculación electrolito al estanque de los electrodos del reostato liquido	no se puede regular la cantidad de electrolito en el estanque principal del reostato liquido	Motor	el motor no entrega el torque necesario para la operación de la bomba	Contaminación	Acumulación de polvo en el ventilador del motor	consecuencia en seguridad	basado en condición	Inspeccionar motor por contaminación	Limpiar motor
			Caja de Conexiones	el partidor del motor no recibe la señal de puesta en marcha del motor	Edad	los terminales de conexion estan degradado	consecuencia no operacional	basado en condición	Inspeccionar sello de caja de conexión por degradación	Cambiar empaque de caja de conexiones
			Cable Conexión a Tierra	el conjunto motor bomba no esta conectado a tierra	Vibración	el cable esta suelto	consecuencia en seguridad	basado en condición	Inspeccionar cable de conexión a tierra por soldura	Reapretar conexiones de cable
			Motor	el motor no entrega el torque necesario para la operación de la bomba	Edad	las espiras estan degradadas	consecuencia no evidente	basado en condición	Medir aislación de bobinado del motor	Cambiar motor
			Cables de Alimentación	no se puede conectar la energia eletrica al terminal de alimentación del partidor del motor de la bomba	Vibración	los cables de alimentacion estan sueltos	consecuencia no evidente	basado en condición	Inspeccionar cables de alimentación por soldura	Reapretar cables de alimentación
Barras y Cables Sist. Pot. partida molino	conectar los electrodos del reostato liquido a las fases del rotor del motor de partida A y B	el dispositivo de cortocircuito del reostato no esta conectado al rotor del motor	Cables de Fuerza	el rotor no esta conectado al dispositivo de cortocircuito	Edad	el recubrimiento del cable estan sueltos	consecuencia no evidente	basado en condición	Realizar medición de aislación de cables de fuerza de entrada y salida del resistor	Cambiar cable de fuerza
			Barras y Cables de Fuerza	los electrodos del reostatos no estan conectados al dispositivo de cortocircuito	Vibración	las barras y cables estan sueltos	consecuencia no evidente	Tiempo fijo	Reapretar barras y cables de fuerza entrada y salida del sistema de control de partida	rediseño
Banco de resistencias fijas Sist. Pot. partida molino	proteger los componentes del reostato liquido	el partidor de los motores de inducción del molino no se energiza	Banco de Resistencia	se genera cortocircuito en el banco	Contaminación	hay acumulación de solido en el banco de resistencia	consecuencia no operacional	Tiempo fijo	Limpiar banco de resistencias	rediseño
			Resistencia	el sistema de potencia no esta protegido contra sobrecorrientes	Edad	la resistencia esta degradado	consecuencia en seguridad	basado en condición	Medir resistencia por cada banco	Cambiar resistencia
			Selector (Manual/Automático)	no se puede utilizar la partida remota	Fatiga	el selector esta con daño total	consecuencia en seguridad	basado en condición	Inspeccionar selector por rotura o daños	Cambiar selector manual/automático

Anexo C: hoja informacion Molino SAG 1 Planta Los Bronces

Sistema electrico
partida de motor

controlar y coordinar la
puesta en marcha del
Molino SAG

Partidor motor
bomba de
recirculación
Sist. Pot.
partida molino

generar un cortocircuito
en las tres fases del rotor
del motor rotor bobinado
al alcanzar la velocidad
nominal al alcanzar los
600 [A] en la partida

no se puede
controlar la cantidad
de electrolito en los
estanques del
reostato

Identificación (TAG)	no se puede ver los códigos de los elementos del reostato	Edad	el tag está degradado	consecuencia en seguridad	basado en condición	Inspeccionar etiquetado e identificación del partidor (TAG) por degradación	Cambiar identificación de partidor
Contactor Principal	las fases rotoricas de los motores no están conectados al ispositivo de cortocircuito del reostato liquido	Contaminación	Cortocircuito	consecuencia en seguridad	basado en condición	Inspeccionar contactor principal por contaminación	Limpiar contactor
Selector (Manual/Automático)	no se puede utilizar la partida remota ni local	Vibración	el selector esta suelto	consecuencia no operacional	basado en condición	Inspeccionar conexiones de selector por soldadura	Reapretar conexiones de selector
Conexiones de Control	no se puede recibir ni enviar las selales de llenado y vaciado de electrolito	Vibración	las conexiones estan sueltas	consecuencia operacional	basado en condición	Inspeccionar conexiones de control por soldadura	Reapretar conexiones de control
Relé de Protección	el reostato se desconecta antes de que se alcance las condiciones iniciales de partidas sean satisfechas	Contaminación	Cortocircuito	consecuencia en seguridad	basado en condición	Inspeccionar relé de protección por contaminación	Limpiar relé de protección
Cables de Fuerza	los cables de alimentación no están fijados a los terminales de alimentación del partidor	Vibración	los cables estan sueltos	consecuencia no operacional	basado en condición	Inspeccionar cables de fuerza por soldadura	Reapretar cables de fuerza
Rele de control	no se puede regular la señal que recibe el partidor para evitar sobrecargas	Contaminación	Cortocircuito	consecuencia en seguridad	basado en condición	Inspeccionar relé de control por contaminación	Limpiar relé de control
Piezas Nucleo del Contactor principal	la intensidad de corriente en la puesta en marcha de los motores es sobre los 600 [A]	Vibración	las piezas del nucleo estan sueltas	consecuencia operacional	basado en condición	Inspeccionar núcleo del contactor principal por ruido o vibraciones	Limpiar núcleo de contactor principal
Luces piloto	no se anuncia la en marcha del motor	Sobrecorriente	las luces estan quemadas	consecuencia en seguridad	Operar hasta la Falla	Cambiar luces piloto	rediseño
Transformador de control	hay sobrecargas en el motor	Edad	el transformador esta degradado	consecuencia operacional	Tiempo fijo	Medir corriente de carga del circuito de control	
Regleta de terminales de PLC	los terminales no se pueden fijar en su extremo	Edad	los terminales estan degradados	consecuencia operacional	basado en condición	Inspeccionar etiquetado e identificación del cableado por degradación	Cambiar identificación
Conexiones	no se puede enviar las señales de mando del control remoto del partidor	Uso	la señal esta desviada	consecuencia operacional	basado en condición	Comprobar peinado del cableado	Reordenar y amarrar con abrazaderas plásticas
Cableado	no se puede recibir señales hacia el PLC	Vibración	el cableado esta suelto	consecuencia no operacional	basado en condición	Inspeccionar que las bandejas porta conductores estén con sus correspondientes tapas	Cambiar y ajustar tapas sueltas e instalar faltantes
Tapas bandejas portaconductores	los conductores estan expuestos a contaminación	Edad	las tapas estan degradados	consecuencia en seguridad	basado en condición	Inspeccionar sellado de la puerta del gabinete por degradación	Cambiar sello de la puerta del gabinete
Sello puerta gabinete	el gabinete no esta cerrado durante su operación	Vibración	la puerta esta suelta	consecuencia en seguridad	basado en condición	Inspeccionar la chapa de la puerta gabinete por daños en cerradura	Cambiar chapa puerta gabinete
Chapa Puerta Gabinete	el gabinete está expuesto a daños	Edad	los elementos moviles de la chapa estan degradados	consecuencia en seguridad	basado en condición	Inspeccionar sellado de tuberías de entrada de cable al gabinete por filtraciones	Sellar con espuma expansible de poliuretano
Tuberias cable	los cables están expuestos al medio ambiente	Sobrecorriente	los cables estan quemados	consecuencia no operacional	basado en condición	Comprobar operatividad de luces piloto	Cambiar luces piloto del gabinete
Luces piloto	no se anuncia la puesta en marcha del reostato	Uso	la luz esta quemado	consecuencia no operacional	basado en condición	Comprobar funcionamiento de señales de Panel View	Realizar diagnóstico en señales con falla

Anexo C: hoja informacion Molino SAG 1 Planta Los Bronces

	gabinete PLC	cotener y proteger el sistema de control remoto e instrumentación en la partida y operación del molino	no se puede controlar la operación de partida y parada del Molino SAG	Senales Panel View	las señales no se registran en el computador del PLC	Vibración	las conexiones del panel estan suelto	consecuencia no operacional	basado en condición	Inspeccionar terminales de conexiones en bornera por soldadura	Reapretar conexiones
				terminales	las conexiones de señales de entrada al plc no están operativas	Edad	los terminales estan degradados	consecuencia no operacional	basado en condición	Medir voltaje de fuente de alimentación a instrumentos	Cambiar fuente de poder de alimentación instrumentación
				Fuente de Poder	el PLC esta desenergizado	Vibración	la fuente de poder no esta conectada al PLC	consecuencia operacional	basado en condición	Inspeccionar conexiones de PLC por soldadura	Reapretar conexiones
				Identificación	no se puede identificar los codigos de los cables	Edad	la identificacion esta degradado	consecuencia no operacional	basado en condición	Inspeccionar etiquetado e identificación de cableado por degradación	Cambiar identificación
				Tapas bandejas portaconductores	los conductores estan expuestos a contaminación	Vibración	las tapas estan sueltas	consecuencia no operacional	basado en condición	Inspeccionar que las bandejas porta conductores estén con sus correspondientes tapas	Ajustar tapas de bandejas de conductores del gabinete del PLC del Chancador
				Conexiones	los instrumentos de medicion no estan conectados al PLC	Vibración	Suelto	consecuencia no operacional	basado en condición	Inspeccionar conexiones por soldadura	Reapretar conexiones
				Sello puerta gabinete	el gabinete no esta cerrado durante su operación	Edad	el sello esta con daño total por degradación	consecuencia evidente	basado en condición	Inspeccionar sellado de la puerta del gabinete por degradación	Cambiar sello de la puerta del gabinete
				Tuberias cable	los cables están expuesto al medio ambiente	Edad	las tuberias presentan daño estructurales	consecuencia operacional	basado en condición	Inspeccionar sellado de tuberías entrada de cable por degradación	Sellar con espuma expansible de poliuretano
				Cableado	no se puede recibir señales hacia el PLC	Uso	el cableado esta fuera de lugar	consecuencia operacional	basado en condición	Comprobar peinado del cableado	Reordenar y amarrar con abrazaderas plásticas
				PLC	el computador de PLC no responde	Uso	las señales que envía el PLC salen con desviaciones	consecuencia operacional	Tiempo fijo	Realizar respaldo en memoria de la aplicación por cambios de configuración	rediseño
				Panel View	no se puede ver las condiciones de operacion de la puesta en marcha y operacion del molino	Uso	Desviado	consecuencia no operacional	Tiempo fijo	Realizar respaldo en memoria de la aplicación por cambios de configuración	rediseño
				Señales	las señales se ejecutan con retraso de tiempo	Uso	Desviado	consecuencia en seguridad	basado en condición	Comprobar que las señales se encuentran en correcto funcionamiento	Ajustar señales
				Tarjetas electronicas PLC	las tarjetas estan inoperativas	Contaminación	cortocircuito en las tarjetas	consecuencia operacional	Tiempo fijo	Limpiar tarjetas electrónicas de PLC	rediseño
				Regleta de terminales	los terminales de conexion de entrada y salida del PLC estan desconectadas	Vibración	las regleta esta suelta	consecuencia evidente	basado en condición	Inspeccionar terminales de regletas de tarjetas electrónicas por soldadura	Reapretar terminales de regletas
				Fuente de Poder	el PLC esta desenergizado	Edad	la fuente de poder esta degradado	consecuencia operacional	basado en condición	Medir voltaje de fuente de alimentación a instrumentos	Cambiar fuente de poder de alimentación instrumentación
Conexiones	los instrumentos de medicion no estan conectados al PLC	Edad	las conexiones estan degradadas	consecuencia no operacional	basado en condición	Inspeccionar etiquetado e identificación del cableado por degradación	Cambiar identificación				
	Depósito de lubricante usado Lub. Corona	almacenar el aceite de retorno del sistema piñon corona	hay filtración en el deposito	Deposito	hay filtración en el deposito	Contaminación	acumulación de polvo en el deposito	consecuencia operacional	Tiempo fijo	Cambiar deposito de lubricante usado	rediseño
	Línea de suministro de aire Lub. Corona	aumentar la presión en zona de alimentación de lubricante en la corona	perdida de presión en la línea de suministro	Línea de alimentación	falla estructural	Uso	Desviado	consecuencia operacional	basado en condición	Comprobar presión en línea de alimentación de aire	Ajustar presión en línea de alimentación de aire del sistema de lubricación de la corona
	Electroválvula Control Aire Embrague	control del caudal de aire en la línea de suministro para el control del embrague en la partida del molino	la presión esta por debajo de los 200 [Kpa]	Electroválvula	la válvula no cambia de posición cerrada a abierta	Contaminación	el actuador de la electroválvula esta trabado	consecuencia operacional	basado en condición	Inspeccionar electroválvula por trabamiento de spool	Cambiar electroválvula
Contaminación						acumulación de polvo en el deposito	consecuencia operacional	Tiempo fijo	Limpiar electroválvula	rediseño	

