

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA**



**PLANEAMIENTO Y CONTROL DE EQUIPOS CRÍTICOS EN  
PLANTA CONCENTRADORA UNIDAD MINERA  
SAN RAFAEL - MINSUR S.A.**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**PRESENTADA POR:**

**JULIO CÉSAR RODRÍGUEZ MANCHA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO QUÍMICO**

**PUNO – PERÚ**

**2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA**

**PLANEAMIENTO Y CONTROL DE EQUIPOS CRÍTICOS EN**  
**PLANTA CONCENTRADORA UNIDAD MINERA**  
**SAN RAFAEL - MINSUR S.A.**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PRESENTADO POR:**

**JULIO CÉSAR RODRÍGUEZ MANCHA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO QUÍMICO**



**APROBADA POR:**


**PRESIDENTE**

:

  
\_\_\_\_\_  
M.Sc. CIRO HERNÁN VERA ALATRISTA

**PRIMER MIEMBRO**

:

  
\_\_\_\_\_  
M.Sc. ROGER HUANQUI PÉREZ

**SEGUNDO MIEMBRO**

:

  
\_\_\_\_\_  
Ing. PERCY ELOY MAMANI LUQUE

**DIRECTOR**

:

  
\_\_\_\_\_  
D.Sc. NORBERTO SIXTO MIRANDA ZEA

**ÁREA:** Trabajo de suficiencia profesional

**TEMA:** Planeamiento y control de equipos críticos en planta concentradora

**LÍNEA:** Ingeniería de procesos

**FECHA DE SUSTENTACIÓN:** 26 de octubre 2018

### DEDICATORIA

Este informe profesional, se la dedico a la gran Familia a la que pertenezco, Padres, Esposa e Hijas por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

## AGRADECIMIENTOS

Primeramente doy gracias a Dios por permitirme tener la experiencia suficiente dentro de esta gran empresa que deja como producto este Informe Profesional como tesis, asimismo por permitirme tener y disfrutar a mi familia, gracias a mi querida Esposa Deissy Castro y mis hermosas Hijas Paula y Tatiana por la paciencia y comprensión y ser mi mayor fortaleza para seguir adelante.

A mis queridos padres Isidoro y María porque nunca dejaron de creer en mí, como persona y profesional, puedo ver concretada una etapa muy importante en el ciclo de aprendizaje y así poder iniciar nuevas etapas y retos en la vida, sabiendo que me acompañaran en muchas etapas más por venir.

Mi profundo agradecimiento a todo el Staff de profesionales de la empresa Minsur S.A. en su unidad minera de San Rafael, por confiar en mi persona, abrirme las puertas y permitirme consolidar como profesional.

Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento al Dr. Sc. Norberto Sixto Miranda Zea como director de todo este proceso, quien con su dirección, conocimiento y enseñanza permitió el desarrollo de este trabajo, así también a cada uno de los Ingenieros de nuestra querida escuela Profesional de Ingeniería Química, gracias por su dedicación, enseñanzas y tiempo.



**INDICE GENERAL**

INDICE DE FIGURAS.....	9
INDICE DE TABLAS .....	11
RESUMEN.....	13
ABSTRACT .....	14
<b>CAPITULO I.....</b>	<b>21</b>
<b>1. GENERALIDADES.....</b>	<b>21</b>
1.1. ASPECTOS GENERALES .....	21
1.1.1. ESTAÑO.....	21
1.1.2. LA CASITERITA .....	21
1.2. ASPECTOS GENERALES DE LA MINA .....	22
1.2.1. UBICACIÓN.....	22
1.2.2. GEOGRAFÍA.....	23
1.2.3. CLIMA.....	23
1.2.4. GEOMORFOLOGÍA.....	23
1.2.5. GEOLOGÍA .....	24
1.3. DESCRIPCIÓN GENERAL MINA “SAN RAFAEL” .....	25
1.3.1. OPERACIONES .....	25
1.3.1.1. EXPLORACIÓN, DESARROLLO Y PREPARACIONES .....	25
1.3.1.2. RESERVAS DE MINERAL.....	26
1.3.1.3. PLANTA CONCENTRADORA .....	26
1.3.2. SERVICIOS .....	27
1.3.2.1. MANTENIMIENTO GENERAL .....	27
1.3.2.2. ENERGÍA ELÉCTRICA .....	28
1.3.3. PROYECTOS .....	28
1.3.3.1. ENSANCHE Y RECRECIMIENTO DEL DIQUE BOFEDAL III.....	28
1.3.3.2. PROYECTO RECUPERACIÓN DE RELAVES BOFEDAL II.....	29
1.4. SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE.....	29
1.4.1. GESTION DE SEGURIDAD U.M. SAN RAFAEL .....	30
1.4.1.1. SEGURIDAD, SALUD OCUPACIONAL Y MEDIO AMBIENTE .....	30
1.4.1.1.1. IPERC .....	31
1.4.1.1.2. CONTROL DE RIESGOS CRITICOS.....	32
1.4.1.1.3. ANALISIS DE TRABAJO SEGURO (ATS):.....	34
1.4.1.1.4. ESTANDARES, PROCEDIMIENTOS E INSTRUCCIONES .....	34
1.4.1.1.5. PERMISO ESCRITO DE TRABAJO DE ALTO RIESGO “PETAR” .....	34
1.4.1.1.6. INSPECCIONES DE SEGURIDAD .....	34

1.4.1.1.7.	DE LOS COMITES DE SEGURIDAD .....	37
1.4.2.	GESTION AMBIENTAL U.M. SAN RAFAEL MINSUR S.A.....	37
1.4.3.	PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL .....	38
1.4.3.1.	MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA.....	38
1.4.3.1.1.	ESTACIONES DE MONITOREO DE AGUA .....	38
1.4.3.1.2.	FRECUENCIA MONITOREO DE AGUA.....	42
1.4.3.2.	MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE .....	43
1.4.3.2.1.	ESTACIONES DE MONITOREO DE AIRE .....	43
1.4.3.2.2.	FRECUENCIA DE MONITOREO DE AIRE.....	44
<b>CAPITULO II</b>	.....	<b>45</b>
<b>2. OBJETIVOS</b>	.....	<b>45</b>
2.1.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA EN ESTUDIO .....	45
2.2.	OBJETIVOS .....	45
2.2.1.	OBJETIVO GENERAL .....	45
2.2.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	45
<b>CAPITULO III</b>	.....	<b>47</b>
<b>3. METODOS PARA LA SOLUCION DE LOS OBJETIVOS</b>	.....	<b>47</b>
3.1.	AREA DE PLANEAMIENTO – PLANTA CONCENTRADORA .....	47
3.2.	OPERACIONES UNITARIAS U.M. SAN RAFAEL MINSUR S.A. ....	47
3.2.1.	SECCIÓN CHANCADO .....	48
3.2.2.	SECCIÓN MOLIENDA, CONCENTRACIÓN GRAVIMÉTRICA.....	48
3.2.3.	SECCIÓN CONCENTRACIÓN POR FLOTACIÓN .....	50
3.2.4.	TRATAMIENTO DE LOS RELAVES DE LA PLANTA.....	52
<b>CAPITULO IV</b>	.....	<b>54</b>
<b>4. SOLUCIONES TEORICAS Y PRÁCTICAS PLANTEADAS</b>	.....	<b>54</b>
4.1.	MEMORÍA DESCRIPTIVA EQUIPOS MECÁNICOS PLANTA .....	55
4.1.1.	ANTECEDENTES.....	55
4.1.2.	MONTAJE DE LOS EQUIPOS PLANTA CONCENTRADORA .....	55
4.1.2.1.	SECCIÓN CHANCADO .....	57
4.1.2.1.1.	CHANCADO PRIMARIO.....	57
4.1.2.1.2.	CHANCADO SECUNDARIO .....	57
4.1.2.1.3.	CHANCADO Terciario.....	57
4.1.2.2.	SECCIÓN MOLIENDA, CONCENTRACIÓN GRAVIMÉTRICA.....	58
4.1.2.2.1.	CONCENTRACIÓN JIGS ESPIRALES .....	58
4.1.2.2.2.	MOLIENDA PRIMARIA.....	59
4.1.2.2.3.	MOLIENDA SECUNDARIA.....	59
4.1.2.2.4.	CONCENTRACIÓN MESAS ESPIRALES 01 .....	59

4.1.2.2.5.	CONCENTRACIÓN MESAS ESPIRALES 02 .....	60
4.1.2.2.6.	MOLIENDA DE CONCENTRADOS.....	60
4.1.2.2.7.	LIMPIEZA DE CONCENTRADO GRAVIMÉTRICO .....	61
4.1.2.2.8.	FILTRADO GRAVIMÉTRICO .....	61
4.1.2.2.9.	MOLIENDA TERCIARIA .....	62
4.1.2.3.	SECCIÓN CONCENTRACIÓN POR FLOTACIÓN .....	62
4.1.2.3.1.	DESLAMADO.....	63
4.1.2.3.2.	FLOTACIÓN SULFUROS CASITERITA .....	63
4.1.2.3.3.	FLOTACIÓN CASITERITA.....	63
4.1.2.3.4.	FILTRADO CONCENTRADO DE FLOTACIÓN .....	64
4.1.2.3.5.	CONDUCCIÓN Y MANEJO DE RELAVES.....	64
4.1.2.4.	ABASTECIMIENTO DE AGUA.....	65
4.2.	IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS CRÍTICOS – PLANTA.....	65
4.2.1.	CALCULO DE LA CRITICIDAD DE EQUIPOS – PLANTA .....	66
4.2.1.1.	METODOLOGÍA RBD .....	66
4.2.1.1.1.	SECCION DE CHANCADO.....	66
4.2.1.1.2.	SECCIÓN MOLIENDA Y JIGS.....	67
4.2.1.1.3.	SECCIÓN MESAS Y REMOLIENDA .....	67
4.2.1.1.4.	SECCIÓN FLOTACIÓN .....	67
4.2.1.1.5.	SECCIÓN FILTRADO Y ULTRAFINOS .....	67
4.2.1.1.6.	SECCIÓN BOFEDAL .....	67
4.2.1.2.	ANÁLISIS DE CRITICIDAD (PONDERACION).....	67
4.2.2.	ANÁLISIS DE EQUIPOS CRÍTICOS .....	70
4.3.	CONTROL DE EQUIPOS CRÍTICOS PLANTA.....	72
4.3.1.	MONITOREO DE EQUIPOS CRÍTICOS PLANTA.....	72
4.3.2.	TECNICAS DE MONITOREO – PLANEAMIENTO PLANTA .....	72
4.3.3.	INFORMES DE INSPECCIONES – PLANEAMIENTO PLANTA .....	75
4.3.3.1.	INFORMES DE INSPECCION SEMANAL .....	76
4.3.4.	CONTROL EN LINEA EQUIPOS CRÍTICOS.....	81
4.3.5.	INFORMES - CALCULO Y CONTROL DE EQUIPOS DE BOMBEO .....	84
4.3.5.1.	INFORME DE EVALUACIÓN BBA. 1F A Y B .....	84
4.3.5.2.	INFORME DE CÁLCULO DE BOMBA 2G_NUEVO TONELAJE.....	86
4.3.5.3.	INFORME DE EVALUACIÓN BBA. 13G-C .....	88
4.3.5.4.	INFORME DE SELECCIÓN DE BBA. POZA DE LODOS .....	90
4.3.6.	IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES CRÍTICOS.....	92
4.3.7.	LISTADO DE REPUESTOS EQUIPOS CRÍTICOS .....	105
4.4.	CONTROL DE COSTOS .....	105