Anexo C: hoja informacion Molino SAG 1 Planta Los Bronces

Sistema lubricación corona	disminuir las pérdidas en la transmisión de energía mecánica desde los motores hacia el molino	Electroválvula control de grasa Lub. Corona	control de la cantidad de grasa en la corona cuando recibe una señal de [V], en posición cerrada	pulsaciones de grasa discontinuas	Válvula de control de grasa	la válvula no cambia de posición cerrada a abierta	Contaminación	el actuador de la válvula esta trabado	consecuencia operacional	basado en condición	Inspeccionar electroválvula por trabamiento de spool	Cambiar electroválvula
							Contaminación	los elementos móviles de la válvula presenta acumulación de contaminantes	consecuencia operacional	Tiempo fijo	Limpiar electroválvula	rediseño
		Presostato de presencia de aire Lub. Corona	controla la presión en la línea de suministro de lubricación	no se puede medir los cambios de presión	Presostato de presencia de aire	el equipo no esta operativo	Uso	el registro de las señales estan desviadas	consecuencia operacional	basado en condición	Comprobar activación de alarma por baja presión	Cambiar presostato
							Contaminación	el presostato presenta	consecuencia	Tiempo fijo	Limpiar presostato	rediseño
Sensor inductivo Lub. Corona	recibir la señal para la administración de grasa cuando la capa de grasa ha disminuido por debajo de los [mm] de espesor	falla funcional	Sensor inductivo	falla funcional	Impacto	el sensor está roto	consecuencia operacional	basado en condición	Inspeccionar sensor por rotura o daños	Cambiar sensor inductivo		
					Uso	las señales eléctrica están desviadas	consecuencia operacional	basado en condición	Comprobar condición de los pulsos de grasa	Ajustar distancia entre sensor y embolo del distribuidor de grasa		
Bomba Sistema Spray Lub. Corona	proporcionar los pulsos de grasa a la corona	no hay flujo de grasa hacia la corona del molino	Lineas de engrase Pistón de Bomba	pulsos de grasa discontinuos	Contaminación	la línea de engrase esta obstruido de contaminantes	consecuencia operacional	busqueda de falla	Comprobar funcionamiento de inyección de grasa por las boquillas	Cambiar líneas y/o boquillas de inyección de grasa		
					Fatiga	el embolo de la bomba está roto	consecuencia operacional	busqueda de falla	Comprobar el ciclo normal de engrase de la corona	Cambiar bomba sistema de spray		
		Bomba Lubricación Reductor Lado A M3	proporcionar un caudal de [GPM] aceite a los engranajes del reductor del lado A	falta delubricación en el reductor de velocidad	Bomba de Lubricación	no hay fujo de lubricante	Abrasión	el impulsor y las partes móviles de la bomba estan desgastados	consecuencia operacional	Busqueda de falla	Revisar variables operacionales de la bomba	Cambiar bomba de lubricación reductor molino
					Lineas de lubricación	fuga de lubricante	Abrasión	las paredes de la tuberías estan desgastadas	consecuencia no evidente	basado en condición	Medir espesores de línea hacia punto de lubricación y retorno	Cambiar tramo de línea de lubricación
					Sello de bomba	fuga de lubricante	Abrasión	el sello de la bomba esta desgastado, hay filtración de aceite a través del eje	consecuencia no evidente	basado en condición	Inspeccionar bomba por fugas	Cambiar bomba de lubricación reductor molino
					Rodamientos de bomba	aumento de fricción en el descanso del eje	Abrasión	los elementos móviles del rodamiento estan desgastados	consecuencia operacional	basado en condición	Inspeccionar bomba de lubricación por ruidos anormales	Cambiar bomba de lubricación reductor molino
					Acoplamiento Motor Bomba	sin acoplamiento	Fatiga	el acoplamiento esta roto	consecuencia operacional	basado en condición	Inspeccionar acoplamiento por rotura o daños	Cambiar acoplamiento de bomba de lubricación
					Lineas de lubricación	fuga de lubricante	Ambiente	las paredes de la tuberías estan corroidos	consecuencia operacional	basado en condición	Inspeccionar líneas de lubricación por corrosión	Reparar líneas de lubricación
		Bomba Lubricación Reductor Lado B M4	proporcionar un caudal de [GPM] aceite a los engranajes del reductor del lado B	falta de lubricación en el reductor de velocidad	Bomba de Lubricación	no hay fujo de lubricante	Abrasión	los elementos móviles de la bomba estan desgastados	consecuencia operacional	Busqueda de falla	Revisar variables operacionales de la bomba	Cambiar bomba de lubricación reductor molino
					Lineas de lubricación	fuga de lubricante	Abrasión	las paredes de la tuberías estan desgastadas	consecuencia no evidente	basado en condición	Medir espesores de línea hacia punto de lubricación y retorno	Cambiar tramo de línea de lubricación
					Sello de bomba	fuga de lubricante	Abrasión	el sello de la bomba esta desgastado, hay filtración de aceite a través del eje	consecuencia no evidente	basado en condición	Inspeccionar bomba por fugas	Cambiar bomba de lubricación reductor molino
					Rodamientos de bomba	aumento de fricción en el descanso del eje	Abrasión	los elementos móviles del rodamiento estan desgastados	consecuencia operacional	basado en condición	Inspeccionar bomba de lubricación por ruidos anormales	Cambiar bomba de lubricación reductor molino
					Acoplamiento Motor Bomba	sin acoplamiento	Fatiga	el acoplamiento esta roto	consecuencia operacional	basado en condición	Inspeccionar acoplamiento por rotura o daños	Cambiar acoplamiento de bomba de lubricación
					Lineas de lubricación	fuga de lubricante	Ambiente	las paredes de la tuberías estan corroidos	consecuencia operacional	basado en condición	Inspeccionar líneas de lubricación por corrosión	Reparar líneas de lubricación
		Bomba de Acondicionamiento M5	suministrar el refrigerante para el intercambiador de calor que disminuye la temperatura del electrolito en el deposito de reserva	el electrolito el deposito de reerva presenta una temperatura por sobre los 45 [°C]	Bomba de Lubricación	no hay fujo de lubricante	Desgastado	los elementos móviles de la bomba estan desgastados	consecuencia operacional	Busqueda de falla	Revisar variables operacionales de la bomba	Cambiar bomba de lubricación acondicionamiento
					Sello de bomba	fuga de lubricante	Desgastado	las paredes de la tuberías estan desgastadas	consecuencia no evidente	basado en condición	Inspeccionar bomba por fugas	Cambiar bomba de lubricación acondicionamiento
					Rodamientos de bomba	fuga de lubricante	Desgastado	los elementos móviles del rodamiento estan desgastados	consecuencia no evidente	basado en condición	Inspeccionar bomba de lubricación por ruidos anormales	Cambiar bomba de lubricación acondicionamiento
					Acoplamiento Motor Bomba	aumento de fricción en el descanso del eje de los equipos	Roto	los ejes de los equipos no estan acoplados	consecuencia operacional	basado en condición	Inspeccionar acoplamiento por rotura o daños	Cambiar acoplamiento de bomba de lubricación

Anexo C: hoja informacion Molino SAG 1 Planta Los Bronces

		Lineas de lubricación	sin acoplamiento	Corroído	el acoplamiento esta roto	consecuencia operacional	basado en condición	Inspeccionar líneas de lubricación por corrosión	Reparar líneas de lubricación	
		Lineas de lubricación	fuga de lubricante	Desgastado	las paredes de la tuberías estan corroídos	consecuencia operacional	basado en condición	Medir espesores de línea hacia punto de lubricación y retorno	Cambiar tramo de línea de lubricación	
Bomba Descansos M6	proporcionar el aceite de levantamiento hidroestático al descanso de lado de alimentación del molino SAG	no hay flujo de lubricante	Bomba de Lubricación	no hay flujo de lubricante	Abrasión	los elementos móviles de la bomba estan desgastados	consecuencia operacional	Busqueda de falla	Revisar variables operacionales de la bomba	Cambiar bomba de lubricación descansos principales
		perdida de aceite a traves de la bomba	Sello de bomba	hay filtración de aceite en el eje de la bomba	Abrasión	el sello de la bomba esta desgastado, hay filtración de aceite a traves del eje	consecuencia no evidente	basado en condición	Inspeccionar bomba por fugas	Cambiar bomba de lubricación descansos principales
		no hay flujo de lubricante	Rodamientos de bomba	aumento de fricción en el eje de la bomba	Abrasión	el sello de la bomba esta desgastado, hay filtración de aceite a traves del eje	consecuencia no evidente	basado en condición	Inspeccionar bomba de lubricación por ruidos anormales	Cambiar bomba de lubricación descansos principales
		no hay flujo de lubricante	Acoplamiento Motor Bomba	perdida de eficiencia en el conjunto motor bomba	Fatiga	los ejes de los equipos no estan acoplados	consecuencia operacional	basado en condición	Inspeccionar acoplamiento por rotura o daños	Cambiar acoplamiento de bomba de lubricación
		perdida de aceite	Lineas de lubricación	las cañerías no estan selladas	Ambiente	las paredes de la tuberías estan corroídos	consecuencia operacional	basado en condición	Inspeccionar líneas de lubricación por corrosión	Reparar líneas de lubricación
		perdida de aceite	Lineas de lubricación	las cañerías no estan selladas	Abrasión	las paredes de la tuberías estan desgastados	consecuencia no evidente	basado en condición	Medir espesores de línea hacia punto de lubricación y retorno	Cambiar tramo de línea de lubricación
Bomba Descansos M7	proporcionar el aceite de levantamiento hidroestático al descanso del eje del piñon	no hay flujo de lubricante	Bomba de Lubricación	no hay flujo de lubricante	Abrasión	los elementos móviles de la bomba estan desgastados	consecuencia operacional	Busqueda de falla	Revisar variables operacionales de la bomba	Cambiar bomba de lubricación descansos principales
		perdida de aceite a traves de la bomba	Sello de bomba	hay filtración de aceite en el eje de la bomba	Abrasión	el sello de la bomba esta desgastado, hay filtración de aceite a traves del eje	consecuencia no evidente	basado en condición	Inspeccionar bomba por fugas	Cambiar bomba de lubricación descansos principales
		no hay flujo de lubricante	Rodamientos de bomba	aumento de fricción en el eje de la bomba	Abrasión	el sello de la bomba esta desgastado, hay filtración de aceite a traves del eje	consecuencia no evidente	basado en condición	Inspeccionar bomba de lubricación por ruidos anormales	Cambiar bomba de lubricación descansos principales
		no hay flujo de lubricante	Acoplamiento Motor Bomba	perdida de eficiencia en el conjunto motor bomba	Fatiga	los ejes de los equipos no estan acoplados	consecuencia operacional	basado en condición	Inspeccionar acoplamiento por rotura o daños	Cambiar acoplamiento de bomba de lubricación
		perdida de aceite	Lineas de lubricación	las cañerías no estan selladas	Ambiente	las paredes de la tuberías estan corroídos	consecuencia operacional	basado en condición	Inspeccionar líneas de lubricación por corrosión	Reparar líneas de lubricación
		perdida de aceite	Lineas de lubricación	las cañerías no estan selladas	Abrasión	las paredes de la tuberías estan desgastados	consecuencia no evidente	basado en condición	Medir espesores de línea hacia punto de lubricación y retorno	Cambiar tramo de línea de lubricación
Bomba Lubricación Alta Presión 1 M8	proporcionar el aceite a los pads radiales para el levantamiento hidroestático de los descansos en el lado de alimentación del molino	las presión en los pads radiales es mayor a los 3440 [KPa]	Sello de bomba	hay filtración de aceite en el eje de la bomba	Abrasión	el sello de la bomba esta desgastado, hay filtración de aceite a traves del eje	consecuencia no evidente	basado en condición	Inspeccionar bomba por fugas	Cambiar bomba de lubricación de autorización del molino
			Pistón de bomba	falla funcional de la bomba	Abrasión	el pistón presenta desgaste en su superficie	consecuencia operacional	basado en condición	Comprobar presión de autorización a la partida del molino	Cambiar bomba de lubricación de autorización del molino
			Lineas de lubricación	las cañerías no estan selladas	Ambiente	las paredes de la tuberías estan corroídos	consecuencia operacional	basado en condición	Inspeccionar líneas de lubricación por corrosión	Reparar líneas de lubricación
			Lineas de lubricación	las cañerías no estan selladas	Abrasión	las paredes de la tuberías estan desgastados	consecuencia no evidente	basado en condición	Medir espesores de línea hacia punto de lubricación y retorno	Cambiar tramo de línea de lubricación
Bomba Lubricación Alta Presión 2 M9	proporcionar el aceite a los pads radiales para el levantamiento hidroestático de los descansos en el lado de descarga del molino	las presión en los pads radiales es mayor a los 3440 [KPa]	Sello de bomba	hay filtración de aceite en el eje de la bomba	Abrasión	el sello de la bomba esta desgastado, hay filtración de aceite a traves del eje	consecuencia no evidente	basado en condición	Inspeccionar bomba por fugas	Cambiar bomba de lubricación de autorización del molino
			Pistón de bomba	falla funcional de la bomba	Abrasión	el pistón presenta desgaste en su superficie	consecuencia operacional	basado en condición	Comprobar presión de autorización a la partida del molino	Cambiar bomba de lubricación de autorización del molino
			Lineas de lubricación	las cañerías no estan selladas	Ambiente	las paredes de la tuberías estan corroídos	consecuencia operacional	basado en condición	Inspeccionar líneas de lubricación por corrosión	Reparar líneas de lubricación
			Lineas de lubricación	las cañerías no estan selladas	Abrasión	las paredes de la tuberías estan desgastados	consecuencia no evidente	basado en condición	Medir espesores de línea hacia punto de lubricación y retorno	Cambiar tramo de línea de lubricación

Anexo C: hoja informacion Molino SAG 1 Planta Los Bronces

Bomba Lubricación Descansos Eje Piñón A M10	Proporcionar un caudal de [GPM] de lubricante a los descansos del eje del engranaje del piñón de lado A	perdida de eficiencia mecánica por sobre el 10 % en la transmisión del par de torsión desde el acoplamiento de baja del reductor hacia el piñón	Bomba de Lubricación	falta de lubricación en los descansos	Abrasión	los elementos móviles de la bomba están desgastados	consecuencia operacional	Busqueda de falla	Revisar variables operacionales de la bomba	Cambiar bomba de lubricación descansos eje piñón
			Sello de bomba	filtración de aceite a través de equipo	Abrasión	el sello de la bomba está desgastado, hay filtración de aceite a través del eje	consecuencia no evidente	basado en condición	Inspeccionar bomba por fugas	Cambiar bomba de lubricación descansos eje piñón
			Rodamientos de bomba	aumento de fricción en el eje de la bomba	Abrasión	el sello de la bomba está desgastado, hay filtración de aceite a través del eje	consecuencia no evidente	basado en condición	Inspeccionar bomba de lubricación por ruidos anormales	Cambiar bomba de lubricación descansos eje piñón
			Acoplamiento Motor Bomba	mal acoplamiento del conjunto motor bomba	Fatiga	los ejes de los equipos no están acoplados	consecuencia operacional	basado en condición	Inspeccionar acoplamiento por rotura o daños	Cambiar acoplamiento de bomba de lubricación
			Lineas de lubricación	las cañerías no están selladas	Ambiente	las paredes de la tuberías están corroídas	consecuencia operacional	basado en condición	Inspeccionar líneas de lubricación por corrosión	Reparar líneas de lubricación
			Lineas de lubricación	las cañerías no están selladas	Abrasión	las paredes de la tuberías están desgastadas	consecuencia no evidente	basado en condición	Medir espesores de línea hacia punto de lubricación y retorno	Cambiar tramo de línea de lubricación
Bomba Lubricación Descansos Eje Piñón B M11	Proporcionar un caudal de [GPM] de lubricante a los descansos del eje del engranaje del piñón de lado B	perdida de eficiencia mecánica por sobre el 10 % en la transmisión del par de torsión desde el acoplamiento de baja del reductor hacia el piñón	Bomba de Lubricación	falta de lubricación en los descansos	Abrasión	los elementos móviles de la bomba están desgastados	consecuencia operacional	Busqueda de falla	Revisar variables operacionales de la bomba	Cambiar bomba de lubricación descansos eje piñón
			Sello de bomba	filtración de aceite a través de equipo	Abrasión	el sello de la bomba está desgastado, hay filtración de aceite a través del eje	consecuencia no evidente	basado en condición	Inspeccionar bomba por fugas	Cambiar bomba de lubricación descansos eje piñón
			Rodamientos de bomba	aumento de fricción en el eje de la bomba	Abrasión	el sello de la bomba está desgastado, hay filtración de aceite a través del eje	consecuencia no evidente	basado en condición	Inspeccionar bomba de lubricación por ruidos anormales	Cambiar bomba de lubricación descansos eje piñón
			Acoplamiento Motor Bomba	mal acoplamiento del conjunto motor bomba	Fatiga	los ejes de los equipos no están acoplados	consecuencia operacional	basado en condición	Inspeccionar acoplamiento por rotura o daños	Cambiar acoplamiento de bomba de lubricación
			Lineas de lubricación	las cañerías no están selladas	Ambiente	las paredes de la tuberías están corroídas	consecuencia operacional	basado en condición	Inspeccionar líneas de lubricación por corrosión	Reparar líneas de lubricación
			Lineas de lubricación	las cañerías no están selladas	Abrasión	las paredes de la tuberías están desgastadas	consecuencia no evidente	basado en condición	Medir espesores de línea hacia punto de lubricación y retorno	Cambiar tramo de línea de lubricación
Transmisor de presión salida bomba M3	mandar una señal entre 4-20 [mA] al detectar una presión de 6700 [kPa] en el lado de alimentación del Molino	no se puede tomar lecturas de los parámetros de operación	Terminales	no se puede cerrar el circuito	Sobrecarga	Circuito Abierto	consecuencia operacional	basado en condición	Contrastar valor del instrumento con valor de proceso en Panel view	Cambiar transmisor de presión
			Transmisor	no se puede tomar mediciones	Uso	las señales del transmisor están desviadas	consecuencia evidente	basado en condición	Comprobar calibración de transmisor de presión	Realizar ajustes en menú de calibración
			Terminales	no se puede cerrar el circuito	Vibración	los terminales están sueltos	consecuencia no operacional	basado en condición	Inspeccionar terminales por soldadura	Reapretar terminales
			Sello de goma	perdida de presión	Edad	el sello presenta daño por degradación del mismo	consecuencia operacional	basado en condición	Inspeccionar sello de goma de las tapas por rotura	Cambiar sello de goma de las tapas
			Conduit Flexible	perdida de presión	Impacto	el conduit flexible está roto	consecuencia no operacional	basado en condición	Inspeccionar conduit flexible por rotura	Cambiar conduit flexible
			Conexión Hidráulica	filtración de aceite en la unión del transmisor y la línea	Vibración	las conexiones están sueltas	consecuencia en seguridad	basado en condición	Inspeccionar conexiones hidráulicas del instrumento por fugas	Reapretar conexión hidráulica
			Transmisor de flujo	no se pueden medir variaciones de caudal	Contaminación	Cortocircuito	consecuencia operacional	tiempo fijo	Limpiar transmisor	
Transmisor de presión salida bomba M4	mandar una señal entre 4-20 [mA] al detectar una presión de 6700 [kPa] en el lado de descarga del molino	no se puede tomar lecturas de los parámetros de operación	Terminales	no se puede cerrar el circuito	Sobrecarga	Circuito Abierto	consecuencia operacional	basado en condición	Contrastar valor del instrumento con valor de proceso en Panel view	Cambiar transmisor de presión
			Transmisor	no se puede tomar mediciones	Uso	las señales del transmisor están desviadas	consecuencia evidente	basado en condición	Comprobar calibración de transmisor de presión	Realizar ajustes en menú de calibración
			Terminales	no se puede cerrar el circuito	Vibración	los terminales están sueltos	consecuencia no operacional	basado en condición	Inspeccionar terminales por soldadura	Reapretar terminales
			Sello de goma	perdida de presión	Edad	el sello presenta daño por degradación del mismo	consecuencia operacional	basado en condición	Inspeccionar sello de goma de las tapas por rotura	Cambiar sello de goma de las tapas
			Conduit Flexible	perdida de presión	Impacto	el conduit flexible está roto	consecuencia no operacional	basado en condición	Inspeccionar conduit flexible por rotura	Cambiar conduit flexible