4.4.1.	PRESUPUESTO OPERATIVO (OPEX) – PLANTA.....	105
4.4.2.	PRESUPUESTO DE CAPITAL (CAPEX) – PLANTA.....	110
4.5.	REPORTES OPERACIONALES PLANTA .....	112
4.5.1.	INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD OPERATIVA.....	112
4.5.2.	TABLEROS DE CONTROL DE EQUIPOS PLANTA .....	114
<b>CAPITULO V.....</b>		<b>117</b>
<b>5.</b>	<b>APORTES PROFESIONALES .....</b>	<b>117</b>
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>118</b>
<b>7.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>119</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>		<b>120</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>121</b>

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Vista planta concentradora UM San Rafael .....	15
Figura 2: Distancia vía terrestre Juliaca mina San Rafael .....	22
Figura 3: Gestión de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente.....	31
Figura 4: Identificación de peligros, evaluación y control de riesgos .....	31
Figura 5: Inspección mensual de Seguridad Comité Central.....	36
Figura 6: Cálculo IAS .....	36
Figura 7: Muestreo de agua Empresa SGS antes de río Antauta .....	40
Figura 8: Punto 4 815 monitoreo de aire .....	44
Figura 9: Metodología Inspección Predictiva .....	72
Figura 10: Termómetro laser .....	74
Figura 11: Termómetro infrarrojo (FLUKE) .....	74
Figura 12: Equipo medidor de vibración (MICROLOG) .....	75
Figura 13: Monitoreo en línea Factory Talk View .....	81
Figura 14: Reporte orden de trabajo – Sistema SAP módulo PM .....	83
Figura 15: Comparativo de flujos de bombas 1F Worthingtong .....	85
Figura 16: Diseño de bombas 2G Vulco.....	87
Figura 17: Diseño de bombas 13G Vulco.....	89
Figura 18: Curva de operación bombas Hidrostral .....	91
Figura 19: Faja JM 01 .....	92
Figura 20: Faja transportadora JM 02.....	93
Figura 21: Faja JM 03.....	94
Figura 22: Molino de barras 9.5X13.....	95
Figura 23: Molino de bolas 8X8 A .....	96
Figura 24: Molino de bolas 8X8B .....	97
Figura 25: Espesador 120'.....	98
Figura 26: Molino de bolas 7X8 .....	99
Figura 27: Molino de bolas 7X12 .....	100
Figura 28: Molino de bolas 5X10.....	101
Figura 29: Molino de bolas Vertical .....	102
Figura 30: Reporte metalúrgico semana 19 - 2014.....	112
Figura 31: Reporte metalúrgico semana 8 – 2015 .....	113



Figura 32: Disponibilidad de equipos molienda - planta concentradora 2014 ..... 113

Figura 33: Indicadores de Productividad Operativa ..... 114

**INDICE DE TABLAS**

Tabla 1: Balance de recursos U.M. San Rafael .....	26
Tabla 2: Cuadro de categorías de reservas.....	26
Tabla 3: Balance Metalúrgico U.M. San Rafael .....	27
Tabla 4: Estaciones de Monitoreo de aguas –Zona Industrial .....	39
Tabla 5: Estaciones de Monitoreo de aguas –Zona Industrial .....	40
Tabla 6: Estaciones Monitoreo de Agua Residual Doméstica.....	41
Tabla 7: Estaciones Monitoreo de Agua Residual Doméstica.....	41
Tabla 8: Estaciones Monitoreo de Agua de Consumo.....	41
Tabla 9: Frecuencia de Monitoreo .....	42
Tabla 10: Frecuencia de Monitoreo .....	42
Tabla 11: Frecuencia de Monitoreo .....	42
Tabla 12: Estaciones de Monitoreo de Calidad de Aire .....	43
Tabla 13: Estaciones de Monitoreo de Calidad de Aire .....	44
Tabla 14: Equipos planta concentradora.....	56
Tabla 15: Cuadro de criterios de criticidad.....	68
Tabla 16: Escala de ponderación .....	69
Tabla 17: Análisis de criticidad .....	69
Tabla 18: Listado equipos críticos planta concentradora.....	71
Tabla 19: Reporte diario – Planeamiento planta Semana 1 - 2014.....	76
Tabla 20: Reporte diario – Planeamiento planta Semana 2 - 2014.....	77
Tabla 21: Reporte diario – Planeamiento planta Semana 03 - 2014.....	78
Tabla 22: Reporte diario – Planeamiento planta Semana 04 - 2014.....	79
Tabla 23: Reporte medición de forros molino 8X8B .....	80
Tabla 24: Reporte motor molino 9.5x13.....	82
Tabla 25: Comparativo bombas Worthintong .....	84
Tabla 26: Componentes críticos faja JM01 .....	92
Tabla 27: Componentes críticos faja JM02 .....	93
Tabla 28: Componentes críticos faja JM03 .....	94
Tabla 29: Componentes críticos molino de barras 9.5x13.....	95
Tabla 30: Componentes críticos molino de bolas 8X8A .....	96
Tabla 31: Componentes críticos molino de bolas 8X8B .....	97

Tabla 32: Componentes críticos espesador 120.....	98
Tabla 33: Componentes críticos molino de bolas 7X8.....	99
Tabla 34: Componentes críticos molino de bolas 7X12.....	100
Tabla 35: Componentes críticos molino de bolas 5X10.....	101
Tabla 36: Componentes críticos molino vertical.....	102
Tabla 37: Componentes críticos espesador 80.....	103
Tabla 38: Componentes críticos chancadora 24x36.....	103
Tabla 39: Componentes críticos chancadora Sandvik.....	104
Tabla 40: Componentes críticos chancadora HP500.....	104
Tabla 41: Proyección 2015 planta concentradora.....	106
Tabla 42: Cuadro de rendimientos - planta concentradora.....	107
Tabla 43: OPEX 2015 – Planta concentradora.....	108
Tabla 44: OPEX 2015 – Mantenimiento planta.....	109
Tabla 45: CAPEX 2015 Planta concentradora.....	111
Tabla 46: Utilización de Equipos chancado.....	115
Tabla 47: Utilización de Equipos Molienda.....	115
Tabla 48: Utilización de Equipos Gravimetría.....	116
Tabla 49: Utilización de Equipos Relaves.....	116



## RESUMEN

La minería es uno de los más importantes promotores de la economía en el Perú debido a la utilidad que generan por el beneficio del tratamiento de minerales, San Rafael es una unidad minera de estaño situado en el distrito de Antauta, Provincia de Melgar, Región de Puno, Perú a 4 500 msnm con el punto más alto sobre los 5 000 msnm pertenecientes a la empresa MINSUR S.A. del conglomerado económico “GRUPO BRECA. San Rafael es el tercer productor mundial de estaño que produce actualmente el 12% de estaño del mundo. San Rafael incrementó su capacidad en planta de concentración de 2 700 a 2 900 toneladas / día durante 2014. La empresa Sandvik instala una trituradora CH440 SandvikHydrocone, la empresa GekkoSystems instalaron dos Jigs de presión en línea los cuales lograron la capacidad actual de 2 900 toneladas / día. Para el cumplimiento del tonelaje programado como meta es necesario tener un mayor control de la producción y operatividad de los equipos en planta concentradora, MINSUR S.A. cuenta con un Área de Planeamiento – Planta Concentradora, para tal efecto el área de Planeamiento en Planta concentradora cumple una tarea muy importante para la Unidad Minera que se encarga de dar mayor operatividad y eficiencia a los circuitos de producción dando cumplimiento a las metas establecidas. En el presente informe se dará mayor realce a la identificación, planeamiento y control de Equipos críticos en Planta concentradora de la Unidad Minera San Rafael de la empresa MINSUR S.A. partiendo de un análisis de las operaciones unitarias y de criticidad para una serie de equipos importantes en la producción seguida de la identificación de equipos críticos y culminar con el planeamiento y control a realizar, con criterios técnico/científicos que garanticen operatividad de equipos críticos.

**Palabras Claves:** Control de equipos, Planeamiento, Planta concentradora.

## ABSTRACT

The mining is one of the most important producers of the economy in Peru, because to the unit that generates benefits for the treatment of minerals. San Rafael is the mining unit, it is located in the district of Antauta. Province of Melgar, Region of Puno Peru, is at 4500 meters above sea level, the highest point is over 5000 meters above sea level, belongs to the MINSUR company S.A. of the economic conglomerate GRUPO BRECA. San Rafael is the third tin producer in the world, currently produces 12% of tin in the world. San Rafael increased its concentration capacity from 2700 to 2900 tons per day during 2014, the Sandvik company installed a CH 440 Sandvik Hydrocon crusher, the Gekkosystems company installed two line pressure Jigs, they achieved the current capacity of 2900 tons per day, for the fulfillment of the tonnage programmed as goal is necessary to have more control of the production and operation of the equipment in the concentrator plant. MINSUR S.A. has a planning area - concentrator plant for this purpose, the planning area in the concentrator plant fulfills a very important task for the mining unit that is charge of giving greater operability and efficiency to the production circuits fulfilling the established goals. The present report will give greater prominence to the identification - planning and control of critical equipment in the concentrator plant of the mining unit San Rafael of the MINSUR company starting from an analysis of the unit operations and criticality for a series of important equipment in production followed by the identification of critical equipment and culminate with the approach and control to be carried out with scientific technical criteria that guarantee the operation of critical equipment.

**Key words:** Equipment control, Planning, Concentrator plant.

## INTRODUCCION

### **MINSUR S.A. líderes mundiales en producción del estaño y referente en sostenibilidad**

Compañía Minera MINSUR S.A. pertenece al grupo BRECA, consorcio Peruano que cuenta con más de 70 empresas en todo el territorio Peruano en sectores como la banca, hotelería, minería y la pesca, siendo uno de los principales su Unidad Minera de San Rafael que es uno de los principales productores de estaño en el mundo que ejecuta trabajos de exploración, desarrollo, preparación y explotación minera. Trabaja con sistemas modernos de control de riesgos en sus operaciones. Como proceso de mejora continua en sus actividades y el mejor control de sus operaciones viene implementando la Norma Internacional ISO 9001, asimismo cuenta con las normas ISO 18001 e ISO 14001.



**Figura 1: Vista planta concentradora UM San Rafael**

Líder mundial en la producción de estaño y principal productor a nivel nacional, San Rafael es la más importante unidad minera de la empresa MINSUR S.A. Ubicada en Puno, la mina se ha convertido en el motor de desarrollo de esta región, pues no solo es su mayor fuente ingresos, al haber otorgado más de S/. 1 350 millones durante los últimos años en canon y regalías, sino que genera más de mil puestos de trabajo para la población local. San Rafael es, además, una empresa responsable, que opera con los más altos estándares de seguridad en relación con sus trabajadores y el medio ambiente. Su política de responsabilidad social se funda en programas que apuestan por lograr beneficios duraderos y autogenerados para las comunidades de la zona.

San Rafael es una mina subterránea que se encuentra en el distrito de Antauta, provincia de Melgar, Región Puno, en la cordillera oriental de los Andes, a una altura que varía entre los 4 500 y 5 000 msnm. Desde que inició operaciones se ha dedicado principalmente a la exploración, explotación y comercialización de estaño. Actualmente produce el 12% de estaño del mundo y es el tercer productor a nivel internacional.