Anexo C: hoja informacion Molino SAG 1 Planta Los Bronces

			Conexión Hidráulica	filtración de aceite en la union del transmisor y la linea	Vibración	las conexiones estan sueltas	consecuencia en seguridad	basado en condición	Inspeccionar conexiones hidráulicas del instrumento por fugas	Reapretar conexión hidráulica
			Transmisor de flujo	no se pueden medir variaciones de caudal	Contaminación	Cortocircuito	consecuencia operacional	tiempo fijo	Limpiar transmisor	
Transmisor de presión salida bomba M5	mandar una señal entre 4-20 [mA] al detectar una presión de 6700 [kPa]	no se genera la señal eléctrica entre 4 - 20 [mA]	Terminales	no se puede cerrar el circuito	Sobrecarga	Circuito Abierto	consecuencia operacional	basado en condición	Contrastar valor del instrumento con valor de proceso en Panel view	Cambiar transmisor de presión
			Transmisor	no se puede tomar mediciones	Uso	las señales del transmisor estan desviados	consecuencia evidente	basado en condición	Comprobar calibración de transmisor de presión	Realizar ajustes en menú de calibración
			Terminales	no se puede cerrar el circuito	Vibración	los terminales estan sueltos	consecuencia no operacional	basado en condición	Inspeccionar terminales por soldadura	Reapretar terminales
		presión menor a los 6700 [KPa]	Sello de goma	perdida de presión	Edad	el sello presenta daño por degradación del mismo	consecuencia operacional	basado en condición	Inspeccionar sello de goma de las tapas por rotura	Cambiar sello de goma de las tapas
			Conduit Flexible	perdida de presión	Impacto	el conduit flexible esta roto	consecuencia no operacional	basado en condición	Inspeccionar conduit flexible por rotura	Cambiar conduit flexible
			Conexión Hidráulica	filtración de aceite en la union del transmisor y la linea	Vibración	las conexiones estan sueltas	consecuencia en seguridad	basado en condición	Inspeccionar conexiones hidráulicas del instrumento por fugas	Reapretar conexión hidráulica
		falla funcional	Transmisor de flujo	no se pueden medir variaciones de caudal	Contaminación	Cortocircuito	consecuencia operacional	tiempo fijo	Limpiar transmisor	rediseño
Transmisor de presión salida bomba M6 y M7	mandar una señal entre 4-20 [mA] al detectar una presión de 6700 [kPa]	no se genera la señal eléctrica entre 4 - 20 [mA]	Terminales	no se puede cerrar el circuito	Sobrecarga	Circuito Abierto	consecuencia operacional	basado en condición	Contrastar valor del instrumento con valor de proceso en Panel view	Cambiar transmisor de presión
			Transmisor	no se puede tomar mediciones	Uso	las señales del transmisor estan desviados	consecuencia evidente	basado en condición	Comprobar calibración de transmisor de presión	Realizar ajustes en menú de calibración
			Terminales	no se puede cerrar el circuito	Vibración	los terminales estan sueltos	consecuencia no operacional	basado en condición	Inspeccionar terminales por soldadura	Reapretar terminales
		presión menor a los 6700 [KPa]	Sello de goma	perdida de presión	Edad	el sello presenta daño por degradación del mismo	consecuencia operacional	basado en condición	Inspeccionar sello de goma de las tapas por rotura	Cambiar sello de goma de las tapas
			Conduit Flexible	perdida de presión	Impacto	el conduit flexible esta roto	consecuencia no operacional	basado en condición	Inspeccionar conduit flexible por rotura	Cambiar conduit flexible
			Conexión Hidráulica	filtración de aceite en la union del transmisor y la linea	Vibración	las conexiones estan sueltas	consecuencia en seguridad	basado en condición	Inspeccionar conexiones hidráulicas del instrumento por fugas	Reapretar conexión hidráulica
		falla funcional	Transmisor de flujo	no se pueden medir variaciones de caudal	Contaminación	Cortocircuito	consecuencia operacional	tiempo fijo	Limpiar transmisor	rediseño
Transmisor de presión salida bomba M10	mandar una señal entre 4-20 [mA] al detectar una presión de 6700 [kPa]	no se genera la señal eléctrica entre 4 - 20 [mA]	Terminales	no se puede cerrar el circuito	Sobrecarga	Circuito Abierto	consecuencia operacional	basado en condición	Contrastar valor del instrumento con valor de proceso en Panel view	Cambiar transmisor de presión
			Transmisor	no se puede tomar mediciones	Uso	las señales del transmisor estan desviados	consecuencia evidente	basado en condición	Comprobar calibración de transmisor de presión	Realizar ajustes en menú de calibración
			Terminales	no se puede cerrar el circuito	Vibración	los terminales estan sueltos	consecuencia no operacional	basado en condición	Inspeccionar terminales por soldadura	Reapretar terminales
		presión menor a los 6700 [KPa]	Sello de goma	perdida de presión	Edad	el sello presenta daño por degradación del mismo	consecuencia operacional	basado en condición	Inspeccionar sello de goma de las tapas por rotura	Cambiar sello de goma de las tapas
			Conduit Flexible	perdida de presión	Impacto	el conduit flexible esta roto	consecuencia no operacional	basado en condición	Inspeccionar conduit flexible por rotura	Cambiar conduit flexible
			Conexión Hidráulica	filtración de aceite en la union del transmisor y la linea	Vibración	las conexiones estan sueltas	consecuencia en seguridad	basado en condición	Inspeccionar conexiones hidráulicas del instrumento por fugas	Reapretar conexión hidráulica
		falla funcional	Transmisor de flujo	no se pueden medir variaciones de caudal	Contaminación	Cortocircuito	consecuencia operacional	tiempo fijo	Limpiar transmisor	rediseño
Transmisor de presión salida bomba M11	mandar una señal entre 4-20 [mA] al detectar una presión de 6700 [kPa]	no se genera la señal eléctrica entre 4 - 20 [mA]	Terminales	no se puede cerrar el circuito	Sobrecarga	Circuito Abierto	consecuencia operacional	basado en condición	Contrastar valor del instrumento con valor de proceso en Panel view	Cambiar transmisor de presión
			Transmisor	no se puede tomar mediciones	Uso	las señales del transmisor estan desviados	consecuencia evidente	basado en condición	Comprobar calibración de transmisor de presión	Realizar ajustes en menú de calibración
			Terminales	no se puede cerrar el circuito	Vibración	los terminales estan sueltos	consecuencia no operacional	basado en condición	Inspeccionar terminales por soldadura	Reapretar terminales

Anexo C: hoja informacion Molino SAG 1 Planta Los Bronces

Transmisor de presión salida bomba M11	mandar una señal entre 4-20 [mA] al detectar una presión de 6700 [kPa]	presión menor a los 6700 [KPa]	Sello de goma	perdida de presión	Edad	el sello presenta daño por degradación del mismo	consecuencia operacional	basado en condición	Inspeccionar sello de goma de las tapas por rotura	Cambiar sello de goma de las tapas		
			Conduit Flexible	perdida de presión	Impacto	el conduit flexible esta roto	consecuencia no operacional	basado en condición	Inspeccionar conduit flexible por rotura	Cambiar conduit flexible		
			Conexión Hidráulica	filtración de aceite en la union del transmisor y la linea	Vibración	las conexiones estan sueltas	consecuencia en seguridad	basado en condición	Inspeccionar conexiones hidráulicas del instrumento por fugas	Reapretar conexión hidráulica		
		falla funcional	Transmisor de flujo	no se pueden medir variaciones de caudal	Contaminación	Cortocircuito	consecuencia operacional	tiempo fijo	Limpiar transmisor	rediseño		
Transmisor de flujo a descanso principal lado alimentación	mandar una señal entre 4-20 [mA] al detectar una presión de 6700 [kPa]	no se genera la señal eléctrica entre 4 - 20 [mA]	Terminales	no se puede cerrar el circuito	Sobrecarga	Circuito Abierto	consecuencia operacional	basado en condición	Contrastar valor del instrumento con valor de proceso en Panel view	Cambiar transmisor de flujo		
			Transmisor	no se puede tomar mediciones	Uso	las señales del transmisor estan desviados	consecuencia evidente	basado en condición	Comprobar calibración del equipo	Realizar ajustes en menú de calibración		
			Terminales	no se puede cerrar el circuito	Vibración	los terminales estan sueltos	consecuencia no operacional	basado en condición	Inspeccionar terminales por soltura	Reapretar terminales		
		presión menor a los 6700 [KPa]	Sello de goma	perdida de presión	Edad	el sello presenta daño por degradación del mismo	consecuencia operacional	basado en condición	Inspeccionar sello de goma de las tapas por rotura	Cambiar sello de goma de las tapas		
			Conduit Flexible	perdida de presión	Impacto	el conduit flexible esta roto	consecuencia no operacional	basado en condición	Inspeccionar conduit flexible por rotura	Cambiar conduit flexible		
			Conexión Hidráulica	filtración de aceite en la union del transmisor y la linea	Vibración	las conexiones estan sueltas	consecuencia en seguridad	basado en condición	Inspeccionar conexiones hidráulicas del instrumento por fugas	Reapretar conexión hidráulica		
		falla funcional	Transmisor de flujo	no se pueden medir variaciones de caudal	Contaminación	Cortocircuito	consecuencia operacional	tiempo fijo	Limpiar transmisor	rediseño		
		Transmisor de flujo a descanso principal lado descarga	mandar una señal entre 4-20 [mA] al detectar una presión de 6700 [kPa]	no se genera la señal eléctrica entre 4 - 20 [mA]	Terminales	no se puede cerrar el circuito	Sobrecarga	Circuito Abierto	consecuencia operacional	basado en condición	Contrastar valor del instrumento con valor de proceso en Panel view	Cambiar transmisor de flujo
					Transmisor	no se puede tomar mediciones	Uso	las señales del transmisor estan desviados	consecuencia evidente	basado en condición	Comprobar calibración del equipo	Realizar ajustes en menú de calibración
					Terminales	no se puede cerrar el circuito	Vibración	los terminales estan sueltos	consecuencia no operacional	basado en condición	Inspeccionar terminales por soltura	Reapretar terminales
presión menor a los 6700 [KPa]	Sello de goma			perdida de presión	Edad	el sello presenta daño por degradación del mismo	consecuencia operacional	basado en condición	Inspeccionar sello de goma de las tapas por rotura	Cambiar sello de goma de las tapas		
	Conduit Flexible			perdida de presión	Impacto	el conduit flexible esta roto	consecuencia no operacional	basado en condición	Inspeccionar conduit flexible por rotura	Cambiar conduit flexible		
	Conexión Hidráulica			filtración de aceite en la union del transmisor y la linea	Vibración	las conexiones estan sueltas	consecuencia en seguridad	basado en condición	Inspeccionar conexiones hidráulicas del instrumento por fugas	Reapretar conexión hidráulica		
falla funcional	Transmisor de flujo			no se pueden medir variaciones de caudal	Contaminación	Cortocircuito	consecuencia operacional	tiempo fijo	Limpiar transmisor	rediseño		
Transmisor de flujo a reductor lado A	detectar un valor de caudal de aceite distinto a 7 [GPM] y emitir una señal de 4 - 20 [mA] que indica cambios de flujo			no se genera la señal eléctrica entre 4 - 20 [mA]	Terminales	no se puede cerrar el circuito	Sobrecarga	Circuito Abierto	consecuencia operacional	basado en condición	Contrastar valor del instrumento con valor de proceso en Panel view	Cambiar transmisor de flujo
					Transmisor	no se puede tomar mediciones	Uso	las señales del transmisor estan desviados	consecuencia evidente	basado en condición	Comprobar calibración del equipo	Realizar ajustes en menú de calibración
					Terminales	no se puede cerrar el circuito	Vibración	los terminales estan sueltos	consecuencia no operacional	basado en condición	Inspeccionar terminales por soltura	Reapretar terminales
		hay un flujo menor a 7 [GPM]	Sello de goma	perdida de presión	Edad	el sello presenta daño por degradación del mismo	consecuencia operacional	basado en condición	Inspeccionar sello de goma de las tapas por rotura	Cambiar sello de goma de las tapas		
			Conduit Flexible	perdida de presión	Impacto	el conduit flexible esta roto	consecuencia no operacional	basado en condición	Inspeccionar conduit flexible por rotura	Cambiar conduit flexible		
			Conexión Hidráulica	filtración de aceite en la union del transmisor y la linea	Vibración	las conexiones estan sueltas	consecuencia en seguridad	basado en condición	Inspeccionar conexiones hidráulicas del instrumento por fugas	Reapretar conexión hidráulica		
		falla funcional	Transmisor de flujo	no se pueden medir variaciones de caudal	Contaminación	Cortocircuito	consecuencia operacional	tiempo fijo	Limpiar transmisor	rediseño		
				no se genera la	Terminales	no se puede cerrar el circuito	Sobrecarga	Circuito Abierto	consecuencia operacional	basado en condición	Contrastar valor del instrumento con valor de proceso en Panel view	Cambiar transmisor de flujo

Anexo C: hoja informacion Molino SAG 1 Planta Los Bronces

Sistema de lubricación	mantener los elementos móviles del molino lubricados para evitar sobre esfuerzos ni aumento de presión en descansos y elementos mecánicos, así como también mantener la temperatura del aceite a un valor menor a los 42 [°C] con el molino en operación	Transmisor de flujo a reductor lado B	detectar un valor de caudal de aceite distinto a 7 [GPM] y emitir una señal de 4 - 20 [mA] que indica cambios de flujo	señal eléctrica entre 4 - 20 [mA]	Transmisor	no se puede tomar mediciones	Uso	las señales del transmisor están desviadas	consecuencia evidente	basado en condición	Comprobar calibración del equipo	Realizar ajustes en menú de calibración
				Terminales	no se puede cerrar el circuito	Vibración	los terminales están sueltos	consecuencia no operacional	basado en condición	Inspeccionar terminales por soltura	Reapretar terminales	
				hay un flujo menor a 7 [GPM]	Sello de goma	perdida de presión	Edad	el sello presenta daño por degradación del mismo	consecuencia operacional	basado en condición	Inspeccionar sello de goma de las tapas por rotura	Cambiar sello de goma de las tapas
					Conduit Flexible	perdida de presión	Impacto	el conduit flexible está roto	consecuencia no operacional	basado en condición	Inspeccionar conduit flexible por rotura	Cambiar conduit flexible
				Conexión Hidráulica	filtración de aceite en la unión del transmisor y la línea	Vibración	las conexiones están sueltas	consecuencia en seguridad	basado en condición	Inspeccionar conexiones hidráulicas del instrumento por fugas	Reapretar conexión hidráulica	
				falla funcional	Transmisor de flujo	no se pueden medir variaciones de caudal	Contaminación	Cortocircuito	consecuencia operacional	tiempo fijo	Limpiar transmisor	rediseño
		Estanque Descansos Principales	almacenar el aceite de levantamiento hidroestático proveniente de los descansos del molino SAG	filtración de aceite a través del estanque	Aceite de Estanque	filtración de aceite por el estanque	Edad	el aceite ya cumplió su vida útil, expirado	consecuencia operacional	operar hasta la falla	Cambiar aceite estanque descansos principales Molino SAG1	rediseño
					Nivel Estanque de Aceite	falla funcional	Uso	el aceite gotea a través del estanque	consecuencia en medio ambiente	basado en condición	Inspeccionar nivel de aceite del estanque	Rellenar aceite de estanque
					Válvula de toma muestra de aceite	falla funcional	Impacto	la válvula está rota	consecuencia no operacional	basado en condición	Inspeccionar válvula de toma de muestras por rotura o daños	Cambiar válvula de toma de muestra
					Aceite de Estanque	el aceite pierde sus propiedades físico químicas	Uso	el aceite está degradado	consecuencia no operacional	basado en condición	Tomar muestra de aceite desde estanque	Realizar microfiltrado de aceite de lubricación molino
					Calefactor	la temperatura del aceite disminuye por debajo de los 35 [°C]	Sobrecorriente	la resistencia del calefactor está quemado	consecuencia no evidente	basado en condición	Comprobar funcionamiento del calefactor mediante medición de corriente	Cambiar Calefactor
		Estanque Aceite Eje Piñón A	almacenar el aceite de lubricamiento de los descansos del eje del piñón del lado A	filtración de aceite a través del estanque	Aceite de Estanque	filtración de aceite por el estanque	Edad	el aceite ya cumplió su vida útil, expirado	consecuencia operacional	operar hasta la falla	Cambiar aceite estanque lubricación descansos eje piñón	rediseño
					Válvula de toma muestra de aceite	falla funcional	Impacto	la válvula está rota	consecuencia no operacional	basado en condición	Inspeccionar válvula de toma de muestras por rotura o daños	Cambiar válvula de toma de muestra
					Aceite de Estanque	filtración de aceite por el estanque	Uso	el aceite está degradado	consecuencia no operacional	basado en condición	Tomar muestra de aceite desde estanque	Realizar microfiltrado de aceite de lubricación molino
					Filtro del Sistema	no se puede disminuir la carga contaminante en el aceite	Contaminación	el filtro está obstruido con sólidos	consecuencia operacional	basado en condición	Comprobar presión diferencial del filtro del sistema	Limpiar filtro de sistema
					Intercambiador de calor	el refrigerante tiene dificultades para fluir a través del intercambiador	Contaminación	el refrigerante no puede fluir por el intercambiador de calor por obstrucción	consecuencia operacional	basado en condición	Comprobar temperatura del aceite en estanque	Limpiar intercambiador
					Intercambiador de calor	el refrigerante tiene dificultades para fluir a través del intercambiador	Fatiga	el intercambiador de calor está agrietado	consecuencia operacional	tiempo fijo	Cambiar intercambiador de calor (Enfriador)	rediseño
					Nivel Estanque de Aceite	el nivel de aceite varía constantemente	Uso	el aceite gotea a través del estanque	consecuencia en seguridad	basado en condición	Inspeccionar nivel de aceite del estanque de lubricación	Rellenar aceite de estanque lubricación descansos eje piñón
					Calefactor	la temperatura del aceite disminuye por debajo de los 35 [°C]	Sobrecorriente	la resistencia del calefactor está quemado	consecuencia no evidente	basado en condición	Comprobar funcionamiento del calefactor mediante medición de corriente	Cambiar Calefactor
		Estanque Aceite Eje Piñón B	almacenar el aceite de lubricamiento de los descansos del eje del piñón del lado B	filtración de aceite a través del estanque	Aceite de Estanque	el aceite pierde sus propiedades físico químicas	Edad	el aceite ya cumplió su vida útil, expirado	consecuencia operacional	operar hasta la falla	Cambiar aceite estanque lubricación descansos eje piñón	rediseño
Válvula de toma muestra de aceite	falla funcional				Impacto	la válvula está rota	consecuencia no operacional	basado en condición	Inspeccionar válvula de toma de muestras por rotura o daños	Cambiar válvula de toma de muestra		
Aceite de Estanque	filtración de aceite por el estanque				Uso	el aceite está degradado	consecuencia no operacional	basado en condición	Tomar muestra de aceite desde estanque	Realizar microfiltrado de aceite de lubricación molino		
Filtro del Sistema	no se puede disminuir la carga contaminante en el aceite				Contaminación	el filtro está obstruido con sólidos	consecuencia operacional	basado en condición	Comprobar presión diferencial del filtro del sistema	Limpiar filtro de sistema		
Intercambiador de calor	el refrigerante tiene dificultades para fluir a través del intercambiador				Contaminación	el refrigerante no puede fluir por el intercambiador de calor por obstrucción	consecuencia operacional	basado en condición	Comprobar temperatura del aceite en estanque	Limpiar intercambiador		

Anexo C: hoja informacion Molino SAG 1 Planta Los Bronces

			Intercambiador de calor	el refrigerante tiene dificultades para fluir a través del intercambiador	Fatiga	el intercambiador de calor esta agrietado	consecuencia operacional	tiempo fijo	Cambiar intercambiador de calor (Enfriador)	rediseño
			Nivel Estanque de Aceite	el nivel de aceite varia constantemente	Uso	el aceite gotea a través del estanque	consecuencia en seguridad	basado en condición	Inspeccionar nivel de aceite del estanque de lubricación	Rellenar aceite de estanque lubricación descansos eje piñón
			Calefactor	la temperatura del aceite disminuye por debajo de los 35 [°C]	Sobrecorriente	la resistencia del calefactor esta quemado	consecuencia no evidente	basado en condición	Comprobar funcionamiento del calefactor mediante medición de corriente	Cambiar Calefactor
Estanque Aceite Reductor A	almacenar el aceite de lubricamiento de las partes móviles del reductor de velocidad del lado A	filtración de aceite a través del estanque	Nivel Estanque de Aceite	el nivel de aceite varia constantemente	Gotea	el aceite se filtra a través de la mira del estanque	consecuencia no operacional	basado en condición	Inspeccionar nivel de aceite del estanque de lubricación	Rellenar aceite de estanque lubricación
			Válvula de toma muestra de aceite	falla funcional	Roto	la válvula está rota	consecuencia no operacional	basado en condición	Inspeccionar válvula de toma de muestras por rotura o daños	Cambiar válvula de toma de muestra
			Aceite de Estanque	el aceite pierde sus propiedades fisico quimicas	Degradado	el aceite ya cumplio su vida útil, expirado	consecuencia operacional	basado en condición	Tomar muestra de aceite desde estanque	Realizar microfiltrado de aceite de lubricación molino
			Filtro del Sistema	no se puede disminuir la carga contaminante en el aceite	Obstruido	el filtro esta obstruido con sólidos	consecuencia operacional	basado en condición	Comprobar presión diferencial del filtro del sistema	Limpiar filtro de sistema
			Intercambiador de calor	el refrigerante tiene dificultades para fluir a través del intercambiador	Obstruido	el refrigerante no puede fluir por el intercambiador de calor por contaminación	consecuencia operacional	basado en condición	Comprobar temperatura del aceite en estanque de lubricación del reductor	Limpiar intercambiador
			Calefactor	la temperatura del aceite disminuye por debajo de los 35 [°C]	Sobrecorriente	la resistencia del calefactor esta quemado	consecuencia no evidente	basado en condición	Comprobar funcionamiento del calefactor mediante medición de corriente	Cambiar Calefactor
			Aceite de Estanque	el aceite pierde sus propiedades fisico quimicas	Expirado	el aceite ya cumplio su vida útil, expirado	consecuencia operacional	operar hasta la falla	Cambiar aceite estanque lubricación reductor de molino	rediseño
			Intercambiador de calor	el refrigerante tiene dificultades para fluir a través del intercambiador	Roto	el intercambiador de calor esta agrietado	consecuencia operacional	tiempo fijo	Cambiar intercambiador de calor (Enfriador)	rediseño
Estanque Aceite Reductor B	almacenar el aceite de lubricamiento de las partes móviles del reductor de velocidad del lado B	filtración de aceite a través del estanque	Nivel Estanque de Aceite	el nivel de aceite varia constantemente	Gotea	el aceite se filtra a través de la mira del estanque	consecuencia no operacional	basado en condición	Inspeccionar nivel de aceite del estanque de lubricación	Rellenar aceite de estanque lubricación reductor molino
			Válvula de toma muestra de aceite	falla funcional	Roto	la válvula está rota	consecuencia no operacional	basado en condición	Inspeccionar válvula de toma de muestras por rotura o daños	Cambiar válvula de toma de muestra
			Aceite de Estanque	el aceite pierde sus propiedades fisico quimicas	Degradado	el aceite ya cumplio su vida útil, expirado	consecuencia operacional	basado en condición	Tomar muestra de aceite desde estanque	Realizar microfiltrado de aceite de lubricación molino
			Filtro del Sistema	no se puede disminuir la carga contaminante en el aceite	Obstruido	el filtro esta obstruido con sólidos	consecuencia operacional	basado en condición	Comprobar presión diferencial del filtro del sistema	Limpiar filtro de sistema
			Intercambiador de calor	el refrigerante tiene dificultades para fluir a través del intercambiador	Obstruido	el refrigerante no puede fluir por el intercambiador de calor por contaminación	consecuencia operacional	basado en condición	Comprobar temperatura del aceite en estanque de lubricación del reductor	Limpiar intercambiador
			Calefactor	la temperatura del aceite disminuye por debajo de los 35 [°C]	Sobrecorriente	la resistencia del calefactor esta quemado	consecuencia no evidente	basado en condición	Comprobar funcionamiento del calefactor mediante medición de corriente	Cambiar Calefactor
			Aceite de Estanque	el aceite pierde sus propiedades fisico quimicas	Expirado	el aceite ya cumplio su vida útil, expirado	consecuencia operacional	operar hasta la falla	Cambiar aceite estanque lubricación reductor de molino	rediseño
			Intercambiador de calor	el refrigerante tiene dificultades para fluir a través del intercambiador	Roto	el intercambiador de calor esta agrietado	consecuencia operacional	tiempo fijo	Cambiar intercambiador de calor (Enfriador)	rediseño
			Aceite	nivel insuficiente de aceite en el reductor	Uso	el aceite gotea a través del reductor	consecuencia evidente	basado en condición	Comprobar nivel de aceite en reductor	Rellenar aceite en reductor
			Aceite	el aceite pierde sus propiedades fisico quimicas	Uso	el aceite pierde sus propiedades fisico quimicas	consecuencia no operacional	basado en condición	Tomar muestra de aceite en reductor	Cambiar aceite del reductor
			Linea de aceite interior Reductor	nivel insuficiente de aceite en el reductor	Contaminación	el aceite tiene dificultad de fluir por las lineas debido que estan obstruidas	consecuencia operacional	basado en condición	Inspeccionar líneas de aceite de lubricación interna del reductor por taponamiento	Cambiar Reductor

Anexo C: hoja informacion Molino SAG 1 Planta Los Bronces

Reductor	disminuir la velocidad de giro del eje del motor desde 626 [r.p.m.] a una velocidad de salida de 169 [r.p.m.] para el molino en plena carga	no se puede disminuir la velocidad de giro del eje del motor a la velocidad de giro del molino	Aceite	el aceite pierde sus propiedades fisico quimicas	Uso	el aceite esta degradado	consecuencia no evidente	basado en condición	Revisar informe de laboratorio de análisis de aceite	Cambiar aceite del reductor
			Acoples	el reductor no se puede acoplar al piñon o motor	Vibración	los acoples en la parte alta o baja estan sueltos	consecuencia operacional	basado en condición	Realizar medición y análisis de vibraciones en reductor	Alinear Conjunto Motriz
			Diente Engranaje	sobreesfuerzos en el reductor	Fatiga	uno o mas dientes se encuentran rotos	consecuencia operacional	basado en condición	Realizar termografía a reductor	Cambiar Reductor
			Engranaje	transmision deficiente de par de torsión hacia el molino	Abrasión	la superficie de contacto de los dientes del engranajes estan desgastados	consecuencia operacional	basado en condición	Realizar medición y análisis de vibraciones en reductor	Cambiar Reductor
			Pernos	los elementos móviles del reductor estan desalineados	Vibración	los pernos estan sueltos	consecuencia en seguridad	basado en condición	Realizar medición y análisis de vibraciones en reductor	Alinear reductor y apretar pernos
			Rodamientos	aumento de friccion en los descansos de los ejes del reductor	Abrasión	los elementos móviles del rodamientos estan desgastados	consecuencia operacional	basado en condición	Realizar medición y análisis de vibraciones en reductor	Cambiar Reductor
			Pernos de sujeción	el reductor de velocidad no esta fijado a su base	Vibración	los pernos de sujeción están sueltos o fuera de lugar	consecuencia en seguridad	basado en condición	Inspeccionar pernos de sujeción por soldura	Reapretar pernos de sujeción del reductor
			Piñones de Reductor	reducción de la velocidad de giro insuficiente para la plena operacion del molino	Abrasión	los dientes del iñon muestran desgaste en su superficie	consecuencia operacional	basado en condición	Inspeccionar ruido del reductor por desgaste de piñones	Cambiar reductor
			Reductor	falla de lubricación	Uso	el aceite gotea a traves de los engranajes del reductor	consecuencia operacional	basado en condición	Inspeccionar niveles de aceite de reductor por bajo nivel	Rellenar aceite del reductor
			Componentes Internos del Reductor	falla funconal de los elementos móviles del reductor	Abrasión	los elementos móviles del reductor estan desgastados	consecuencia operacional	basado en condición	Medir temperatura del reductor por sobrecalentamiento	Cambiar reductor
			Reductor	falla de lubricación	Uso	el aceite filtra a traves de la caja del reductor. aumento de las fuerzas de fricción de los engranajes del reductor	consecuencia operacional	basado en condición	Inspeccionar niveles de aceite de reductor por bajo nivel	Rellenar aceite del reductor
			Engranaje	transmision deficiente de par de torsión hacia el molino	Abrasión	la superficie de contacto de los dientes del engranajes estan desgastados	consecuencia operacional	basado en condición	Realizar medición y análisis de vibraciones en reductor	Cambiar Reductor
Lubricante Reductor	falla de lubricación	Uso	la superficie de contacto de los dientes del engranajes estan desgastados	consecuencia no operacional	basado en condición	Medir temperatura del reductor por sobrecalentamiento	Cambiar reductor			
ACOPLAMIENTO REDUCTOR BAJA LADO a	fijar el eje del piñon del lado A al eje del reductor	no se puede acoplar el motor A al reductor de velocidad del lado A	Elemento Flexible Acoplamiento	aumento de las vibraciones en el motor A o el reductor	Fricción	Desgastado	consecuencia no operacional	operar hasta la falla	Cambiar acoplamiento elástico de baja	rediseño
ACOPLAMIENTO MOTOR REDUCTOR ALTA LADO a	fijar el eje del reductor al motor de inducción del lado A	no se puede acoplar el reductor de velocidad al eje el piñon	Elemento Flexible Acoplamiento	aumento de las vibraciones en el motor A o el reductor	Fricción	Desgastado	consecuencia no operacional	operar hasta la falla	Cambiar acoplamiento elástico de alta	rediseño
Eje Piñón Lado A	soportar y transmitir la potencia de giro proveniente del reductor de velocidad hacia el piñon del lado A	no se puede transmitir el par de torsión proveniente del motor A hacia la corona del molino	Eje Piñón	falla estructural	Contaminación	hay acumulación de sólidos en el piñon	consecuencia no operacional	tiempo fijo	Limpiar eje piñón	rediseño
					Abrasión	la superficie de contacto del piñon esta desgastado	consecuencia no operacional	basado en condición	Realizar termografía a piñón	Comprobar funcionamiento de sistema de lubricación corona
					Abrasión	la superficie de contacto del piñon esta desgastado	consecuencia operacional	basado en condición	Inspeccionar visualmente eje piñon por desgaste	Cambiar eje piñon Molino de Bolas
					Fatiga	se puede observar grietas en la superficie del eje	consecuencia operacional	basado en condición	Inspeccionar visualmente piñon por grietas o fisuras	Cambiar eje piñon Molino de Bolas
			falla funcional	Contaminación	el eje está trabado con sólidos en sus descansos	consecuencia no operacional	basado en condición	Inspeccionar eje piñon por presencia de vibraciones anormales	Lavar corona y eje piñon	
			Grasa Eje Piñón	la grasa pierde sus propiedades de lubricación	Uso	la grasa presenta sintomas de degradación	consecuencia operacional	basado en condición	Inspeccionar eje piñon por presencia de vibraciones anormales	Comprobar funcionamiento de sistema de lubricación corona
Descansos Eje Piñón	disminución vida útil de los rodamientos	Vibración	los apoyos del escansos están sueltos	consecuencia operacional	basado en condición	Realizar análisis de vibraciones en descansos eje piñon	Reapretar pernos de fijación descansos de eje piñon			