## GLOSARIO

- Accidente: Es un acontecimiento no deseado que da por resultado un daño físico (lesión o enfermedad ocupacional) a una persona o un daño a la propiedad (equipos, materiales y/o ambiente).
- Actos Sub estándares: Son aquellas acciones del personal que se encuentran por debajo de los estándares de la empresa.
- Aspecto ambiental: Elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que puede interactuar en el medio ambiente.
- Auditoría: Una evaluación sistemática e independiente para determinar si las actividades y resultados relacionados con las actividades cumplen con el programa establecido. Permite medir si el programa está siendo implementado efectivamente y si es adecuado para lograr los objetivos de la Política de la organización.
- Beneficio/Costo (B/C): Es el cociente que mide la gestión de una operación minera, basada en las ganancias o utilidades que se obtienen entre los costos que participan.
- Control de Pérdidas: Es una práctica administrativa que tiene por objeto controlar los daños físicos (lesiones o enfermedades ocupacionales) o daños a la propiedad (equipos, materiales y/o ambiente) que resultan de acontecimientos no deseados (accidentes) relacionados con los peligros de las operaciones.
- Condiciones Sub estándares: Son aquellas propias del lugar de trabajo que se encuentran por debajo de los estándares de la empresa.
- E.C.M: Empresa Contratista Minera.
- Evaluación de riesgos: Proceso de estimar la magnitud del riesgo y decidir si el riesgo es tolerable. Permite establecer las medidas preventivas a adoptar.
- Estándares: (Es el qué hacer) Medida por medio de la cual la exactitud de un proceso puede ser medida o auditada. Es un documento, establecido por consenso y aprobado por una entidad reconocida, que proporciona, para uso común y repetitivo, guías, reglas o características para desarrollar actividades u obtener resultados, dirigido hacia el logro de un grado óptimo de orden en un contexto dado

- Gestión de riesgos: Es el término que se aplica a un método lógico y sistemático de identificación, análisis, evaluación, tratamiento, monitoreo y comunicación de riesgos relacionados con cualquier actividad, función o proceso, de manera que permita minimizar pérdidas y maximizar oportunidades a las organizaciones.
- Impacto ambiental: Cualquier cambio significativo en el medio ambiente, sea adverso o beneficioso, total o parcialmente resultante de las actividades, productos o servicios de una organización.
- Incidente: Es un evento no deseado el que bajo pequeñas modificaciones pudo haber resultado en daño a la persona, propiedad, proceso o medio ambiente. También llamado casi accidente, cuasi accidente.
- Incidente Ambiental: Evento no planeado que tiene la potencialidad de conducir a una emergencia ambiental.
- Identificación de peligros: Proceso de reconocer que un peligro existe y definir sus características.
- Inspección: Proceso de observación metódica, para desarrollar exámenes cercanos de partes críticas, de estructuras, materiales, equipo, prácticas y condiciones del lugar de trabajo. Las inspecciones son realizadas por personal entrenado y conocedor en la identificación de peligros nuevos recién introducidos o emergentes en el lugar de trabajo para así prevenir pérdidas.
- Medio ambiente: El entorno del sitio en que opera una organización, incluyendo el aire, el agua, el suelo, los recursos naturales, la flora, la fauna, los seres humanos y su interrelación (en este contexto, el entorno se extiende desde el interior de una organización hasta el sistema global).
- Peligro: Fuente o situación con potencial para producir daños en términos de lesión a personas, daños a la propiedad, al medio ambiente, o una combinación de éstos.
- Procedimiento Escrito de Trabajo Seguro: CÓMO HACERLO Descripción detallada o paso a paso sobre cómo proceder, desde el comienzo hasta el final, para desempeñar correctamente una tarea.
- Riesgo: Combinación entre la posibilidad de que ocurra un determinado evento peligroso y la magnitud de sus consecuencias.

- Sistema Integrado de Gestión /SIG): Conjunto de cualquier nivel de complejidad, integrado por personas, recursos, políticas y procedimientos, cuyos componentes interactúan en forma organizada para lograr o mantener un resultado especificado.
- SIGESSMA (Sistema Integrado de Gestión de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente).
- SSMA: Siglas de Seguridad, Salud y Medio Ambiente.
- Metodología RBD: Metodología de diagrama de bloques de confiabilidad
- Plataforma R-MES: sistema de ingeniería de confiabilidad y mantenimiento
- SISTEMA SAP ERP: (Systeme Anwendungen und Process). Sistema aplicado a procesos, es un sistema computarizado empleado por las empresas para control de sus operaciones, integra todas las áreas como: logística, operaciones planta, mantenimiento, costos, proyectos, contabilidad y recursos humanos.
- Ingeniería de Confiabilidad: Confiabilidad es una de las características de calidad más importante para componentes, productos y sistemas complejos. Es una metodología científica aplicada para conocer el desempeño de vida de productos, Equipos, plantas o procesos; para asegurar que estos ejecuten su función, sin fallar, por un período de tiempo en una condición específica.
- OPEX: Operating expense coste permanente para el funcionamiento de un producto Operacionales, gasto operativo.
- CAPEX: gasto de capital
- CECO: Centro de costo
- KPIS: (key performance indicator) indicador clave o medidor de desempeño
- OVERHAUL: revisión o mantenimiento mayor de un equipo
- Expomin: área de componentes Unidad Minera San Rafael.
- Outsourcing: Designación equivalente a subcontratación.
- Espectros FFT: Fast Fourier Transform, transformada rápida de Fourier.
- LCD: Pantalla de cristal líquido por sus siglas en ingles Liquid Crystal Display.
- Forecast: Significado de estimación y monitoreo de resultados.
- Módulo PP: (Production Planning) Módulo en el sistema SAP – Planeación de producción.
- Módulo FI: (Financial Accounting) Módulo en el sistema SAP – Contabilidad financiera.



- Módulo PM: (Plant Maintenance) Módulo en el sistema SAP – Mantenimiento Planta.
- Módulo HCM: (Human Capital Management) Módulo en el sistema SAP – Gestión de capital humano.
- Activo Fijo: Es el bien de una empresa ya sea tangible o intangible.
- Sistema PSAD-56: Un sistema de referencia geodésico es un recurso matemático que permite asignar coordenadas a puntos sobre la superficie terrestre. Son utilizados en geodesia, navegación, cartografía y sistemas globales de navegación por satélite para la correcta georreferenciación de elementos en la superficie terrestre.
- Sistema WGS 84: El WGS84 (World Geodetic System 1984) es un sistema de coordenadas geográficas mundial que permite localizar cualquier punto de la Tierra (sin necesitar otro de referencia) por medio de tres unidades dadas. WGS84 son las siglas en inglés de World Geodetic System 84 (que significa Sistema Geodésico Mundial 1984).
- DuPont: Empresa multinacional de origen Estadounidense dedicado a crear soluciones sostenibles para las empresas.
- Libro rojo DuPont: Programa de trabajo – prácticas de liderazgo y cultura SSMA.
- Libro azul Dupont: Programa de trabajo – administración de seguridad de procesos.
- TMSD: Toneladas métricas secas por día.
- TMHD: Toneladas métricas húmedas por día.
- TMSH: Toneladas métricas secas por hora.
- TMHH: Toneladas métricas húmedas por hora.
- TMS: Toneladas métricas secas.
- TMH: Toneladas métricas húmedas
- COORDENADAS UTM: Sistema de coordenadas Universal Transversal de Mercator



## CAPITULO I

### 1. GENERALIDADES

#### 1.1. ASPECTOS GENERALES

##### 1.1.1. ESTAÑO

El estaño puro es un metal alotrópico, esto es, tiene diferentes formas cristalinas bajo distintas condiciones de temperatura y presión. Una cualidad muy particular del estaño es su sensibilidad ante las bajas temperaturas. Expuesto a la influencia de éstas, el estaño enferma. En lugar de blanco argéntico adquiere color gris, aumenta de volumen (26%), comienza a desmenuzarse y con frecuencia se convierte en polvo. La terminología que se emplea para denominar a esta grave enfermedad, conocida desde hace siglos, es la "peste del estaño", también llamada lepra o enfermedad del estaño. El estaño enfermo puede contagiar al metal sano, de ahí la denominación de peste.

##### 1.1.2. LA CASITERITA

La casiterita es la forma mineral del óxido de estaño (IV),  $\text{SnO}_2$ . Su nombre proviene bien de la palabra griega para el estaño, *kassiteros*. La casiterita puede ser parda, negra parduzca, incolora, verde o gris. De brillo adamantino, puede ser transparente, translúcida u opaca. Con luz transmite entre incolora y parda, aunque también anaranjada, amarilla o verde; con luz reflejada muestra coloración gris clara, con reflexiones internas de blancas a pardas. Su dureza es entre 6 y 7 en la escala de Mohs y su densidad está comprendida entre 6,98 y 7,01  $\text{g/cm}^3$ . Es frágil y resistente a los ácidos. La casiterita es un mineral fundamental para la obtención de estaño, que, a su vez, es empleado en aleaciones diversas como bronce y latón. Dado que, al alearse con otros metales, provoca un descenso considerable del punto de fusión (a veces, poco más de 200° C), es muy práctico en materiales de soldadura y en pigmentos cerámicos. Además, gracias a su extraordinaria resistencia a la degradación ambiental es muy usado en cubiertas anticorrosivas.

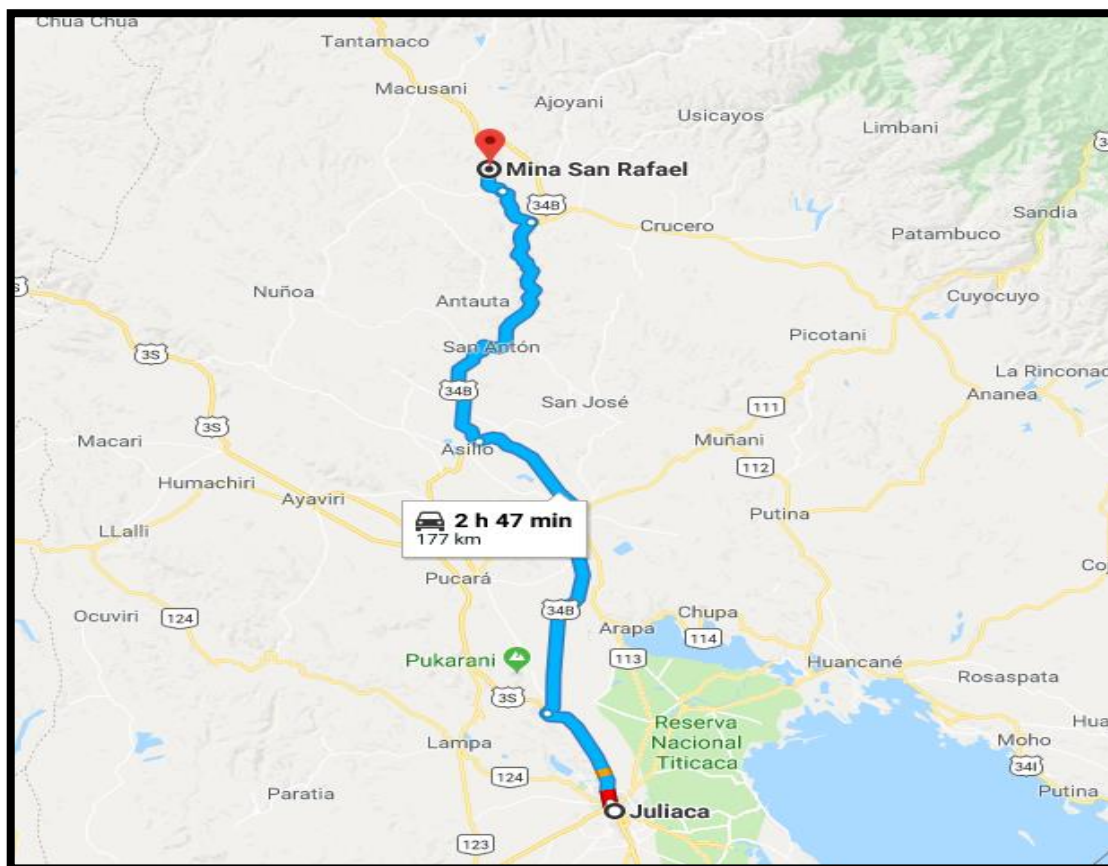
## 1.2. ASPECTOS GENERALES DE LA MINA

### 1.2.1. UBICACIÓN

La unidad minera “San Rafael”, propiedad de Compañía Minera MINSUR S.A se ubica en el paraje de Quenamari en la Cordillera Oriental del sur del Perú, distrito de Antauta, provincia de Melgar, departamento de Puno. Cuenta en la actualidad con los siguientes accesos:

Por carretera de Lima – Arequipa (1 000 Km), Arequipa – Juliaca (280 Km) y a partir de la ciudad de Juliaca existen tres rutas:

- Juliaca, Pucará, Asillo, San Rafael.
- Juliaca, Azángaro, San Rafael.
- Juliaca, Ayaviri, Santa Rosa, Nuñoa, San Rafael; distantes en aproximadamente 177 Km. (Ver Figura 2).



**Figura 2: Distancia vía terrestre Juliaca mina San Rafael**

### 1.2.2. GEOGRAFÍA

Geográficamente la unidad minera de Acumulación Quenamari - San Rafael se emplaza entre el flanco Suroccidental de la Cordillera Oriental hacia el Norte y las estribaciones occidentales de la misma hacia el sur, las cuales bordean y delimitan la prolongación más septentrional de la Meseta del Collao (Depresión de Antauta - Crucero).

En este sector la 2 Cordillera Oriental, cuyo eje actúa como divisoria de aguas de las cuencas hidrográficas del Titicaca al sur y la del río Amazonas al norte, exhibe una topografía muy accidentada y agreste donde destaca el nevado de San Francisco de Quenamari que alcanza una cota de 5 294 msnm, en contraste al altiplano que es una zona relativamente menos accidentada conformada por peniplanicies disectadas por valles profundos con cerros bajos conformando una superficie heterogénea.

### 1.2.3. CLIMA

El clima en la zona, por hallarse sobre los 4 500 msnm, prevalece el frío intenso durante todo el año, con fuertes variaciones de temperatura, aunque la temperatura media anual es de 7° a 8°C, con una precipitación pluvial media anual de 730 mm., la humedad relativa es de 45% como en toda zona alto andina hay dos estaciones bien definidas; una con precipitaciones abundantes en forma de lluvia, granizo y nieve que dura desde el mes de noviembre hasta el mes de abril y la otra estación es marcadamente seca y comprende desde el mes de mayo a octubre, esta es la época durante la cual se producen las más bajas temperaturas sobre todo en los meses de junio y julio, aunque también en contraste se producen las mayores insolaciones, durante los meses de agosto y setiembre, se producen fuertes vientos especialmente en las tardes.

### 1.2.4. GEOMORFOLOGÍA

En la región abunda una gruesa secuencia marina del Paleozoico Inferior como lutitas, areniscas y cuarcitas de la formación Sandia de edad Ordoviciano Superior y lutitas intercaladas con cuarcitas del grupo Ananea del Devónico-Silúrico que han sufrido los efectos de la tectónica compresiva herciniana temprana. Rocas del Paleozoico Superior han sufrido efectos de la tectónica herciniana final, representada por areniscas y lutitas del grupo Ambo de edad Missisipiana; lutitas y calizas del grupo Tarma, de edad

Pensilvaniana y calizas del grupo Copocabana de edad Pérmico Inferior. El tectonismo anterior fue seguido por un levantamiento continental, que dio origen a los levantamientos continentales y volcanismo del grupo Mitu de edad Pérmico Medio - Superior sobre los cuales se depositaron secuencias calcáreas, arenosas y lutíticas del Mesozoico.

Las filitas, pizarras y cuarcitas de la formación Sandia (Ordovícico Superior) están frecuentemente plegadas y falladas, siendo más abundantes las pizarras. Estos sedimentos son intruidos por cuerpos botolíticos de edad triásica y por Stock terciarios de composición granítica principalmente, habiendo dos stock, uno en la Mina San Rafael denominado San Bartolomé de Quenamari y otro en la Mina Carabaya, en el nevado San Francisco de Quenamari.

La mineralización del distrito minero San Rafael es de origen hidrotermal y está en vetas del tipo relleno de fracturas y de reemplazamiento, en bolsones en el intrusivo principalmente.

Los afloramientos de las vetas corresponden a fallas pre-minerales, que tienen rumbos promedios N 10° - 60° W y buzamientos entre 40° - 75° NE.

### 1.2.5. GEOLOGÍA

La geología ha sido estudiada por Laubacher (1978) y Kontak (1984). En la región abunda una gruesa secuencia marina del Paleozoico Inferior, como las lutitas de la formación San José, de edad Ordoviciano Medio; las lutitas, areniscas y cuarcitas de la formación Sandia, de edad Ordoviciano Superior, y las lutitas intercaladas con cuarcitas del grupo Ananea, del Devónico Silúrico, que han sufrido los efectos de la tectónica comprensiva herciniana temprana.

Rocas del Paleozoico Superior han sufrido los efectos de la tectónica herciniana final, representada por areniscas y lutitas del grupo Ambo, de edad Missisipiana; lutitas y calizas del grupo Tarma, de edad Pensilvaniana, y calizas del grupo Copocabana, de edad Pérmico Inferior.

El tectonismo anterior fue seguido por un levantamiento continental que dio origen a los sedimentos continentales y volcanismo del grupo Mitu, de edad Pérmico

Medio a Superior, sobre los cuales se depositaron secuencias calcáreas, arenosas y lutíticas del Cretáceo.

### **1.3. DESCRIPCIÓN GENERAL MINA “SAN RAFAEL”**

#### **1.3.1. OPERACIONES**

Durante el año 2012, se extrajeron de la mina 945 319 toneladas métricas secas de mineral con una ley de 3,03% de estaño, a diferencia de las 900 866 toneladas métricas secas con una ley de 3,53 % de estaño obtenidas el año 2011.

Por su parte, la Planta Concentradora trató 903 447 toneladas métricas secas de mineral con una ley de 3,26% de estaño (916 888 toneladas métricas secas de mineral con una ley de 3,53% de estaño en el año 2011). Asimismo, se obtuvo una ley promedio de concentrado de estaño de 59,79% (62,29% en el año 2011). La recuperación total de estaño en los concentrados, alcanzó el 88,71% (89,56% en el año 2011).

##### **1.3.1.1. EXPLORACIÓN, DESARROLLO Y PREPARACIONES**

Durante el año 2011, se ejecutó el programa de exploración y desarrollo, a través de laboreo minero y perforación diamantina obteniéndose los siguientes resultados:

- 27 367,70 metros de avance en laboreo minero horizontal y vertical (21 234,60 metros en el año 2011) de los cuales 3 447,30 metros fueron en exploración (3 074,90 metros en el año 2011) y 23 920,40 metros en preparación (18 159,70 metros en el año 2011).
- 7 107,71 metros de perforación diamantina de diversos diámetros para exploraciones, (4 437,35 metros en el año 2011). No se realizaron perforaciones diamantinas en superficie.
- Para la Planta de Relleno se perforaron 769,00 metros de taladros piloto con el equipo Raise-Borer (1 145,00 metros en el año 2011), para la conducción de la pasta respectiva.

En los avances programados por exploración en las vetas San Rafael Techo Nv 3 850 N y S, Jorge Nv 4 450, Kimberly Nv 3650, se cubicaron 388 275 TM de minerales de estaño con una ley promedio de 4.11%.

### 1.3.1.2. RESERVAS DE MINERAL

Durante el año se ha realizado la revisión de los recursos y reservas de mineral de estaño con el objeto de conocer y registrarlos oficialmente.

El balance de los recursos de mineral de estaño al 31 de diciembre de 2012 es el siguiente:

**Tabla 1: Balance de recursos U.M. San Rafael**

Categoría de Recursos Minerales	Tonelaje (TMS)	Ley de Estaño (% de Estaño)	Estaño (TMF)
Medidos	1 899 800	4,35	82 683
Indicados	1 881 172	3,80	71 399
<b>Medidos + Indicados</b>	<b>3 780 971</b>	<b>4,08</b>	<b>154 082</b>
Inferidos	1 142 403	3,14	35 927

**FUENTE:** Área de planeamiento Mina – U.M. San Rafael MINSUR S.A. 2012

La clasificación general por categoría de las reservas de mineral de estaño al 31 de diciembre de 2012 se muestra en el siguiente cuadro:

**Tabla 2: Cuadro de categorías de reservas**

Categoría de Mineral	Tonelaje (TMS)	Ley de Estaño (% de Estaño)	Estaño (TMF)
<b>Probadas</b>	1 425 263	2,9	41 296
<b>Probables</b>	1 702 838	2,3	39 213
<b>Probado + Probable</b>	<b>3 128 101</b>	<b>2,57</b>	<b>80 509</b>

**FUENTE:** Área de planeamiento Mina – U.M. San Rafael MINSUR S.A. 2012

### 1.3.1.3. PLANTA CONCENTRADORA

El balance metalúrgico de la producción de estaño mostrado en la tabla 3 resume los aspectos más importantes de la operación de la Planta Concentradora durante los años 2012 y 2011. Puede apreciarse que, debido a un menor volumen de tratamiento generado

por una medida cautelar dictada por Osinergmin en julio de 2010 que paralizó la operación del dique de relaves Bofedal III hasta mayo de 2011 y al registrarse una baja en la ley de cabeza (12,19% menor al 2010), se obtuvo una menor cantidad de concentrados (13,60% menos que en el año 2010). Por este efecto, se redujo en 14,23% el tonelaje de estaño fino contenido en los concentrados respecto al año 2010.

**Tabla 3: Balance Metalúrgico U.M. San Rafael**

Descripción	Tonelaje (TMS)		Estaño Fino (TMS)		Ley de Estaño (% de Estaño)	
	2012	2011	2012	2011	2012	2011
<b>Mineral Tratado</b>	903 447	916 888	29 427	32 412	3,26	3,53
<b>Concentrado Producido</b>	43 661	46 603	26 105	29 028	59,79	62,29
<b>Relave Producido</b>	859 786	870 285	3 322	3 384	0,39	0,39

**FUENTE:** Área de planeamiento Planta – U.M. San Rafael MINSUR S.A.  
2012

Durante el año 2012, se continuó con la búsqueda de mejoras en el proceso metalúrgico y reducción de los costos de operación.