Anexo C: hoja informacion Molino SAG 1 Planta Los Bronces

Rodamientos descanso eje piñón	aumento de las fuerzas dinamicas en los descansos	Abrasión	los elementos moviles del rodamientos estan desgastados	consecuencia operacional	basado en condición	Realizar análisis de vibraciones en descansos eje piñón	Cambiar eje piñón Molino de Bolas
Lubricante Rodamientos descanso eje piñón	falta de lubricación	Uso	el lubricante en los rodamientos presenta sintomas de degradación	consecuencia no operacional	basado en condición	Analizar temperaturas en descansos de eje piñón	Reparar sistema de lubricación descansos eje piñón
Diente Eje Piñón	falla funcional del piñon	Fatiga	hay uno o más dientes rotos	consecuencia operacional	basado en condición	Inspeccionar dientes de eje piñón por rotura	Cambiar eje piñón Molino SAG 1
Porta escobilla	no se puede fijar la escobilla al estator	Vibración	la escobilla es suelta	consecuencia operacional	basado en condición	Inspeccionar porta escobilla y escobilla puesta a tierra del eje del motor por soltura	Ajustar porta escobilla y escobilla puesta a tierra de eje del motor
Escobilla	no se transmite la corriente electrica	Abrasión	la superficie del cepillo de campo esta desgastado	consecuencia operacional	basado en condición	Inspeccionar escobilla del eje del motor por desgaste o daños	Cambiar escobilla puesta a tierra del eje del motor
Resorte de portaescobilla	no se genera el campo electrico necesario	Vibración	el resorte esta suelto o fuera de lugar	consecuencia no operacional	basado en condición	Verificar tensado de resorte del porta escobilla	Cambiar escobilla puesta a tierra del eje del motor
Escobilla	no se transmite la corriente electrica	Vibración	Suelto	consecuencia operacional	basado en condición	Inspeccionar asentamiento de escobilla por desajuste	Ajustar asentamiento de escobilla
Bobina Estator	no se genera el campo electrico necesario	Contaminación	se genera cortocircuito en la bobina de campo	consecuencia operacional	basado en condición	Medir aislación en bobinado de estator	Identificar bobina con baja aislación y aislarla
Bobina Rotor	el eje no gira	Contaminación	Cortocircuito	consecuencia operacional	basado en condición	Medir aislación en bobinado del rotor	Cambiar rotor
Bobina Rotor	el eje no gira	Edad	el aislamiento de las espiras de lbobina están degradados	consecuencia operacional	basado en condición	Medir aislación en bobinado del rotor	Cambiar rotor
Bobinado Estator Excitación	no se genera el campo electrico necesario	Edad	degradacion del material aislante	consecuencia operacional	basado en condición	Inspeccionar bobinado de estator de excitación por degradación	Barnizar bobinado de excitación
Bobinado Estator Excitación	no se genera el campo electrico necesario	Uso	parametros de operacion desviados	consecuencia operacional	basado en condición	Realizar medición de aislamiento a bobinado estator de excitación	Rebobinar estator de excitación
Diodos Puente Rectificador	falla funcional	Uso	Desviado	consecuencia operacional	basado en condición	Medir conductividad de diodos positivos y negativos en puente rectificador	Cambiar diodo
Resistencia	el motor esta expuesto a sobrecargas en la partida	Edad	resistencia muestra daño por degradación	consecuencia operacional	basado en condición	Medir resistencia por cada banco	Cambiar resistencia
Aislación de Codos de Bobina Estator	cortocircuito entre espiras	Edad	materia aislante degradado	consecuencia operacional	basado en condición	Inspeccionar aislación en codos de bobinas de estator por degradación	Reponer aislación de codos de bobina de estator
Cable de Alimentación Calefactores Bobinado Estator	la temperatura aumenta bruscamente en el estator	Vibración	el cable eta suelto	consecuencia no operacional	basado en condición	Inspeccionar cables de alimentación calefactores por soltura de bobinado estator	Reapretar cables de alimentación a calefactores
Cable de Alimentación Calefactores Bobinado Estator	la temperatura aumenta bruscamente en el estator	Edad	el material aislante esta degradado	consecuencia no operacional	basado en condición	Inspeccionar cables de alimentación calefactores por degradación de bobinado estator	Cambiar cables de alimentación calefactores
Cuñas de Bobinas de Estator	desequilibrio de tensión	Vibración	las cuñas estan sueltas	consecuencia operacional	basado en condición	Inspeccionar cuñas de bobinas de estator por soltura	Reposicionar cuñas de bobina
Anillo Colector de Bobina Rotor	desequilibrio de tensión	Sobrecorriente	al anillo muestra daño por quemadura	consecuencia operacional	basado en condición	Inspeccionar superficie de contacto de anillo colector por chisporroteos del bobinado del rotor	Lijar anillo colector en bobinado del rotor
Disruptor de Campo de Bobina Rotor	falla funcional	Conductividad	se genera arco electrico	consecuencia operacional	basado en condición	Medición de aislamiento al interruptor de campo en bobinado del rotor	Cambiar interruptor de campo en bobinado del rotor
Resorte portaescobilla de bobina rotor	desequilibrio de tensión	Tensión	el resorte muestra deformación	consecuencia operacional	basado en condición	Inspeccionar porta escobilla por pérdida de tensión en los resortes en bobinado del rotor	Cambiar porta escobilla en bobinado del rotor

Motor lado A

generar una velocidad de giro de salida de 626 [r. pm.] y una potencia de 3500 [HP] junto con el motor del lado B para la operación del Molino SAG 1

el motor esta energizado pero no se puede arrancar

Anexo C: hoja informacion Molino SAG 1 Planta Los Bronces

		se pone en marcha	Separadores aisladores de los portaescobillas (anillos) de bobina rotor	corocircuito entre espiras	Fatiga	los separadores muestran grietas o daño total	consecuencia operacional	basado en condición	Inspeccionar separadores aisladores de los porta escobillas por trizaduras en bobinado del rotor	Cambiar separadores aisladores del porta escobillas en bobinado del rotor
			Separadores aisladores de los portaescobillas (anillos) de bobina rotor	corocircuito entre espiras	Contaminación	Cortocircuito	consecuencia operacional	basado en condición	Inspeccionar separadores aisladores de los porta escobillas por ionizado en bobinado del rotor	Limpiar separadores aisladores del porta escobillas en bobinado del rotor
			Cables Caja de Conexiones de Calefactores	no se puede poner en marcha el calefactor	Vibración	los cables estan sueltos	consecuencia no operacional	basado en condición	Inspeccionar cables de caja de conexión de calefactores por soldadura	Reapretar conexiones de cables de caja de conexión calefactores
			Cables Caja de Conexiones de Excitador	el motor esta energizado pero no se puede poner en marcha	Vibración	los cables estan sueltos	consecuencia no operacional	basado en condición	Inspeccionar cables de caja de conexión de excitador por soldadura	Reapretar conexiones de cables de caja de excitador
			Anillo Colector	falla funcional	Sobrecorriente	el anillo esta quemado	consecuencia operacional	basado en condición	Inspeccionar superficie de contacto de anillo colector por chisporroteos	Lijar anillo colector
					Contaminación	el anillo esta trabado por acumulación de polvo	consecuencia no operacional	tiempo fijo	Limpiar anillo colector	
Caja de conexiones RTD (bobinas estator)	fijar y transmitir las señales generadas por el sensor RTD ante las variaciones de temperatura en las bobinas del estator del motor del lado A	no se puede medir las variaciones de temperatura la caja de conexiones esta expuesta a contaminación no se puede medir las variaciones de temperatura	Pernos tapa caja de conexiones	el equipo no esta fijado a su base	Vibración	la caja esta suelta	consecuencia no operacional	basado en condición	Inspeccionar caja de conexiones por pernos de la tapa sueltos	Reapretar o cambiar pernos de caja de conexiones
			Sello Caja de conexiones RTD bobina estator	la caja no esta aislado de su medio ambiente	Edad	el sello esta degradado	consecuencia no operacional	basado en condición	Inspeccionar sello caja de conexiones RTD por degradación	Cambiar sello caja de conexiones RTD
			Caja de Conexiones	no se puede medir las variaciones de temperatura	Contaminación	Cortocircuito	consecuencia no operacional	tiempo fijo	Limpiar interna y externamente caja de conexiones RTD	
Sensor de temperatura, RTD bobina estator lado A	generar una señal de 4-20 [A] ante variaciones de temperaturas en las bobinas del estator del lado A cuando se superar una temperatura mayor a [°C]	no se puede medir las variaciones de temperatura	RTD	no se puede registrar lecturas de temperatura	Vibración	el sensor esta suelto	consecuencia operacional	basado en condición	Inspeccionar terminales de señal de RTD por soldadura	Reapretar terminales de señal
			RTD	no se puede registrar lecturas de temperatura	Uso	Desviado	consecuencia operacional	basado en condición	Contrastar medición de RTD versus valores de fabricante	Cambiar RTD
			Conduit Flexible	no se puede registrar lecturas de temperatura	Impacto	el conduit flexible esta roto	consecuencia no operacional	basado en condición	Inspeccionar conduit flexible por rotura	Cambiar conduit flexible
Sensor de temperatura, RTD descanso 1 motor lado A	generar una señal de 4-20 [mA] ante una elevación de temperatura mayor a los 43 [°C] en los descansos del motor del lado A	no se puede medir las variaciones de temperatura	RTD	no se puede registrar lecturas de temperatura	Vibración	el equipo esta suelto	consecuencia no operacional	basado en condición	Inspeccionar montaje del sensor de temperatura por fugas	Reapretar conector de la línea hidráulica
					Vibración	los cables de conexión al sensor estan sueltos	consecuencia operacional	basado en condición	Inspeccionar terminales de señal de RTD por soldadura	Reapretar terminales de señal
					Uso	el equipo da lecturas desviadas	consecuencia en seguridad	basado en condición	Contrastar medición de RTD de acuerdo a valor de proceso en MultiIn	Cambiar RTD
					Contaminación	Cortocircuito	consecuencia operacional	basado en condición	Limpiar RTD	
					Uso	el equipo da lecturas desviadas	consecuencia en seguridad	basado en condición	Contrastar medición de RTD versus valores de fabricante	Cambiar RTD
			Conduit Flexible	Impacto	el conduit flexible esta roto	consecuencia no operacional	basado en condición	Inspeccionar conduit flexible por rotura	Cambiar conduit flexible	
Sensor de temperatura, RTD descanso 2 motor lado A	generar una señal de 4-20 [mA] ante una elevación de temperatura mayor a los 43 [°C] en los descansos del motor del lado A	aumento drastico de la temperatura sobre los 45 [°C] en los descansos	RTD	no se puede registrar lecturas de temperatura	Vibración	el equipo esta suelto	consecuencia no operacional	basado en condición	Inspeccionar montaje del sensor de temperatura por fugas	Reapretar conector de la línea hidráulica
					Vibración	los cables de conexión al sensor estan sueltos	consecuencia operacional	basado en condición	Inspeccionar terminales de señal de RTD por soldadura	Reapretar terminales de señal
					Uso	el equipo da lecturas desviadas	consecuencia en seguridad	basado en condición	Contrastar medición de RTD de acuerdo a valor de proceso en MultiIn	Cambiar RTD
					Contaminación	Cortocircuito	consecuencia operacional	basado en condición	Limpiar RTD	
					Uso	el equipo da lecturas desviadas	consecuencia en seguridad	basado en condición	Contrastar medición de RTD versus valores de fabricante	Cambiar RTD

Anexo C: hoja informacion Molino SAG 1 Planta Los Bronces

					Conduit Flexible	Impacto	el conduit flexible esta roto	consecuencia no operacional	basado en condición	Inspeccionar conduit flexible por rotura	Cambiar conduit flexible
--	--	--	--	--	------------------	---------	-------------------------------	-----------------------------	---------------------	--	--------------------------

Anexo D: Repuestos críticos correas transportadoras

Equipo	componentes	codigo	unidades en operación	razon de criticidad alta
correa alimentacion molino SAG CVB007	ALINEADOR	AM1741xxx	4	Consecuencia de falla
	rodillo conico alineador	1233xxx	4	Consecuencia de falla
	ALINEADOR	AM1741xxx	2	Consecuencia de falla
	RODILLO ALINEADOR RETORNO PLANO	AM1741xxx	2	Consecuencia de falla
	polea cabeza	1156xxx	1	Consecuencia de falla
	<i>cinta transportadora</i>	1156xxx	465mt	Probabilidad de falla
	polea deflectora	1156xxx	1	Probabilidad y consecuencia de falla
	polea deflectora	1156xxx	1	Probabilidad y consecuencia de falla
	polea tensora	1156xxx	1	Consecuencia de falla
	polea motriz	1156xxx	1	Consecuencia de falla
	reductor de velocidad	1156xxx	1	Consecuencia de falla
	acoplamiento flexible	1156xxx	1	Probabilidad de falla
	acoplamiento rigido	1156xxx	1	Probabilidad de falla
	polea retorno	1156xxx	1	Probabilidad de falla
	manguito	346xxx	4	Probabilidad y consecuencia de falla
	manguito	1157xxx	2	Probabilidad y consecuencia de falla
	manguito	1157xxx	4	Probabilidad y consecuencia de falla
	manguito	1157xxx	2	Probabilidad y consecuencia de falla
	rodamiento	789xxx	4	Probabilidad de falla
	rodamiento	1157xxx	2	Probabilidad de falla
	rodamiento	414xxx	4	Probabilidad de falla
	rodamiento	am0836xxx	2	Probabilidad de falla
	motor electrico	1170xxx	1	Consecuencia de falla
	descanso	am0801xxx	2	Probabilidad de falla
	sello	am0801xxx	2	Probabilidad de falla
	descanso	am0801xxx	4	Probabilidad de falla
	descanso	am0801xxx	4	Probabilidad de falla
	sello	am0801xxx	4	Probabilidad de falla
	sello	1226xxx	4	Consecuencia de falla
	anillo	1226xxx	4	Probabilidad de falla
	tapa	1226xxx	2	Probabilidad de falla
	sello	1226xxx	2	Probabilidad de falla
	anillo	1226xxx	2	Probabilidad de falla
	tapa	1226xxx	1	Probabilidad de falla
anillo	1226xxx	4	Probabilidad de falla	
tapa	1226xxx	2	Probabilidad de falla	
anillo	1226xxx	2	Probabilidad de falla	
tapa	1226xxx	1	Probabilidad de falla	
polea cabeza	1285xxx	1	Consecuencia de falla	
polea motriz	1285xxx	1	Consecuencia de falla	
reductor de velocidad	1285xxx	1	Consecuencia de falla	