El promedio del tratamiento diario de minerales de estaño registrado en la Planta alcanzó 2 575 TM/día. Es decir, 47 TM diarias menos que el año 2011, afectado por la paralización del Dique de Relaves Bofedal III para la construcción y operación del tercer recrecimiento, desde el 15 de julio hasta el 31 de diciembre de 2012.

### 1.3.2. SERVICIOS

#### 1.3.2.1. MANTENIMIENTO GENERAL

La Unidad Minera San Rafael MINSUR S.A. cuenta con área de Mantenimiento comprendido en mantenimiento planta y mantenimiento Mina realizando parte de los trabajos de mantenimiento y de otra parte trabajos sub contratados a empresas como COOPSOL y ATLAS COOPCO tanto en planta como en mina respectivamente. En la Mina, la disponibilidad de los equipos de acarreo llegó a 94,96% y la de los equipos de perforación a 94,50%. En la Planta Concentradora, se registró 236,27 horas de parada absoluta para el mantenimiento de equipos, cifra mayor en 6,04% a la registrada en el año 2012 (222,81 horas).



Igualmente, en el período se ejecutaron 30 317 órdenes de trabajo de mantenimiento general, cifra menor en 62,3% a la registrada en 2012 (48 595), donde el 91,84% corresponde a actividades preventivas y el 8,16% a actividades correctivas.

### **1.3.2.2. ENERGÍA ELÉCTRICA**

El suministro de energía eléctrica al complejo minero-metalúrgico de San Rafael, fue a través de la derivación en 138 KV San Gabán-San Rafael-Azángaro y de la línea primaria en 22,9 KV de propiedad de Electro Puno.

La energía eléctrica total absorbida por la Unidad fue de 131 899 617 Kw-horas (123 851 510 Kw-horas en el año 2012), de los cuales EGE San Gabán suministró 130 225 671 Kw-horas (98,73%), autogeneramos 1 295 282 Kw-horas (0,98%) y Electro Puno 378 664 Kw-horas (0,29%). La máxima demanda de este año fue de 18 420 Kw y se registró el 26 de octubre a las 02:30 Hrs (La máxima demanda del 2012 fue 16 440 Kw-horas).

El ahorro en la facturación de energía por el empleo de nuestros grupos electrógenos fue de US\$ 162 600.

### **1.3.3. PROYECTOS**

#### **1.3.3.1. ENSANCHE Y RECRECIMIENTO DEL DIQUE BOFEDAL III**

Desde su inicio, la presa del depósito de relaves Bofedal 3 en la unidad San Rafael fue recrecida en dos oportunidades con el método de recrecimiento aguas arriba. Con el objetivo de poder recrecer la presa en Abril 2012, se decidió variar el método de disposición de relaves por el método de línea central, lo cual implicaba realizar el ensanchamiento en la presa para contener en su línea central las siguientes crestas de recrecimiento.

Así durante el año 2012 y luego de autorizarse por las autoridades competentes el recrecimiento, se llevó a cabo exitosamente el primer ensanche, así como, el primer recrecimiento en una altura de 5 metros, el que se construyó con aproximadamente 200 000 m<sup>3</sup> de material proveniente de los botaderos de desmonte de mina, conforme a la autorización expedida por el Ministerio de Energía y Minas. El trabajo fue realizado por la empresa AESA Construcciones S.A. y la supervisión y control de calidad estuvo a



cargo de la consultora internacional KnightPiesold. El presupuesto de este proyecto ascendió a 6,3 millones de dólares.

### **1.3.3.2. PROYECTO RECUPERACIÓN DE RELAVES BOFEDAL II**

De acuerdo a muestreos de campo, estudios y pruebas metalúrgicas realizados en 2010 se determinó la posibilidad de reprocesar los relaves contenidos en la presa denominada Bofedal II, que antiguamente se utilizó en la Unidad San Rafael.

Se estima que la cantidad de relave en el Bofedal II disponible para ser reprocesado ascendería a 5,4 millones de metros cúbicos o un equivalente de 7,7 millones de toneladas. Conforme a ello, se viene trabajando en el desarrollo de una planta de procesamiento del relave con una capacidad aproximada de 4 000 toneladas por día.

Durante 2012 se realizó el estudio de pre-factibilidad, se evaluaron las opciones para las áreas de la presa de relaves y la nueva planta concentradora. Se iniciaron los estudios de Impacto Ambiental y los conducentes a la obtención de los certificados CIRA. Asimismo se iniciaron las pruebas para identificar y confirmar el diagrama de flujo de la planta de beneficio y las características del material a lo largo del circuito. Los estudios de factibilidad y de ingeniería básica se desarrollarán en el año 2013.

## **1.4. SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE**

**MINSUR S.A.** Se dedica a desarrollar actividades de exploración, explotación y beneficio de minerales e implementa y mantiene su Sistema Integrado de Gestión de riesgos de Seguridad, Salud y Medio Ambiente. Así mismo es consciente de su responsabilidad social, por lo que tiene como eje principal de sus actividades a sus trabajadores y a las comunidades del entorno de sus operaciones, cuenta con una política de Seguridad, Salud y Medio ambiente y se fundamenta en los siguientes principios:

- Cumplir con las normas legales aplicables y con otras exigencias que la organización suscriba, en relación a la Seguridad, Salud y al Medio Ambiente.
- Prevenir y/o mitigar los impactos ambientales negativos que se presenten en el desarrollo de sus actividades.
- Mantener un ambiente de trabajo seguro; saludable que prevenga las lesiones y enfermedades ocupacionales a través del uso adecuado de las herramientas de Gestión de Seguridad, Salud y Medio Ambiente.

- Asegurar la plena participación de los trabajadores y de sus representantes en el desarrollo del Sistema de Seguridad, Salud y Medio Ambiente de MINSUR S.A.
- Promover la mejora continua, optimizando la gestión de riesgos vía la implementación de objetivos destinados a elevar el nivel de desempeño de la organización.
- Ejecutar programas de sensibilización y capacitación del personal, de acuerdo a las necesidades de formación relacionada a los aspectos ambientales significativos, riesgos intolerables y el Sistema de Gestión de Seguridad, Salud y Medio Ambiente.
- Desarrollar un manejo responsable y sostenido de los recursos naturales, velando por la Seguridad, la prevención del medio ambiente manteniendo las relaciones armoniosas con el entorno social a través de un desarrollo sostenible.

Esta política es distribuida a todo el personal, proveedores, empresas especializadas y está a disposición del público que la requiera.

#### **1.4.1. GESTION DE SEGURIDAD U.M. SAN RAFAEL**

En cumplimiento al Título III Capítulo II y artículos 58 y 59 del Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería D.S. N° 055-2010- EM, en la Nueva Acumulación Quenamari San Rafael Minsur S.A. se elabora anualmente Programa Anual de Seguridad, Medio Ambiente. El programa es diseñado teniendo en cuenta el mantenimiento y la mejora continua del Sistema de Gestión “Seguridad, Medio Ambiente y Salud Ocupacional SAN RAFAEL”, que comprende : Seguridad, Medio Ambiente, y Salud Ocupacional teniendo como complemento a este programa las normas internacionales ISO 14001:2004, OHSAS 18001:2007 y elementos del libro azul y rojo del DUPONT, lo cual permite su fácil aplicación, evaluación, seguimiento, permitiendo introducir cambios que sean necesarios para mejorar el desempeño de la gestión integral de SSMA

##### **1.4.1.1. SEGURIDAD, SALUD OCUPACIONAL Y MEDIO AMBIENTE**

El Sistema de MINSUR S.A tiene como modelo el concepto de la Mejora Continua, lo cual provee elementos sólidos para lograr este objetivo

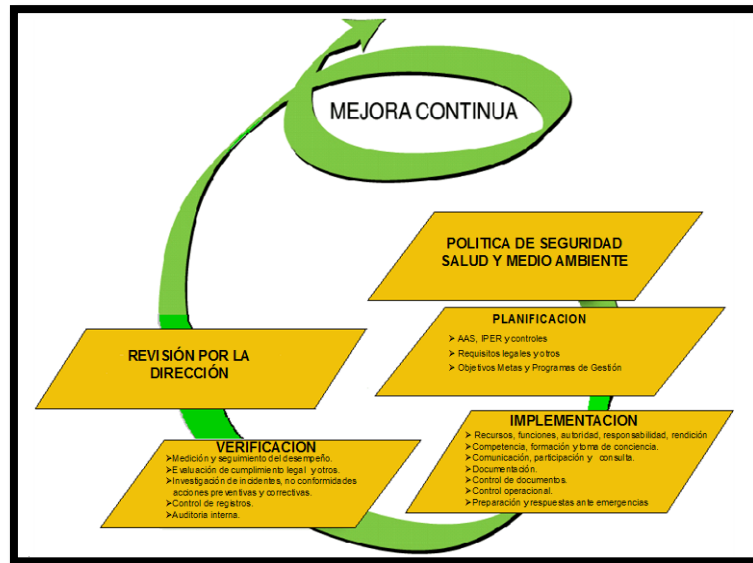


Figura 3: Gestión de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente

1.4.1.1.1. IPERC

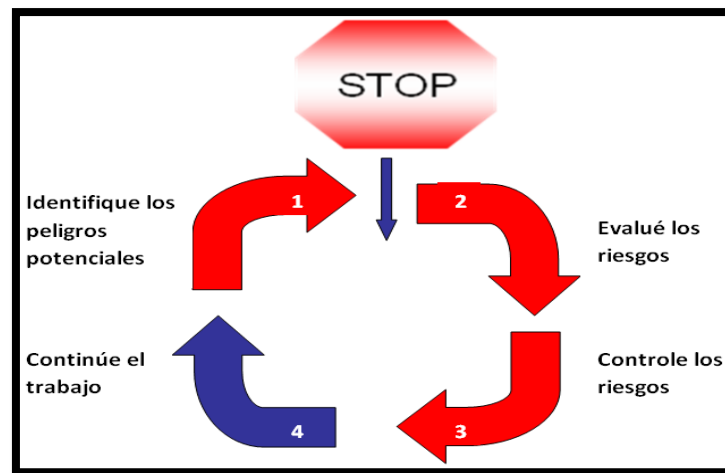


Figura 4: Identificación de peligros, evaluación y control de riesgos

El IPERC es una herramienta de gestión que sirve para establecer e implementar el proceso de gerenciamiento del riesgo, involucrando identificación, análisis, evaluación, tratamiento y monitoreo continuo de los riesgos.

Permite hacer un estudio completo de todos los peligros que existen, es decir, se identifica el espectro de los peligros existentes en la operación y este se logra a través de:

- Investigación de accidentes.
- Estadística de accidentes.

- Inspecciones.
- Discusiones / entrevistas.
- Análisis de trabajos seguros.
- Auditorías.
- Lista de verificación (check list).
- Observación de tareas.
- Reportes de peligro-riesgo.

Existen tres tipos de IPER:

**IPER de línea de base**, establece el nivel en donde se encuentra la organización en términos de evaluación de riesgos, establece si todos los peligros están identificados.

**IPER específico**, está asociado con el manejo del cambio, modificaciones, con gente, métodos de trabajo, condiciones, equipos y maquinaria cambiando/modificándose todo el tiempo.

**IPER continuo**, es una forma de trabajo que permite una continua identificación de peligros y evaluación de riesgos como parte de nuestra rutina diaria.