Anexo D: Repuestos críticos correas transportadoras

Equipo	componentes	codigo ellipse	unidades en operación	razon de criticidad
CVB008: correa alimentación de bolas a Molino de Bolas 1	motor reductor	1156xxx	1	probabilidad y consecuencia de falla
	polea motriz	1156xxx	1	probabilidad y consecuencia de falla
	cinta trasportadora	am1588xxx	356	probabilidad y consecuencia de falla
	polea deflectora	1156xxx	1	Probabilidad de falla
	polea tensora	1156xxx	1	Probabilidad de falla
	polea retorno	1156xxx	1	Probabilidad de falla
	manguito	1157xxx	4	Probabilidad de falla
	manguito	1157xxx	2	Probabilidad de falla
	manguito	1157xxx	2	Probabilidad de falla
	rodamiento	157xxx	2	Probabilidad de falla
	rodamiento	157xxx	4	probabilidad y consecuencia de falla
	rodamiento	186xxx	2	Probabilidad de falla
	sello	AM0801xxx	4	Probabilidad de falla
	sello	am0758xxx	2	Probabilidad de falla
	anillo	1226xxx	2	Probabilidad de falla
	tapa	1226xxx	1	Probabilidad de falla
	anillo	1226xxx	4	Probabilidad de falla
	tapa	1226xxx	2	Probabilidad de falla
	anillo	1226xxx	2	Probabilidad de falla
	tapa	1226xxx	1	Probabilidad de falla
polea motriz	1285xxx			probabilidad y consecuencia de falla
polea deflectora	1285xxx			probabilidad y consecuencia de falla
polea tensora	1285xxx			probabilidad y consecuencia de falla
motor reductor	1285xxx			probabilidad y consecuencia de falla

Equipo	componentes	codigo ellipse	unidades en operación	razon de criticidad
CVB009: : correa alimentación de bolas a Molino de Bolas 2	polea motriz	1156xxx	1	probabilidad y consecuencia de falla
	polea tensora	1156xxx	1	Probabilidad de falla
	manguito	1157xxx	2	Probabilidad de falla
	manguito	1157xxx	2	Probabilidad de falla
	rodamiento	157xxx	2	probabilidad y consecuencia de falla
	rodamiento	186xxx	2	Probabilidad de falla
	cinta trasportadora	1156xxx	100 metros	probabilidad y consecuencia de falla

Anexo D: Repuestos críticos correas transportadoras

Equipo	componentes	codigo ellipse	unidades en operación	razon de criticidad
CVB104: Correa de descarga Chancadores de pebbles	POLIN AUTOCENTRANTE RETORNO	AM0811xxx	2	probabilidad y consecuencia de falla
	polea motriz	1156xxx	1	probabilidad y consecuencia de falla
	acoplamiento rigido	1156xxx	1	Probabilidad de falla
	reductor de velocidad	1156xxx	1	probabilidad y consecuencia de falla
	acoplamiento flexible	1156xxx	1	Probabilidad de falla
	motor electrico	1156xxx	1	Probabilidad de falla
	polea deflectora	1156xxx	1	probabilidad y consecuencia de falla
	polea deflectora	1157xxx	1	probabilidad y consecuencia de falla
	polea tensora	1157xxx	1	probabilidad y consecuencia de falla
	polea retorno	1157xxx	1	Probabilidad de falla
	manguito	1157xxx	2	Probabilidad de falla
	manguito	1157xxx	6	Probabilidad de falla
	rodamiento	186xxx	6	Probabilidad de falla
	rodamiento	1157xxx	2	Probabilidad de falla
	rodamiento	186xxx	2	Probabilidad de falla
	manguito	1157xxx	2	Probabilidad de falla
	sello	am0801xxx	6	Probabilidad de falla
	anillo	1226xxx	6	Probabilidad de falla
	tapa	1226xxx	3	Probabilidad de falla
	sello	1226xxx	2	Probabilidad de falla
	anillo	1226xxx	2	Probabilidad de falla
	tapa	1226xxx	1	Probabilidad de falla
	anillo	1226xxx	2	Probabilidad de falla
	tapa	1226xxx	1	Probabilidad de falla
	motor	1276xxx	1	probabilidad y consecuencia de falla
	polea motriz	1285xxx	1	probabilidad y consecuencia de falla
	polea deflectora	1285xxx	1	probabilidad y consecuencia de falla
	recudctor	1285xxx	1	probabilidad y consecuencia de falla

Anexo D: Repuestos críticos correas transportadoras

Equipo	componentes	codigo ellipse	unidades en operación	razon de criticidad
CVB105: correa transferencia 1 hacia molino Bolas 1	POLIN AUTOCENTRANTE RETORNO	AM0811xxx		probabilidad y consecuencia de falla
	POLEA MOTRIZ	1157xxx	1	probabilidad y consecuencia de falla
	ACOPLAMIENTO RIGIDO	1157049	1	probabilidad de falla
	REDUCTOR VELOCIDAD	1157056	1	probabilidad y consecuencia de falla
	ACOPLAMIENTO FLEXIBLE	1157064	1	probabilidad de falla
	MOTOR ELECTRICO	1157xxx	1	probabilidad y consecuencia de falla
	CINTA TRANSPORTADORA	1157080	30mt	probabilidad y consecuencia de falla
	POLEA TENSORA	1157xxx	1	probabilidad y consecuencia de falla
	MANGUITO	1157817	2	probabilidad de falla
	RODAMIENTO	186xxx	2	probabilidad y consecuencia de falla
	MANGUITO	346635	2	probabilidad de falla
	RODAMIENTO	789xxx	2	probabilidad y consecuencia de falla
	ANILLO	1226323	2	probabilidad de falla
	TAPA	1226xxx	1	probabilidad de falla
	SELLO	1226406	2	probabilidad de falla
	ANILLO	1226xxx	2	probabilidad de falla
	TAPA	1226422	1	probabilidad de falla
	MOTOR ELECTRICO	1276xxx	1	probabilidad y consecuencia de falla
REDUCTOR VELOCIDAD	1285923	1	consecuencia de falla	

Anexo D: Repuestos críticos correas transportadoras

Equipo	componentes	codigo ellipse	unidades en operación	razon de criticidad
CVB106: correa transferencia 2 hacia molino Bolas 1	rodillo autocentrante de 48"	AM0811xxx		probabilidad y consecuencia de falla
	POLEA MOTRIZ	1157xxx	1	consecuencia de falla
	ACOPLAMIENTO RIGIDO	1157114	1	probabilidad de falla
	REDUCTOR VELOCIDAD	1157xxx	1	probabilidad de falla
	ACOPLAMIENTO FLEXIBLE	1157130	1	probabilidad de falla
	MOTOR	1157xxx	1	consecuencia de falla
	POLEA DEFLECTORA	1157163	1	probabilidad y consecuencia de falla
	POLEA DEFLECTORA	1157xxx	1	probabilidad y consecuencia de falla
	POLEA TENSORA	1157189	1	probabilidad y consecuencia de falla
	POLEA RETORNO	1157xxx	1	probabilidad de falla
	MANGUITO	1157817	4	probabilidad de falla
	MANGUITO	1157xxx	2	probabilidad de falla
	MANGUITO	1157809	2	probabilidad de falla
	MANGUITO	346xxx	2	probabilidad de falla
	RODAMIENTO	789503	2	probabilidad y consecuencia de falla
	RODAMIENTO	186387	2	probabilidad y consecuencia de falla
	NULL	AM0752xxx		probabilidad de falla
	CINTA TRANSPORTADORA	AM1588807	250mt	probabilidad y consecuencia de falla
	DESCANSO	1226xxx	2	probabilidad de falla
	RODAMIENTO	1226471	2	probabilidad de falla
	MANGUITO	1226xxx	2	probabilidad de falla
	SELLO	1226497	2	probabilidad de falla
	ANILLO	1226xxx	2	consecuencia de falla
	TAPA	1226513	1	probabilidad de falla
	ANILLO	1226xxx	4	consecuencia de falla
	TAPA	1226331	2	probabilidad de falla
	SELLO	1226xxx	2	probabilidad de falla
ANILLO	1226414	2	probabilidad de falla	
TAPA	1226xxx	1	probabilidad de falla	
MOTOR	1276682	1	probabilidad y consecuencia de falla	
REDUCTOR VELOCIDAD	1285xxx	1	probabilidad y consecuencia de falla	

Equipo	componentes	codigo ellipse	unidades en operación	razon de criticidad
CVB107: correa transferencia 3 hacia molino Bolas 1	CINTA TRANSPORTADORA	1157xxx	30mt	probabilidad y consecuencia de falla
	POLEA TENSORA	1157098	1	probabilidad y consecuencia de falla
	POLEA MOTRIZ	1157xxx	1	probabilidad y consecuencia de falla
	ACOPLAMIENTO RIGIDO	1157213	1	probabilidad de falla
	REDUCTOR VELOCIDAD	1157221	1	consecuencia de falla
	ACOPLAMIENTO FLEXIBLE	1157xxx	1	probabilidad de falla
	MOTOR ELECTRICO	1157xxx	1	consecuencia de falla
	MANGUITO	1157817	2	probabilidad de falla
	MANGUITO	346635	2	probabilidad de falla
	ANILLO	1226xxx	2	probabilidad de falla
	TAPA	1226331	1	probabilidad de falla
	SELLO	1226xxx	2	probabilidad de falla
	ANILLO	1226414	2	probabilidad de falla
	TAPA	1226xxx	1	probabilidad de falla
	MOTOR	1276xxx	1	consecuencia de falla
	REDUCTOR VELOCIDAD	1285949		consecuencia de falla

Anexo D: Repuestos críticos correas transportadoras

Equipo	componentes	codigo ellipse	unidades en operación	razon de criticidad
CVB108: correa transferencia 1 hacia molino de Bolas 2	MOTOR ELECTRICO	1157247	1	consecuencia de falla
	POLEA MOTRIZ	1157xxx	1	consecuencia de falla
	ACOPLAMIENTO RIGIDO	1157xxx	1	probabilidad de falla
	REDUCTOR VELOCIDAD	1157312	1	probabilidad de falla
	ACOPLAMIENTO FLEXIBLE	1157xxx	1	probabilidad de falla
	CINTA TRANSPORTADORA	1157429	56mt	probabilidad y consecuencia de falla
	POLEA TENSORA	1157xxx	1	probabilidad y consecuencia de falla
	MANGUITO	1157791	2	probabilidad de falla
	MANGUITO	1157825	2	probabilidad de falla
	RODAMIENTO RODILLO	157xxx	2	probabilidad de falla
	RODAMIENTO	1157981	2	probabilidad y consecuencia de falla
	SENSOR	AM0752xxx	2	probabilidad de falla
	DESCANSO	sin codigo	2	probabilidad de falla
	TAPA	sin codigo	2	probabilidad de falla
	DESCANSO	1226372	2	probabilidad de falla
	RODAMIENTO	sin codigo	2	probabilidad de falla
	POLEA MOTRIZ	1285xxx	1	probabilidad y consecuencia de falla
	POLEA TENSORA	1285xxx	1	probabilidad y consecuencia de falla

Equipo	componentes	codigo ellipse	unidades en operación	razon de criticidad
FEB 020 Y FEB021: variadores de frecuencia	polin hiperbolico	1151xxx	2	probabilidad y consecuencia de falla
	REDUCTOR VELOCIDAD	1151059	1	consecuencia de falla
	CINTA TRANSPORTADORA	1151109	27mt	probabilidad y consecuencia de falla
	POLEA TRANSPORTADORA	1151xxx	1	probabilidad de falla
	POLEA TRANSPORTADORA	1151xxx	1	probabilidad de falla
	ACOPLAMIENTO FLEXIBLE	519603	1	probabilidad de falla
	MACHON 1055-G-20 FALK	745xxx	1	probabilidad de falla
	MOTOR	1276xxx	1	probabilidad y consecuencia de falla
	REVESTIMIENTO	1285196	2	probabilidad de falla
	SOPORTE CABEZAL COMPLETO	1288xxx	1	probabilidad de falla
	SOPORTE CABEZAL COMPLETO	1288xxx	1	probabilidad de falla
	soporte partido	1288547	2	probabilidad de falla
	SELLO TACONITE	1288xxx	2	probabilidad de falla
	RODAMIENTO PARTIDO	12xxx62	2	probabilidad y consecuencia de falla
	RODAMIENTO ENTERO	1288570	2	probabilidad y consecuencia de falla
	MANGUITO	128xxx8	2	probabilidad de falla
	SOPORTE POLEA COLA COMPLETO	1288596	2	consecuencia de falla
	SOPORTE POLEA COLA COMPLETO	1xxx604	2	consecuencia de falla
	SOPORTE PARTIDO	12xxx12	2	consecuencia de falla
	RODAMIENTO ENTERO	12xxx0	2	consecuencia de falla

Anexo E: Ejemplo Pauta de mantenimiento Trimestral eléctrica, Puente Grúa

	<h1 style="margin: 0;">Pauta Eléctrica Trimestral</h1>	Documento Controlado
Generado por:		Fecha Revisión:

Tipo Criticidad	«Criticidad»				
Grupo de Trabajo	«Grupo»		Recursos		
# STD JOB	«StdJob»			Estimados	Reales
Fecha Programada	«FechaProg»	Fecha Real	Tiempo Estándar	1	
# Equipo	«Equipo»	«Nombre Equipo»	Cantidad HH	2	
# de OT	«OT»	«descripción breve OT »	US\$ H	«Resource Cost»	
# de Tarea STD	«NTareaStd»	Título Estándar job	US\$ Materiales	«Material Cost»	
# de Tarea MP	«N Tarea MP»	«Descripción breve»	US\$ Otros	«Other Cost»	
2° Descripción Tarea		«Descripcion2»	US\$ Total	«Total Cost»	
Asignado	«Assignar Persona»		Fecha Ejecución		

Instrucciones Generales Sistema De Gestión Integrado

A.- **ACTIVIDADES PREVIAS**

- 1.- Coordinar el trabajo con el responsable del equipo y/o el Operador.
- 2.- Reunir previamente todos los repuestos y materiales necesarios para ejecutar el trabajo.
- 3.- Llevar al punto de trabajo todas las herramientas e instrumentos requeridos para ejecutar un trabajo de calidad. Asegurarse que estén en buen estado.

B.- **SEGURIDAD**

- 1.- Aplicar las reglas de oro para ejecutar un trabajo seguro.
- 2.- Ejecutar AST (Análisis de Seguridad del Trabajo) y solicitar permisos de trabajo según corresponda.
- 3.- Aplicar una "PRÁCTICA DE MANTENCIÓN ESPECÍFICA PARA EL CONTROL DE RIESGOS", si corresponde.
- 4.- Verificar que las condiciones corresponden a un trabajo seguro.
- 5.- Realizar las tareas con los elementos de protección personal que sean necesarios.

C.- **ERGONOMÍA**

- 1.- Para lugares poco accesibles, instale tarimas o plataformas diseñadas para tal efecto.
- 2.- Tareas que requieran mover herramientas o componentes que pesen más de **25 kilos**, recurrir a PUENTES GRÚA, GRÚAS, TECLES o GRÚAS HORQUILLAS o bien solicitar ayuda.

D.- **MEDIO AMBIENTE**

- 1.- Al realizar tareas relacionadas con residuos tales como aceites, filtros, guaipes, etc., ocupe siempre los recipientes habilitados para contener estos elementos como disposición final.
- 2.- Tener presente que el orden y aseo es parte integral del trabajo y deben ser consideradas como actividades dentro del plan de trabajo.
- 3.- En eventualidades como por ejemplo derrames de aceite en el piso, conténgalo con aserrín y luego recójalo. Posteriormente entréguelo al encargado del manejo de los residuos.

E.- **CALIDAD**

- 1.- Ejecutar un trabajo de calidad a la primera.
- 2.- Evitar el RETRABAJO.

F.- **ATRIBUTOS DE LA PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO**

- 1.- ¿Qué vamos a hacer? (No tener dudas del trabajo a realizar)
- 2.- ¿Quién lo va a realizar? (Número de personas y HH)
- 3.- ¿Cuánto tiempo requerimos? (Justificar tiempo adicional)
- 4.- ¿Cuántos repuestos necesitamos? (Evite sacar repuestos, cuando esté en el lugar de trabajo)
- 5.- ¿Cuáles son las principales herramientas que necesitamos? (Evite volver por herramientas olvidadas)
- 6.- Costos estimados.

G.- **ACTIVIDADES FINALES**

- 1.- Entregar el equipo a los dueños de proceso o de la operación, comentando el trabajo desarrollado.
- 2.- Cerrar la "PAUTA DE MANTENIMIENTO EN ELLIPSE", importante registrar los comentarios relevantes.
- 3.- Contribuir a mejorar sostenidamente la estructura de la PAUTA (frecuencia, texto, recursos, ETC)

"Un trabajo seguro y de calidad, es un trabajo bien hecho a la primera"

Simbología		
 Tarea Crítica	 Personas	 Peligro
 Bloqueo	 Materiales	 Documentos de referencia
 Herramientas y Maquinaria		

 Personas		
Cantidad	Horas Hombre	Especialidad

 Materiales			
Cantidad	Descripción	Código Repuesto	Código Fabricante

 Herramientas		
Cantidad	Horas	Descripción

 Maquinaria		
Cantidad	Horas	Descripción

Preparación del Trabajo

Instrucciones (Indique si es aceptable (Si/No) y registre comentarios. Identifíquese en cada tarea realizada):

1.				
Símbolo	Carro - Festoon ()	Límites Aceptables	Aceptable	Firma/ Iniciales
	1.1. Revisar carros y riel de cable festoon.	Debe deslizar sin problemas.	Si / No	
Símbolo	Carro - Frenos Electromagnéticos ()	Límites Aceptables	Aceptable	Firma/ Iniciales
	1.2. Realice la regulación de frenos electromagnéticos En caso necesario cambie los discos de frenado y/o los resortes	Utilice referencias del catálogo del fabricante.	Si / No	
	1.3. Revisar resortes rotos o dañados		Si / No	
	1.4. Revise las distancias de frenado del carro. Si sospecha de mala regulación de freno de motor, proceda a verificar regulación.		Si / No	
Símbolo	Carro - Interruptores Límites ()	Límites Aceptables	Aceptable	Firma/ Iniciales
	1.5. Cambie Elementos Con Señales De Desgaste O Defectuosos En Los Interruptores		Si / No	
	1.6. Pruebe recorrido del sistema. Debe detenerse al actuar los interruptores límites.		Si / No	
Símbolo	Carro - Motor Eléctrico ()	Límites Aceptables	Aceptable	Firma/ Iniciales
	1.7. Destapar caja conexiones fuerza, revisar conexionado cables y sellado. Reapretar conexiones en bornes.		Si / No	
	1.8. Inspeccionar estado general pintura, suciedad, corrosión.		Si / No	
	1.9. Inspeccionar por vibraciones / ruidos anormales.		Si / No	
	1.10. Limpiar el motor completo por fuera.		Si / No	
	1.11. Medir con instrumento vibraciones de rodamientos motores eléctricos.		Si / No	
	1.12. Medir resistencia de aislación entre fases con Megger.		Si / No	
	1.13. Medir temperatura motor eléctrico.		Si / No	
	1.14. Reapretar todos los pernos de anclaje del motor.		Si / No	
	1.15. Revisar conexión a tierra.		Si / No	
	1.16. Revisar estado de aspas de ventilación y fijación al eje. Revisar tapa de protección aspa de ventilación		Si / No	
	1.17. Verificar que flexibles y conectores estén en buen estado.		Si / No	
Símbolo	Carro - Sirena ()	Límites Aceptables	Aceptable	Firma/ Iniciales
	1.18. Verificar funcionamiento por simulación a sirenas.	Debe sonar al activarse.	Si / No	
Símbolo	Carro - Variador de Frecuencia ()	Límites Aceptables	Aceptable	Firma/ Iniciales
	1.19. Revisar apriete bornes de fuerza y control.		Si / No	

	Corregir en caso necesario.			
	1.20. Revisar sistema ventilación variadores de frecuencia.	Debe ventilar con normalidad.	Si / No	
	1.21. Revisar y/o configurar parámetros de variador. Utilice registro de respaldo realizado en condiciones de operación normal.		Si / No	
Símbolo	Izaje - Festoon ()	Límites Aceptables	Aceptable	Firma/ Iniciales
	1.22. Revisar carros y riel de cable festoon.		Si / No	
Símbolo	Izaje - Frenos Electromagnéticos ()	Límites Aceptables	Aceptable	Firma/ Iniciales
	1.23. Realice la regulación de frenos electromagnéticos En caso necesario cambie los discos de frenado y/o los resortes	Utilice referencias del catálogo del fabricante.	Si / No	
	1.24. Revisar resortes rotos o dañados.		Si / No	
	1.25. Verificar estado de freno de izaje, subida y bajada. Utilizar velocidad 0.15 m/min.		Si / No	
Símbolo	Izaje - Interruptores Límites ()	Límites Aceptables	Aceptable	Firma/ Iniciales
	1.26. Cambie Elementos Con Señales De Desgaste O Defectuosos En Los Interruptores		Si / No	
	1.27. Pruebe recorrido del sistema.	Debe detenerse al actuar los interruptores límites.	Si / No	
Símbolo	Izaje - Motor Eléctrico ()	Límites Aceptables	Aceptable	Firma/ Iniciales
	1.28. Destapar caja conexiones fuerza, revisar conexionado cables y sellado. Reapretar conexiones en bornes.		Si / No	
	1.29. Inspeccionar estado general pintura, suciedad, corrosión.		Si / No	
	1.30. Inspeccionar por vibraciones / ruidos anormales.		Si / No	
	1.31. Limpiar el motor completo por fuera.		Si / No	
	1.32. Medir con instrumento vibraciones de rodamientos motores eléctricos.		Si / No	
	1.33. Medir resistencia de aislación entre fases con Megger.		Si / No	
	1.34. Medir temperatura motor eléctrico.		Si / No	
	1.35. Reapretar todos los pernos de anclaje del motor.		Si / No	
	1.36. Revisar conexión a tierra.		Si / No	
	1.37. Revisar estado de aspas de ventilación y fijación al eje. Revisar tapa de protección aspa de ventilación		Si / No	
Step No.	Additional Comments - If any Acceptable Limit is defined as "No" Additional Comments must be added			

	1.38. Verificar que flexibles y conectores estén en buen estado.		Si / No	
Símbolo	Izaje - Variador de Frecuencia ()	Límites Aceptables	Aceptable	Firma/ Iniciales
	1.39. Revisar apriete bornes de fuerza y control. Corregir en caso necesario.		Si / No	
	1.40. Revisar sistema ventilación variadores de frecuencia.		Si / No	
	1.41. Revisar y/o configurar parámetros de variador.		Si / No	
Símbolo	Puente - Baliza ()	Límites Aceptables	Aceptable	Firma/ Iniciales
	1.42. Verificar funcionamiento por simulación a balizas.	Debe encenderse al accionar.	Si / No	
Símbolo	Puente - Frenos Electromagnéticos ()	Límites Aceptables	Aceptable	Firma/ Iniciales
	1.43. Realice la regulación de frenos electromagnéticos En caso necesario cambie los discos de frenado y/o los resortes	Utilice referencias del catálogo del fabricante.	Si / No	
	1.44. Revisar resortes rotos o dañados		Si / No	
	1.45. Revise las distancias de frenado de puente. Si sospecha de mala regulación de freno de motor, proceda a verificar regulación.		Si / No	
Símbolo	Puente - Interruptores Límites ()	Límites Aceptables	Aceptable	Firma/ Iniciales
	1.46. Cambie Elementos Con Señales De Desgaste O Defectuosos En Los Interruptores		Si / No	
	1.47. Pruebe recorrido del sistema.	Debe detenerse al actuar los interruptores límites.	Si / No	
Símbolo	Puente - Motor Eléctrico ()	Límites Aceptables	Aceptable	Firma/ Iniciales
	1.48. Destapar caja conexiones fuerza, revisar conexionado cables y sellado. Reapretar conexiones en bornes.		Si / No	
	1.49. Inspeccionar estado general pintura, suciedad, corrosión.		Si / No	
	1.50. Inspeccionar por vibraciones / ruidos anormales.		Si / No	
	1.51. Limpiar el motor completo por fuera.	No deben existir señales de polvo, aceite o cualquier elemento que disminuya la capacidad de	Si / No	

Step No.	Additional Comments - If any Acceptable Limit is defined as "No" Additional Comments must be added

		refrigeración de la carcasa		
	1.52. Medir con instrumento vibraciones de rodamientos motores eléctricos Coordinar con mantención sintomática.		Si / No	
	1.53. Medir resistencia de aislación entre fases con Megger		Si / No	
	1.54. Medir temperatura motor eléctrico Informar en caso de anomalía en temperatura.		Si / No	
	1.55. Reapretar todos los pernos de anclaje del motor.		Si / No	
	1.56. Revisar conexión a tierra. Reapretar en caso necesario		Si / No	
	1.57. Revisar estado de aspas de ventilación y fijación al eje. Revisar tapa de protección aspa de ventilación		Si / No	
	1.58. Verificar que flexibles y conectores estén en buen estado. Reapretar si es necesario.		Si / No	
Símbolo	Puente - Riel Alimentación Eléctrica ()	Límites Aceptables	Aceptable	Firma/ Iniciales
	1.59. Revisar estado rieles de alimentación eléctrica.	No debe tener desalineamientos verticales y/o horizontales	Si / No	
Símbolo	Puente - Sirena ()	Límites Aceptables	Aceptable	Firma/ Iniciales
	1.60. Verificar funcionamiento por simulación a sirenas.	Debe sonar al activarse.	Si / No	
Símbolo	Puente - Tomacorriente ()	Límites Aceptables	Aceptable	Firma/ Iniciales
	1.61. Cambiar cables de conexión dañados o con señales de corrosión.		Si / No	
	1.62. Cambiar tomacorrientes con excesivo desgaste. Reemplazar rieles portaconductores defectuosos o con indicios de mal contacto		Si / No	
	1.63. Revisar contacto de tomacorrientes a lo largo del recorrido completo del puente. Revisar uniones metálicas; pueden estar en corte	No debe existir desgaste excesivo.	Si / No	
Símbolo	Puente - Variador de Frecuencia ()	Límites Aceptables	Aceptable	Firma/ Iniciales
	1.64. Revisar apriete bornes de fuerza y control. Corregir en caso necesario.		Si / No	
	1.65. Revisar sistema ventilación variadores de frecuencia.	Debe ventilar con normalidad.	Si / No	
	1.66. Revisar y/o configurar parámetros de variador. Utilice registro de respaldo realizado en condiciones de operación normal.		Si / No	
Símbolo	Control - Control Remoto ()	Límites Aceptables	Aceptable	Firma/ Iniciales
	1.67. Comprobar funcionamiento de alarma sonora y baliza.		Si / No	

Step No.	Additional Comments - If any Acceptable Limit is defined as "No" Additional Comments must be added

	1.68. Evaluar posibles pérdidas de energía en señal desde el transmisor		Si / No	
	1.69. Reapretar bornes en receptor, ordenar cables en canalizaciones.		Si / No	
	1.70. Reemplazar interruptores / selectores de transmisor. En lo posible realizar limpieza interior a transmisor, sellar caja al cerrar.		Si / No	
	1.71. Revisar antena receptor control remoto. Reparar desperfectos.		Si / No	
	1.72. Revisar operación de sistema cargador de batería.		Si / No	
	1.73. Revisar protectores caucho de comandos. Limpiar contactos batería transmisor.		Si / No	
	1.74. Verificar funcionamiento de control remoto. Probar todos los comandos y parada de emergencia.		Si / No	
Símbolo	Control - Luminaria ()	Límites Aceptables	Aceptable	Firma/ Iniciales
	1.75. Inspeccionar estado de luminarias		Si / No	
Símbolo	Control - Tablero de Control ()	Límites Aceptables	Aceptable	Firma/ Iniciales
	1.76. Cambiar contactores de fuerza y comando. Evaluar aquellos que estén en buenas condiciones, poca probabilidad de falla		Si / No	
	1.77. Cambiar protecciones térmicas y contactos auxiliares. Evaluar aquellos que estén en buenas condiciones, poca probabilidad de falla.		Si / No	
	1.78. Inspeccionar estado canalizaciones en tablero. Ordenar en caso necesario.		Si / No	
	1.79. Inspeccionar estado general pintura, suciedad, corrosión del tablero de control.		Si / No	
	1.80. Limpiar circuito magnético de contactores. Verificar correcto funcionamiento de contactos, bobina y contactor.		Si / No	
	1.81. Limpiar interior y exterior de gabinetes y cubículos		Si / No	
	1.82. Revisar apriete bornes de fuerza y control. Corregir en caso necesario.		Si / No	
	1.83. Revisar estado de selectores/botoneras. Cambiar o reparar en caso necesario.		Si / No	
	1.84. Revisar regulación protecciones térmicas motores.		Si / No	
Símbolo	Control - Tablero de Fuerza	Límites Aceptables	Aceptable	Firma/ Iniciales
	1.85. Cambiar contactores de fuerza y comando. Evaluar aquellos que estén en buenas condiciones, poca probabilidad de falla		Si / No	
	1.86. Cambiar protecciones térmicas y contactos auxiliares. Evaluar aquellos que estén en buenas condiciones, poca probabilidad de falla.		Si / No	
	1.87. Inspeccionar estado canalizaciones en tablero. Ordenar en caso necesario.		Si / No	

Step No.	Additional Comments - If any Acceptable Limit is defined as "No" Additional Comments must be added

	1.88. Inspeccionar estado general pintura, suciedad, corrosión del tablero de control.		Si / No	
	1.89. Limpiar circuito magnético de contactores. Verificar correcto funcionamiento de contactos, bobina y contactor.		Si / No	
	1.90. Limpiar interior y exterior de gabinetes y cubículos		Si / No	
	1.91. Revisar apriete bornes de fuerza y control. Corregir en caso necesario.		Si / No	
	1.92. Revisar estado de selectores/botoneras. Cambiar o reparar en caso necesario.		Si / No	
	1.93. Revisar regulación protecciones térmicas motores.		Si / No	
Símbolo	Carro - Frenos Electromagnéticos ()	Límites Aceptables	Aceptable	Firma/ Iniciales
	1.94. Verificar cambio de velocidades y freno durante traslado del carro.		Si / No	
Símbolo	Izaje - Frenos Electromagnéticos ()	Límites Aceptables	Aceptable	Firma/ Iniciales
	1.95. Verificar cambio de velocidades y freno durante traslado del izaje.		Si / No	
Símbolo	Puente - Frenos Electromagnéticos ()	Límites Aceptables	Aceptable	Firma/ Iniciales
	1.96. Ajustar gap de frenos magnéticos.	Gap : 3 mm.	Si / No	
Símbolo	Carro - Frenos Electromagnéticos ()	Límites Aceptables	Aceptable	Firma/ Iniciales
	1.97. Ajustar gap de frenos magnéticos.	Gap : 3 mm.	Si / No	
Símbolo	Izaje - Frenos Electromagnéticos ()	Límites Aceptables	Aceptable	Firma/ Iniciales
	1.98. Ajustar gap de frenos magnéticos.		Si / No	
Símbolo	Carro - Frenos Electromagnéticos ()	Límites Aceptables	Aceptable	Firma/ Iniciales
	1.99. Chequear holgura de freno magnético en ambos motores.		Si / No	
Símbolo	Izaje - Frenos Electromagnéticos ()	Límites Aceptables	Aceptable	Firma/ Iniciales
	1.100. Chequear holgura de freno magnético en ambos motores.	Gap : 3 mm.	Si / No	
Símbolo	Puente - Frenos Electromagnéticos ()	Límites Aceptables	Aceptable	Firma/ Iniciales
	1.101. Chequear holgura de freno magnético en ambos motores.	Gap : 3 mm.	Si / No	
	1.102. Verificar cambio de velocidades y freno durante traslado del puente.		Si / No	

Posterior a Detención

Step No.	Additional Comments - If any Acceptable Limit is defined as "No" Additional Comments must be added

Lista de defectos detectados y reparados para los cuales se requiere la generación de órdenes de trabajo (duración > 1 hora o se utilizaron repuestos)

Defectos reparados				
Paso N°	Descripción	Reparado por	Hrs	Número OT

Lista de defectos identificados que no fueron reparados. Identificar número de paso correspondiente, repuestos necesarios y prioridad.