Se lleva a cabo la retroalimentación, actualizando el perfil de riesgos y así lograr disminuir la probabilidad de ocurrencias y/o recurrencia de accidentes.

#### 1.4.1.1.2. *CONTROL DE RIESGOS CRITICOS.*

El riesgo es la medida de la probabilidad, severidad y frecuencia del daño a la gente, propiedad, procesos y medio ambiente.

La fase de la evaluación de riesgos toma toda la información obtenida y determina el riesgo asociado con los peligros. Esto es necesario para así poder determinar cómo responde a los peligros y los riesgos. Los líderes de área deben de:

- Evaluar toda la información registrada.
- Requisitos legales.
- Decidir en la clasificación de los puntos para priorizar los ítems identificados.
- Justificar tasas de probabilidad (TP)
- Justificar tasas de severidad (TS)

- Determinar el potencial de crecimiento (PC)
- Determinar el rango de la evaluación final del riesgo (riesgo residual)
- Ubicar las tasas en la matriz de prioridad del riesgo.

Controles:

- Política de SSMA
- Estándares operacionales y generales.
- PETS
- Instrucciones de trabajo
- PETAR
- Inspecciones – pre uso.
- Mantenimiento preventivo.
- Inspecciones.
- Monitoreo médico.
- Equipo electrónico de monitoreo.
- IPER.
- Reporte de acto y condición sub estándar( RACs)

Los controles son herramientas de gestión preventivas, no son para aplicar sanciones a los trabajadores, son para corregir desviaciones, salvo que este signifique una falta flagrante.

Las diferentes áreas tienen publicado en los franelógrafos, vitrinas, la siguiente información:

a.- Mapa de los riesgos críticos del área de trabajo.

b.- Áreas críticas identificadas durante el mes o actividades proyectadas que hayan sido identificadas como:

- Política de Seguridad, Medio Ambiente Y Salud Ocupacional.
- Los resultados de las inspecciones mensuales de seguridad, salud y medio ambiente.
- La cuantificación diaria - semanal y mensual del IPER continuo.
- La cuantificación diaria – semanal - mensual de los reportes peligro – riesgo.
- Performance mensual de seguridad

El objetivo de los reportes de acto y condición sub estándar, el IPER continuo y los demás controles establecidos como herramientas de control en el “Seguridad, Medio Ambiente y Salud Ocupacional SAN RAFAEL” es prevenir en el origen antes “DE” y no después “DE” ocurrido el evento.

#### 1.4.1.1.3. *ANALISIS DE TRABAJO SEGURO (ATS):*

Es una herramienta de gestión de seguridad y salud ocupacional que permite determinar el procedimiento de trabajo seguro, mediante la determinación de los riesgos potenciales y definición de sus controles para la realización de las tareas.

#### 1.4.1.1.4. *ESTANDARES, PROCEDIMIENTOS E INSTRUCCIONES*

El Seguridad, Medio Ambiente Y Salud Ocupacional SAN RAFAEL, cuenta con estándares generales, operativos, procedimientos escritos de trabajo seguro (PETS) e instrucciones de trabajo, los que permitirán al personal ejecutar trabajos de una manera segura, los superintendentes y jefes de departamentos procederán a la revisión una vez al año y esporádicamente elaborarán estándares, PETS e instrucciones de trabajo para las actividades nuevas.

#### 1.4.1.1.5. *PERMISO ESCRITO DE TRABAJO DE ALTO RIESGO “PETAR”*

Cuando se desarrollen actividades atípicas se considerarán trabajos de alto riesgo, el personal antes de ejecutar un trabajo de esta naturaleza contara previamente con un Permiso Escrito de Trabajo de Alto Riesgo (PETAR).

El PETAR, es una herramienta de gestión preventiva para la ejecución de trabajos atípicos, se tiene implementado un formulario que se llenará in situ, participará el responsable del área de trabajo, el inspector de seguridad y los trabajadores a ejecutar el trabajo, en donde analizarán los peligros y riesgos a los que estarán expuestos los trabajadores y procederán a describir la secuencia del trabajo, el cual se realizara con supervisión directa, el tiempo de vigencia es por ocho (8) horas de trabajo. Se adjunta modelo del formulario del PETAR.

#### 1.4.1.1.6. *INSPECCIONES DE SEGURIDAD*

Las inspecciones, constituyen un procedimiento eficaz para identificar los peligros y minimizar y/o controlar los riesgos potenciales existentes, antes que ocurran

incidentes y/o accidentes con fatalidades, lesiones a personas o daños a los equipos, instalaciones y al medio ambiente. Los responsables de las diferentes áreas y los integrantes del Dpto. de Seguridad y Medio Ambiente, inspeccionaran las áreas de operación: mina, planta concentradora, talleres de mantenimiento, subestaciones eléctricas, laboratorio, tanques de almacenamiento de hidrocarburos, cancha de relaves etc., así como los ambientes de trabajo y coordinarán acciones correctivas con las Jefaturas correspondientes, para eliminar cualquier condición sub estándar que se presente al inicio y durante el desarrollo de las operaciones. Las inspecciones se realizaran de acuerdo al establecido en RSSOM D.S. 055-2010- EM.

- A. Inspecciones Diarias. Estas inspecciones son realizadas por el líder de la labor, antes de iniciar sus tareas sea para personal de compañía, empresas contratistas mineras o empresas especializadas para lo cual utilizará el formato del IPER continuo. Los responsables de área realizaran las inspecciones de las labores de alto riesgo.
- B. Inspecciones Semanales. Estas inspecciones son las que realiza semanalmente las diferentes áreas.
- C. Inspecciones Mensuales. Los superintendentes y jefes de departamento realizarán inspecciones mensuales, planeados para las diferentes áreas. Para las observaciones que se encuentren durante las inspecciones en las áreas de trabajo de compañía o empresas especializadas, se determinará la acción correctiva y fecha de cumplimiento, haciéndose a fin de mes el seguimiento de conformidad
- D. Inspecciones Bimensuales. Son inspecciones realizadas por la administración.
- E. Inspecciones Trimestrales. Son inspecciones realizados por la administración superior, en el caso de la mina San Rafael lo constituye la gerencia de operaciones, los que serán anotados en el libro de seguridad y salud ocupacional.
- F. Inspecciones Semestrales. Son inspecciones realizadas por el área de mantenimiento para las subestaciones y línea de transmisión de 60kv Azángaro San Rafael.
- G. Inspecciones Inopinadas. El comité central de seguridad, salud y medio ambiente realizara inspecciones mensuales





**Figura 5: Inspección mensual de Seguridad Comité Central**

- H. Índice de Acto Seguro (IAS). Esta herramienta fue implementada en el sistema de gestión de SSMA para efectuar el grado de integración del trabajador con su trabajo a través de los actos y condiciones que se presenten en su área de trabajo. Formato.

• **IAS = 100 – Índice de Actos Inseguros (IAI)**

$$IAI = \frac{\text{Suma de } [(A11 \times FS1) + (A12 \times FS2) + \dots + (A1n \times FSn)]}{\text{No. de Personas Observadas}} \times 100$$

IAI = Índice de Actos Inseguros  
 AI = Acto Inseguro  
 FS = Factor de Severidad

*Una misma persona puede cometer uno ó más actos inseguros en la misma evaluación que se realiza, por lo que deberá considerarse para efecto del cálculo.*

**Figura 6: Cálculo IAS**

**FUENTE:** Workshop #6 Dupont desarrollado UM San Rafael MINSUR S.A.



#### 1.4.1.1.7. *DE LOS COMITES DE SEGURIDAD*

El Comité Central de Seguridad, Salud y Medio Ambiente es el responsable de hacer cumplir La Política de Seguridad, Salud y Medio Ambiente de MINSUR S.A., asimismo es el encargado de evaluar y aprobar las actividades del Programa de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente.

Sus funciones estarán en concordancia a lo establecido en los artículos 52 y 53 del Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería aprobado con el D.S. 055–2010–EM, y el D.S 009-2005-TR y 007-2007 TR, el cual será partidario y estará constituido por los siguientes:

- Gerente de operaciones
- Gerente del Programa de Seguridad y Salud Ocupacional.
- Médico del Programa de Salud Ocupacional.
- Superintendente de Mina
- Superintendente de Planta
- Superintendente de Mantenimiento
- Representante de los trabajadores Mina
- Representante de los trabajadores Planta
- Representante de los trabajadores Mantenimiento
- Representante de los trabajadores Superficie
- Representante de los trabajadores Empresas Contratistas

El Comité Central funcionara en cascada, con el objetivo de garantizar la comunicación efectiva y la participación activa entre todos los niveles de la organización. Las reuniones mensuales ordinarias del Comité Central de Seguridad, Salud y Medio Ambiente de Minsur S. A. Mina. San Rafael –MINSUR S.A., se realizarán el primer o segundo jueves de cada mes y las extraordinarias cuando las circunstancias lo ameriten.

#### **1.4.2. GESTION AMBIENTAL U.M. SAN RAFAEL MINSUR S.A.**

Las actividades del programa de gestión ambiental están fundamentadas en sus instrumentos de gestión ambiental como son el PAMA (Programa de Adecuación Medio Ambiental), y EIAs (Estudio de Impacto Ambiental), los cuales se detallan a continuación:

- PAMA, aprobado mediante Resolución Directoral N° 016-97-EM/DGM, el mismo que tuvo como objetivo del programa de monitoreo” Medir los niveles de contaminantes contenidos en los efluentes para que su disposición este de acuerdo o se adecue a lo permitido por ley, cumplimiento con ciertos parámetros de permisibilidad”.
- Compromisos ambientales asumidos en el EIA Ampliación de planta de estaño a 1 500 TM/día.
- Compromisos ambientales asumidos en el Estudio de Impacto Ambiental Ampliación la Capacidad de Producción 1 500 TM/D a 2 700 TM/D Concentradora con Informe N°207-98-EM-DGM con fecha de aprobación 15 de mayo de 1998.
- Estudio de Impacto Ambiental Bofedal III aprobado con Resolución Directoral N°203-2001-EM/DGAA con fecha de 07 de junio del 2001. y sus modificatorias mediante resolución directoral N°353-2009-MEM y R.D. N°087-2010-MEM.
- Compromisos ambientales del EIA del proyecto derivación 138 Kv San Gabán – San Rafael y subestación 138/10 Kv San Rafael

### **1.4.3. PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL**

#### **1.4.3.1. MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA**

##### **1.4.3.1.1. ESTACIONES DE MONITOREO DE AGUA**

Las estaciones de monitoreo de agua se ubican y describen seguidamente (Ver tablas 4 al 8).