Defectos identificados (reparaciones requeridas)				
Códigos de Prioridad (reparaciones que deben ser coordinadas): 1 – Detención urgente o asunto de seguridad.; 2 – Dentro del periodo actual; 3 – Próximo período; 4- Cuando sea oportuno / Detención mayor				
Paso No.	Repuestos requeridos	Hrs	Prioridad	Número OT
			1 2 3 4	
			1 2 3 4	
			1 2 3 4	
			1 2 3 4	
			1 2 3 4	

Firmas de los ejecutores una vez completado el trabajo para devolver entidad a la persona responsable. (Supervisor)

Nombre Ejecutor	Cargo	Fecha	Hrs	Firma

Confirmación que todos los defectos encontrados tienen orden de trabajo creada (si lo requerían)

Nombre	Posición	Fecha	Firma

Aprobación Supervisor. Verificación de Defectos y comentarios de cierre.			
Nombre	Posición	Fecha	Firma

CHECK LIST REALIZADO POR PLANIFICACION

Ítems	Descripción	Resultado
1	Oportunidad de retorno de Pautas Ejecutadas	
2	Indica tiempo de ejecución	
3	Indica Horas Hombres ocupadas	
4	Actividades son tickeadas, registran medidas	
5	Hay comentarios relevantes, abre nueva ot	
6	Se propone mejorar en contenidos, frecuencias, etc.	
7	Fecha ejecución calza con la programada	
8	Firma supervisor AACH en señal de revisión	
9	Comentarios relevantes registrados en Ellipse	
10	HH reales cargadas en Ellipse	
TOTAL (contar actividades que se cumplieron)		

Ítems: 1 a 8 se extraen de papel (MST's)

Ítems: 9 a 10 se averiguan de Ellipse

(Tabla W8)

Total	Descripción	Evaluación
0	Inocencia	1
1 y 4	Conocimiento	2
5 y 7	Entendimiento	3
8 y 9	Competencia	4
10	Excelencia	5

Nombre y Firma Evaluador

Anexo F: Repuestos críticos Motor GMD Molinos SAG y Bolas

equipo	componente	descripción	codigo	razon de criticidad
MOTOR GEARLES DRIVE (GMD) MOLINOS MLS001 (SAG), MLB001 (BOLAS 1) y MLB002 (BOLAS 2)	TABLERO PROTECCION	LIN-300, CAJA PROTECCION 14-12-8	11598xx	Consecuencia en producción
	MODULO ELECTRONICO	LINEARIZACION LIN-331-15Q-2/20	11598xx	Consecuencia en producción
	MODULO ELECTRONICO	SITOR SIMPLE, 750 V NOM 1.5 KV AISLACION C/TIRISTOR BST T 66166	11xx805	Consecuencia en producción
	COMPRESOR	COMPRESOR DE AIRE	AM08383xx	Consecuencia en producción
	TRANSFORMADOR PODER	5.6 KVA 400/28 V (Cargador de baterías)	11666xx	Consecuencia en producción
	INTERCAMBIADOR CALOR	PLACAS, TIPO GL13PIX24 (24 PLACAS) DIBUJO NO: 64-01368-1 PIEZA NO. 2	11605xx	Consecuencia en producción
	BOMBA ROTATORIA	ETASECCO, C32-200/42 C/MOTOR DS112.2-4.0 2856 1/MIN 5.7 KW 3X400(690)V 50HZ IP55 DIBUJO NO: 64-01368-1, PIEZA NO. 4	11605xx	Consecuencia en producción
	TRANSFORMADOR CORRIENTE	1000 A/200 MA, FUENTE PODER ±24V ±5% LT1000-TI/SP1	11608xx	Consecuencia en producción
	TIRISTOR	T2351N52TS01 TENSION INVERSA PEAK 5200V CORRIENTE CONTINUA MAX. 2351 A CORRIENTE IMPULSO ADMISIBLE 54 KA	11596xx	Consecuencia en producción
	TIRISTOR	BST T66166 (6QX5222)	11607xx	Consecuencia en producción
	MODULO ELECTRONICO	MEMORIA, MS5 32 BIT 2 MB FLASH-EPROM 8 KB EEPROM	11601xx	Consecuencia en producción
	MODULO ELECTRONICO	CPU 417H, SIMATIC S7-400H 4 INTERFACES: 1 MPI/DP, 1 DP A, 2 MEMORIA 30 MB (15 MB CODIGO/15 MB DATO) P/MODULO SINCR.	11609xx	Consecuencia en producción
	MODULO ELECTRONICO	MEMORIA, MS41 16 BIT, 512 KB EPROM 2 KB EEPROM	11601xx	Consecuencia en producción
	TRANSFORMADOR	CC, 4-20MA/0-10 V ALIMENTACION AUX. 20/235 VCA/CC LAINA ALOJAMIENTO 12.5MM	11608xx	Consecuencia en producción
	SENSOR MONITOR FLUJO	ELECTRONICO, SFD10ABB/US-100	11598xx	Consecuencia en producción
	CONTROLADOR MONITOR	VS3000 / 24VCC, MONTAJE DIN	11599xx	Consecuencia en producción
	PARTIDOR MOTOR	DOL, 11 kW 400 V 50 HZ PLANO NR. T12A-P-10008632A-S110 T12A-P-10008632B-S110 T12A-P-10008632C-S110	11668xx	Consecuencia en producción
	PARTIDOR MOTOR	DOL, 30 kW 400 V 50 HZ PLANO NR. T12A-P-10008632A-S110 T12A-P-10008632B-S110 T12A-P-10008632C-S110	11668xx	Consecuencia en producción
	PARTIDOR MOTOR	DOL, 160 kW 400 V 50 HZ PLANO NR. T12A-P-10008632A-S110 T12A-P-10008632B-S110 T12A-P-10008632C-S110	11668xx	Consecuencia en producción
	PARTIDOR MOTOR	DOL, 15 kW 400 V 50 HZ PLANO NR. T12A-P-10008632A-S110 T12A-P-10008632B-S110 T12A-P-10008632C-S110	11668xx	Consecuencia en producción
	PARTIDOR MOTOR	DOL, 10 kW 400 V 50 HZ PLANO NR. T12A-P-10008632A-S110 T12A-P-10008632B-S110 T12A-P-10008632C-S110	11668xx	Consecuencia en producción
	PARTIDOR MOTOR	DOL, 7.5 kW 400 V 50 HZ PLANO NR. T12A-P-10008632A-S110 T12A-P-10008632B-S110 T12A-P-10008632C-S110	11668xx	Consecuencia en producción
	TARJETA INTERFAZ	SIC, P/SERIES A, A-19, E 1 CONTACTO COMUN SERIE P	11665xx	Consecuencia en producción
	BUSHING	BAJA TENSION LV, 9400 KVA TRAF0. A070206-KH-007-9400DSHX/P2/N4	11604xx	Consecuencia en producción
	BUSHING	NUCLEO TIERRA, 9400 KVA TRAF0. A070206-KH-007-9400DSHX/P2/N4	11604xx	Consecuencia en producción
	RELE BUCHHOLZ	TRANSFORMADOR 9400 KVA	11669xx	Consecuencia en producción
MODULO ELECTRONICO	CPU 314, MPI INTERFACE SIMATIC S7-300 FUENTE PODER 24 VCC, MEMORIA 96 KB	11595xx	Consecuencia en producción	

Anexo G: Repuestos Críticos Sistema de Lubricación, Planta SAG Confluencia

Equipo (nivel 1)	Subsistema (nivel 2)	componentes (nivel 3)	código ellipse	unidades en operación	razón de criticidad
Sistema de lubricación molino SAG	Descansos principales: Alimentación + Descarga	almohadilla cojinete pad radial	sin codigo	4	Probabilidad y consecuencia de falla
		pad radial	114xxx	4	consecuencia de falla
		sensor de temperatura	127xxx0	4	consecuencia de falla y tiempo de espera
		pad axial	114xxx0	2	consecuencia de falla
		sensor de temperatura	1270xxx	20	probabilidad y consecuencia
		válvula de bolas	3xxx21	8	consecuencia de falla
		válvula de control de flujo	114xxx6	32	consecuencia de falla
	Rack de instrumentación: Alimentación + Descarga	divisor de flujo	114xxx9	1	consecuencia de falla
		transmisor de presión	114xxx7	8	consecuencia de falla
		transmisor diferencial de presión : RANGO -1000 A +1000 PULG AGUA, 4-20MA PROTOC HART PANTALLA LCD CALIB 0-1 M3/HR; Rack instrum. Aliment.	114xxx25	4	probabilidad y consecuencia de falla
		diferencial de presión : RANGO -1000 A +1000 PULG AGUA, 4-20MA; Rack instrum. Aliment. + descarga	114xxx5	8	consecuencia de falla
		divisor de flujo : 4 SECCIONES HIDRULICO 42 GPM MAX 2 ENTRADAS 1" NPTF, 3 SALIDAS 1/2" NPTF 4" ANCHO 11.39" LG TOTAL 2000 PSI MAX INTERMIT 1500 PSI MAX CONT; rack instrum. Alimen.	1145xxx	1	consecuencia de falla
		divisor de flujo: 4 VIAS 4 SALIDAS 1" NPT ENTRADA 1.5" NPT 2500 PSI MAX ENT, VELOC 1000 RPM A 66GPM PARA ACEITE 700-1000 SSU A 100º F; rack inst. descarga	114xxx9	1	consecuencia de falla
	Parada de emergencia (alta presión)	acumulador de aceite: TAMAÑO 15 GALONES NOM., PESO SECO 139KG GAS 53.31 LT CUB, PUERTA 1-1/2", 77.38" LG TOTAL 9.06" DIAM; mod. alta presión par. Emergencia	114xxx4	4	consecuencia de falla
	módulo ALTA Presión	motor: 30HP 1450 RPM 380V 50HZ MONTAJE	1145xxx	2	
		bomba hidráulica IPC 4-32-101; modulo alta presión	1145xxx	2	
		válvula relief	1145xx5	1	
		válvula relief bomba acumulador mod. Alta presión	sin codigo	2	
		manómetro; mod alta presión	114xxx3	2	consecuencia de falla

Anexo G: Repuestos Críticos Sistema de Lubricación, Planta SAG Confluencia

módulo ALTA Presión	válvula de bolas: 1 in	114xxx3	2	consecuencia de falla
	válvula check: slipn in, ics-16, CAÑERIA	1145xxx	2	consecuencia de falla
	TRANSMISOR PRESION -14.7-4000PSI 4-20MA	11xxx67	2	consecuencia de falla
	motor: 7.5HP, 1450 RPM, 380V 50HZ MONTAJE VERTI.	11xxx06	2	probabilidad y consecuencia de falla
	bomba hidráulica: PC 4-32-101 CONJUNTO BOMBA	11xxx14	2	probabilidad y consecuencia de falla
	válvula de bloqueo: 1/2 [in] NPT CJTO BOMBA EMPUJE;	114xxx7	2	consecuencia de falla
	manómetro: cjto bomba empuje	11xxx48	2	probabilidad de falla
	válvula de bolas: cañeria bomba empuje	11xxx663	6	consecuencia de falla
	válvula de aguja: 0.25 [in] NPT	1145xxx	2	consecuencia de falla
	válvula check: cañeria bomba empuje	114xxx1	2	consecuencia de falla
	válvula relief	114xxx0	2	probabilidad y consecuencia de falla
	filtro: 180 MICRONES ENTR/SAL BRIDA SAE 1" NPT. 74 MICRON	1145xxx	2	probabilidad de falla
	transmisor diferencial de presión	1145xxx	1	consecuencia de falla
	motor: 5.0 HP, 1750 RPM; CONJUNTO CAÑERIAS BOMBA	1145xxx	2	probabilidad y consecuencia de falla
	bomba de pistón: 4 salidas	1145xxx	2	consecuencia de falla
	válvula relief: CONJUNTO CAÑERIAS BOMBA PISTON	1145xxx	8	consecuencia de falla
	manómetro: cjto bomba pistón	1145xxx	8	consecuencia de falla
	válvula de bloqueo: 1/2" NPT cañerías bomba pistón ;	1145xxx	8	consecuencia de falla
	válvula de bolas: cañerías b. pistón	1145xxx	2	consecuencia de falla
	bomba hidrostática; cjto bomba Alta presión	AM072xxx9	3	probabilidad y consecuencia de falla
	transmisor diferencial de presión:	1145xxx	2	consecuencia de falla
	filtro: 180 micrones	sin codigo	4	probabilidad de falla
	válvula solenoide: cjto bomba alta presión	114xxx6	2	consecuencia de falla
	válvula control de flujo: cjto bomba	114xxx2	2	consecuencia de falla
válvula check, cjto bomba alta presión	114xxx1	2	consecuencia de falla	
válvula de aguja: bomba alta presión	114xxx8	4	consecuencia de falla	
deposito de aceite	calentador de inmersión: 2000 W 380V 3 FASES DENS	114xxx6	5	consecuencia de falla
	sensor RTD,	114xxx2	2	probabilidad y consecuencia de falla
	válvula de bolas	11xxx12	3	consecuencia de falla
Modulo de baja presión	bomba: BOMBA BAJA PRESION (ACONDICIONADORA), ,	11xxx41	2	consecuencia de falla
	motor: 30HP 1450 RPM 380V 50HZ MONTAJE VERTICAL	1145333	2	probabilidad y consecuencia de falla
	filtro	sin codigo	2	probabilidad de falla
	intercambiador de calor:	AM0750xxx	3	consecuencia de falla
	válvula de bolas	114xxx4	8	consecuencia de falla
	sensor de temperatura: 0-230°C ELEM SIMPLE 3	11xxx82	1	consecuencia de falla
	válvula relief: de acción directa , mod. Baja presión	1145xxx	2	consecuencia de falla
	válvula de bolas: 2" TIPO BOLA CUERPO BRONCE ASIENTO	114xxx8	1	consecuencia de falla

Anexo G: Repuestos Críticos Sistema de Lubricación, Planta SAG Confluencia

	válvula de bolas:	1145xxx	6	consecuencia de falla	
	válvula de bloqueo	1145xxx	3	consecuencia de falla	
	manómetro	1145xxx	3	consecuencia de falla	
	válvula check:	114xxx2	2	consecuencia de falla	
	transmisor diferencial de presión: mod. Baja presión	114xxx0	1	consecuencia de falla	
	transmisor de flujo : RANGO -1000 A +1000 PULG AGUA,	114xxx5	1		
	elemento de filtro:	114xxx5	12	probabilidad de falla	
	válvula de aguja	114xxx8	2	consecuencia de falla	
	Sistema de frenos	sensores de proximidad	sin código	6	consecuencia de falla
		flexible hidráulico	sin código	2	consecuencia de falla
		conjunto calipers	sin código	6	consecuencia de falla
		caja conexiones sensores de proximidad	sin código	6	consecuencia de falla
		válvula relief	sin código	1	consecuencia de falla
bomba		sin código	1	consecuencia de falla	
Sist. de frenos, Unidad hidráulica	válvula manifold	sin código	1	consecuencia de falla	
	motor	sin código	1	consecuencia de falla	
	estanque	sin código	1	consecuencia de falla	