**Tabla 4: Estaciones de Monitoreo de aguas –Zona Industrial**

Punto Estación	Coordenadas UTM ( PSAD -56)			Descripción Ubicación
	Norte	Este	Altitud	
Agua de mina	8426645	357770	4 533	Nivel 533 agua de bombeo de las labores en operación interior mina.
Agua entrada planta concentradora	8426590	357740	4 520	Agua utilizada en las operaciones y procesos en la Planta Concentradora ubicada en el nivel 533, zona Jigs.
Agua salida planta concentradora	8426510	357780	4 509	Relave general después de las operaciones y procesos de tratamiento en la Planta Concentradora ubicada en el canal de concreto.
Agua después de la cancha de relave +100m.	8423955	357750	4 389	Agua clarificada del relave ubicado a +100 m. del Bofedal III. Modificado 07/07/2000
Riachuelo - 100m. antes de la intersección del río Antauta	8421773	359647	4 190	Agua clarificada –100 m. antes de la intersección con el río Antauta.
Río Antauta - 150m. antes de la intersección con riachuelo	8421480	359572	4 169	Río Antauta –150m. Antes de intersección con el riachuelo de la Unidad San Rafael.
Río Antauta +100m. después de la intersección con riachuelo	8421374	359706	4 164	Río Antauta +100m. después de la intersección con el riachuelo de Unidad San Rafael

**FUENTE:** Área de Medio Ambiente U.M. San Rafael Minsur S.A.

**Tabla 5: Estaciones de Monitoreo de aguas –Zona Industrial**

Punto	Estación	Coordenadas UTM (WGS-84)			Descripción Ubicación
		Norte	Este	Altitud	
1	Agua de mina	8426280	357545	4 534	Nivel 533 agua de bombeo de las labores en operación interior mina.
2	Agua entrada planta concentradora	8426249	357587	4 523	Agua utilizada en las operaciones y procesos en la Planta Concentradora ubicada en el nivel 533, zona Jigs.
3	Agua salida planta concentradora	8426117	357622	4 498	Relave general después de las operaciones y procesos de tratamiento en la Planta Concentradora ubicada en el canal de concreto.
4	Agua después de la cancha de relave +100m.	8423549	357601	4 395	Agua clarificada del relave ubicado a +100 m. del Bofedal III. Modificado 07/07/2000
5	Riachuelo -100m. antes de la intersección del río Antauta	8421446	359579	4 193	Agua clarificada –100 m. antes de la intersección con el río Antauta.
6	Río Antauta - 150m. antes de la intersección con riachuelo	8421112	359377	4 167	Río Antauta –150m. Antes de intersección con el riachuelo de la Unidad San Rafael.
7	Río Antauta +100m. después de la intersección con riachuelo	8421042	359734	4 168	Río Antauta +100m. después de la intersección con el riachuelo de Unidad San Rafael

**FUENTE:** Área de Medio Ambiente U.M. San Rafael Minsur S.A.



**Figura 7: Muestreo de agua Empresa SGS antes de río Antauta**

**Tabla 6: Estaciones Monitoreo de Agua Residual Doméstica**

Punto	Estación	Coordenadas UTM			Descripción Ubicación
		(PSAD 56)			
		Norte	Este	Altitud	
R-1	Agua residual domestica Cumani	8422472	357489	4 340	Ingreso a las lagunas de oxidación
R-2	Agua residual domestica Cumani	8422313	357364	4 322	+ 100 m después de las lagunas de oxidación Cumani.

**FUENTE:** Área de Medio Ambiente U.M. San Rafael Minsur S.A.

**Tabla 7: Estaciones Monitoreo de Agua Residual Doméstica**

Punto	Estación	Coordenadas UTM			Descripción Ubicación
		(WGS-84)			
		Norte	Este	Altitud	
R-1	Agua residual domestica Cumani	8422472	357489	4 340	Ingreso a las lagunas de oxidación
R-2	Agua residual domestica Cumani	8422313	357364	4 322	+ 100 m después de las lagunas de oxidación Cumani.

**FUENTE:** Área de Medio Ambiente U.M. San Rafael Minsur S.A.

**Tabla 8: Estaciones Monitoreo de Agua de Consumo**

Punto	Nombre de la Estación	Coordenadas UTM			Descripción Ubicación
		(PSAD-56)			
		Norte	Este	Altitud	
C-1	Agua Consumo Hotel de Empleados	8426028	357568	4 488	Cocina del hotel de empleados
C-2	Agua Consumo Campamento Cumani	8423005	357498	4 382	Reservorio de tratamiento de agua - salida

**FUENTE:** Área de Medio Ambiente U.M. San Rafael Minsur S.A.

1.4.3.1.2. *FRECUENCIA MONITOREO DE AGUA*

Se tiene establecido una frecuencia semanal para ser analizada por parte del laboratorio interno de Minsur y en forma mensual por un laboratorio externo.

**Tabla 9: Frecuencia de Monitoreo**

<b>Descripción</b>	<b>Frecuencia de Monitoreo – Laboratorio Minsur</b>	<b>Frecuencia de Monitoreo – Laboratorio Externo</b>
Punto 1	Semanal	Mensual
Punto 2	Semanal	Mensual
Punto 3	Semanal	Mensual
Punto 4	Semanal	Mensual
Punto 5	Semanal	Mensual
Punto 6	Semanal	Mensual
Punto 7	Semanal	Mensual

**FUENTE:** Área de Medio Ambiente U.M. San Rafael Minsur S.A.

NOTA: En forma diaria se desarrolla el control del PH, TSS, concentración de Fe, Cu, Pb, Zn y Mn, en el punto del efluente (Punto 4).

**Tabla 10: Frecuencia de Monitoreo**

<b>Descripción</b>	<b>Frecuencia de Monitoreo – Laboratorio Minsur</b>	<b>Frecuencia de Monitoreo – Laboratorio Externo</b>
R-1	Semanal	Mensual
R-2	Semanal	Mensual

**FUENTE:** Área de Medio Ambiente U.M. San Rafael Minsur S.A.

**Tabla 11: Frecuencia de Monitoreo**

<b>Descripción</b>	<b>Frecuencia de Monitoreo – Laboratorio Minsur</b>	<b>Frecuencia de Monitoreo – Laboratorio Externo</b>
C-1	Semanal	Mensual
C-2	Semanal	Mensual

**FUENTE:** Área de Medio Ambiente U.M. San Rafael Minsur S.A.

### 1.4.3.2. MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE

El principal impacto sobre la calidad del aire en Minsur S. A.- Mina San Rafael es causado por partículas suspendidas producto del tránsito de las unidades vehiculares, el movimiento de maquinaria, y del proceso de chancado. El resultado obtenido de la medición de los parámetros anteriores serán comparados con el ECA de calidad de aire D.S. N°074-2001 PCM Como parte del control de la calidad de aire también se realizan monitoreos mensuales de CO (monóxido de carbono) NOx (gases nitrosos), en las labores en interior mina.

#### 1.4.3.2.1. ESTACIONES DE MONITOREO DE AIRE

Las estaciones de monitoreo de calidad de aire se describen en la tabla 12

**Tabla 12: Estaciones de Monitoreo de Calidad de Aire**

Punto	Estación	Nivel del Mar	Coordenadas UTM (PSAD-56)		Descripción de la Estación
			Norte	Este	
E-01	Campamento Cumani	4 352	8 422 688	357 658	Se encuentra ubicado en el área de campamento Cumani en el parque frente al colegio de Cumani.
E-02	Ex Depósito de relaves	4 517	8 425 945	357 763	Se ubica entre en la ex cancha de relaves 2 denominada Bofedal 2 y la zona industrial.
E-03	Nivel 4815	4 815	8 427 194	357 347	Se ubica en el nivel 4815 sobre un nivel adyacente a la zona industrial y en el ingreso a interior mina nivel 4 820.

**FUENTE:** Área de Medio Ambiente U.M. San Rafael Minsur S.A.

**Tabla 13: Estaciones de Monitoreo de Calidad de Aire**

Punto	Estación	Coordenadas UTM (WGS-84)			Descripción de la Estación
		Nivel del Mar	Norte	Este	
E-01	Campamento o Cumani	4 352	8 422 688	357 658	Se encuentra ubicado en el área de campamento Cumani en el parque frente al colegio de Cumani.
E-02	Ex Depósito de relaves	4 517	8 425 945	357 763	Se ubica entre en la ex cancha de relaves 2 denominada Bofedal 2 y la zona industrial.
E-03	Nivel 4 815	4 815	8 427 194	357 347	Se ubica en el nivel 4 815 sobre un nivel adyacente a la zona industrial y en el ingreso a interior mina nivel 4 820.

**FUENTE:** Área de Medio Ambiente U.M. San Rafael Minsur S.A.



**Figura 8:** Punto 4 815 monitoreo de aire

#### 1.4.3.2.2. FRECUENCIA DE MONITOREO DE AIRE

Se tiene establecido una frecuencia trimestral tal como lo menciona el informe N°1294-2009-MEM/AAM. Mensualmente se realiza el monitoreo de la emisión de los gases (CO y aldehídos) producto de la combustión de las unidades vehiculares y los equipos pesados en interior mina.



## CAPITULO II

### 2. OBJETIVOS

#### 2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA EN ESTUDIO

Una empresa Minera la hora de iniciar sus operaciones se plantea la siguiente interrogante ¿Cómo mantener la producción continua en planta concentradora? la empresa Minsur S.A. en su Unidad Minera de San Rafael lo desarrolla identificando equipos críticos a fin de focalizar esfuerzos y recursos mediante el área de Planeamientos planta.

En la actualidad la eficiencia es fundamental en las empresas Mineras debido a:

- Esfuerzos por la optimización de Costos.
- Globalización de Estándares.
- Valoración de la identidad Humana y el medio ambiente.

La Unidad Minera San Rafael cuenta con un área especializada de Planeamiento Planta concentradora encargada de planificar conjuntamente con operaciones Planta y el área de Mantenimiento Planta, con el fin de planificar la producción y mantener la operatividad de equipos en todos los circuitos que consta la Planta Concentradora de la Unidad Minera San Rafael, planificar eficientemente los costos operativos y de inversión OPEX, CAPEX en planta concentradora en fundamental para garantizar la operatividad.

#### 2.2. OBJETIVOS

##### 2.2.1. OBJETIVO GENERAL

El objetivo principal es planificar y controlar los equipos críticos en la planta concentradora U.M. San Rafael para optimizar la productividad y eficiencia para cumplir el tratamiento de 2 900 TMSD de mineral con alta disponibilidad y confiabilidad mecánica.

##### 2.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los equipos críticos en la planta concentradora U.M. San Rafael.

- Desarrollar planes eficaces de control de la producción en la planta concentradora UM San Rafael.
- Desarrollar controles eficaces en equipos críticos en la planta concentradora U.M. San Rafael.
- Implementar planes de inspección predictivo sistemático (Sistema SAP) en equipos críticos en la planta concentradora U.M. San Rafael
- Controlar costos operativos y de inversión generadas en la planta concentradora U.M. San Rafael.

## CAPITULO III

### 3. METODOS PARA LA SOLUCION DE LOS OBJETIVOS

Para la solución de los objetivos planteados es indispensable contar con un amplio conocimiento de las operaciones unitarias de planta concentradora en sus diferentes secciones, conocimiento de las funciones del área de planeamiento en planta concentradora.

#### 3.1. AREA DE PLANEAMIENTO – PLANTA CONCENTRADORA

Entre las principales funciones del área de Planeamiento en planta concentradora se encuentran las siguientes:

- La planeación está centrada en la producción, el trabajo es para limitar, evitar y corregir fallas.
- La planeación centrada en los procesos conociendo las operaciones unitarias de una planta concentradora de estaño.
- Planificar todo mantenimiento a equipos críticos siguiendo un proceso preestablecido y planificado.
- Desarrollar planes y estrategias para lograr elevar la disponibilidad y confiabilidad en los equipos críticos.
- Planificar oportunamente el abastecimiento de componentes y repuestos críticos en los equipos de planta concentradora.
- Planificar y controlar los costos operativos y de mantenimiento en las diferentes áreas de planta concentradora.
- Desarrollar planes eficaces de inspección predictiva en equipos críticos.

#### 3.2. OPERACIONES UNITARIAS U.M. SAN RAFAEL MINSUR S.A.

La Planta Concentradora de la Mina San Rafael, trata minerales de casiterita ( $\text{SnO}_2$ ) produciendo 2 tipos de concentrados, utilizando el método de concentración Gravimétrico (jigs + espirales + mesas) con una flotación inversa para la eliminación de contaminantes y por Flotación directa de la casiterita, previa limpieza de contaminantes por flotación.

Luego de la última ampliación de 2 700 TMSD aprobado mediante Resolución N° 112-2000-EM/DC; la Planta Concentradora optimizó sus procesos, llegando a procesar 2 900 TMSD sin la necesidad de incrementar nuevos equipos y en algunos casos dejando de operar algunos de ellos.

Para tratar 2 900 TMSD de minerales de estaño con una ley de cabeza promedio de 2,65 % Sn y obtener concentrados del orden del 59,29 % en calidad, con una recuperación de 86,94 %; se requiere de un consumo de agua tratada de 14,37 M<sup>3</sup>/TMS, considerando la infraestructura actual de la Planta Concentradora dividido en 4 secciones, (Ver diagrama de bloques en anexo S).

1. Sección Chancado
2. Sección Molienda y Concentración Gravimétrica
3. Sección Concentración por Flotación y Manejo de Relaves.
4. Tratamiento de los relaves de la Planta Concentradora.

### **3.2.1. SECCIÓN CHANCADO**

El mineral extraído de mina con un tamaño de 100 % -18", es depositado en una cancha de mineral ubicado en superficie, de donde es alimentado a una tolva de gruesos y de esta manera dar inicio a las operaciones de reducción de tamaños en tres etapas: Chancado primario, secundario y terciario, para lo cual, esta sección cuenta con una serie de equipos como trituradoras, zarandas y fajas transportadoras, asegurando una producción de 160 TMSH en el orden de 95% -3/8", el cual es almacenado en las tolvas de finos, (Ver diagrama de flujo Sección chancado anexo T).

### **3.2.2. SECCIÓN MOLIENDA, CONCENTRACIÓN GRAVIMÉTRICA**

Con el producto obtenido de la sección de chancado, la operación de concentración gravimétrica se da en dos jigs GEKKO modelo IPJ 2400, obteniéndose un pre concentrado que tendrá un tratamiento posterior en 4 jigs Bendelari; en tanto que los relaves pasan por dos zarandas vibratorias. El sobre tamaño de las zarandas, se alimentan al molino de barras 9.1/2'x 13' (molienda primaria).

Los finos de estas zarandas (2,0 mm abertura), son clasificados en hidrociclones Cavex 400 y clasificadores helicoidales; los gruesos de dichos clasificadores, alimentan

al molino 9.1/2' x 13' y los finos, pasan por una etapa de concentración en 5 espirales MG 2, obteniéndose un pre concentrado.

La descarga del molino 9.1/2' x 13', alimentan a un grupo de 6 jigs Bendelari, previa clasificación en un clasificador helicoidal, donde se obtiene un pre concentrado; los relaves de estos jigs previa clasificación en clasificadores helicoidales, ingresan a los molinos de bolas 8'x 8' "A" y "B" (molienda secundaria); cuyo producto molido, se alimentarán a 2 zarandas Stack Sizer de alta frecuencia, (Ver Diagrama de Flujo sección molienda y concentración gravimétrica anexo U).

El producto de esta primera clasificación de molienda secundaria (-0,5 mm.), previa clasificación en hidrociclones de 15" Ø, alimenta a una batería de 6 espirales MG-2, donde se obtiene un pre concentrado; los mixtos son enviados al circuito de mesas previa clasificación en la zaranda multideck y los relaves son enviados a la molienda terciaria previa clasificación en hidrociclones 15" Ø y 10" Ø; el U/F, de estos hidrociclones, ingresan a cuatro molinos de bolas 7'x 12', 7'x 8', 5'x 10' y Vertimill. Las descargas de los molinos 7'x 12' y 7'x 8', alimentan a 15 espirales MG 2; la del molino 5'x 10', a 6 espirales MG-2 y la del molino vertical a 10 espirales MG 2 respectivamente; de todos estos espirales, se obtienen pre concentrados que pasan a una etapa de limpieza en otra batería de 7 espirales MG 2, 38 mesas Hollman y 30 mesas vibratorias Deister.

En esta etapa de concentración gravimétrica, no se utilizan reactivos; el elemento principal para la concentración es el agua, (Ver diagrama de flujo sección molienda y concentración Gravimétrica anexo V).

Los pre concentrados de los Jigs Gekkos, luego de una limpieza en 4 Jigs Bendelari; se reducen de tamaño, en una chancadora de rodillos, para luego ingresar a la molienda de pre concentrados en un molino 5' x 6'.

Los pre concentrados de los jigs Bendelari, mesas y espirales son remolidos en un molino 5'x 6', para posteriormente ser clasificados en una zaranda Stack Sizer, donde el producto menor a 0,43 mm, pasa a una flotación inversa en 3 celdas OK-5, con el objeto de eliminar los contaminantes (sulfuros), utilizándose los reactivos Xantato Z-11, Dowfroth 250 y ácido sulfúrico.

El producto de la etapa de la flotación inversa, son llevados a un circuito de limpieza en un Jigs dúplex y dos espirales MG-2, 6 mesas gravimétricas Deister y 5 mesas gravimétricas Hollman, elevando la calidad del concentrado a leyes mayores de 63,00 % Sn.

En esta etapa de limpieza de concentrados, el O/F de los hidrociclones es enviado a un espesador de 70' Ø, para elevar su densidad y ser flotado en el circuito de ultra finos, el cual está compuesto por 3 celdas RCS, 16 celdas 18 SP, una celda columna 1 m. Ø x 10 m y otra de 0,6 m. Ø x 10 m.

El concentrado obtenido de este circuito de ultrafinos, aporta a la producción de concentrados por flotación. Los reactivos utilizados en esta etapa son: Aeropromoter 845 y ácido sulfúrico. Los concentrados gravimétricos son filtrados en un filtro de banda Delkor, cuyo producto contiene humedades entre 5,0 % a 6,0%, para finalmente ser almacenado en sacos big bag de 1 450 Kg. formando lotes de 30,0 toneladas, (Ver diagrama de flujo sección filtrado anexo W).

### 3.2.3. SECCIÓN CONCENTRACIÓN POR FLOTACIÓN

Los relaves clasificados del circuito gravimétrico con un tamaño de 100% -74 micrones, son alimentados a un espesador de 120' Ø, para luego ser deslamados en hidrociclones de 4" Ø, 60 mm Ø y 1 ¾"Ø; el U/F de estos hidrociclones, se alimentan a un banco de 5 celdas DR-300, y 6 celdas DR-180; con la finalidad de flotar los sulfuros; utilizando Xantato Z-11, MIBC y ácido sulfúrico; donde las espumas son enviadas al espesador de 80' Ø (PRELL) como relave final.

El producto no flotado de la etapa de flotación de sulfuros, es el material que contiene la casiterita (SnO<sub>2</sub>), el cual es flotado en los circuitos: Rougher con 10 celdas DR-500, Scavenger con 5 celdas DR-500 y Cleaner con 15 celdas DR-300; donde las espumas de esta última son enviados a los concentradores MGS, obteniéndose así un concentrado final mayor a 40,00 % Sn. Los reactivos para la flotación de la Casiterita son: AP-845 como colector espumante y ácido sulfúrico como regulador de pH hasta lograr el PH óptimo de 5.0, (Ver diagrama de flujo sección flotación anexo X).

Los concentrados obtenidos por flotación se filtran en un filtro prensa Eimco, siendo su contenido de humedad inferior a 9,0%, toda la dosificación de reactivos de la

sección de flotación son reportados en el formato “reporte operacional flotación casiterita”.

Así como los concentrados gravimétricos, los concentrados por flotación son envasados en sacos big bag de 1 450 Kg, formando lotes de 30,0 toneladas para luego ser enviados a la Fundición en Pisco FUNSUR. Las variables a considerar en la sección de flotación varían dependiendo de la funcionalidad de cada equipo y son las siguientes:

- PH, El estaño flota a un PH 5.0
- Flujo de aire (Sopladores)
- RPM en las celdas de flotación
- Flujo de alimentación carga
- Densidad de pulpa (alimento Acond. 8' x 8' A):(1350 a 1500) g/l
- pH en Flotación de Sulfuros: (4.9 a 6.0)
- pH en Flotación Rougher: (5.0 a 5.5)
- pH en Primera Limpieza: (4.0 a 5.0)
- pH en Segunda Limpieza: (4.3 a 5.0)
- pH DR 180 Celda 4 Sulfuros (4.7 a 5.4)
- Densidad alimentación MGS (1300 a 1600) gr/lit
- Densidad acondicionadores 12X12 (1250 a 1500) gr/lit.

VARIABLES DEPENDIENTES DE TONELAJE Y LEY DE CABEZA.

- MIBC (Acondicionador 8' x 8' “A”): (30 a 150) cc/min.
- Xantato Z-11 (Acondicionador 8' x 8' “A”): (200 a 1300) cc/min.
- AP-845 (Acond. 12' x 12' “A”): (500 -1300) cc/min.
- AP-845 (Rougher 1): (500-1200) cc/min.
- AP-845 (Rougher 2): (100-800) cc/min.
- AP-845 (Scavenger): (100 a 700) cc/min.

El área de operaciones planta cuenta con un manual de procedimientos para cada área y equipo de planta concentradora especificando a detalle con el objetivo de estandarizar la correcta operación del circuito de Flotación Sulfuros-Casiterita, para realizar una adecuada recuperación de la parte valiosa (Mineral Casiterita), en la etapa de Flotación, priorizando la seguridad del Personal, proceso y equipos que realizan esta actividad (Ver procedimiento de operación sulfuros casiterita anexo Q)

### 3.2.4. TRATAMIENTO DE LOS RELAVES DE LA PLANTA

La Planta Concentradora de Estaño, luego del proceso de concentración gravimétrica y por flotación de estaño, genera cuatro tipos de relaves:

- Relaves Scavenger.
- Relaves del circuito de flotación primera limpieza.
- Relaves espumas de sulfuros.
- Relaves lamas del circuito de deslamado de los hidrociclones de (4" Ø, 60 mm Ø y 1 3/4" Ø).

PRIMER CASO.- Cuando todo el relave es enviado al Dique de relaves BOFEDAL III; en este caso los relaves Scavenger, relaves primera limpieza y relaves sulfuros; son enviados al muro principal, en tanto el producto fino del circuito de deslamado, son enviados por ambos flancos del dique de relaves y alimentados a 250 m aguas arriba del muro en mención, (Ver diagrama de flujo manejo de relaves anexo Y).

SEGUNDO CASO.- El 88 % de los relaves totales de la Planta Concentradora (relaves Scavenger, relaves primera limpieza, relaves sulfuros y parte de lamas), son enviados a un Espesador de 80' Ø, donde una vez incrementado el porcentaje de sólidos a valores de 60 a 63 % de sólidos, son enviados a la Planta de Relleno en Pasta ubicado en interior Mina, para el relleno de tajeos explotados. En este caso el excedente de lamas (12%), son enviadas en forma permanente hacia el dique de relaves BOFEDAL III para su almacenamiento.

El relave que es enviado al dique de relaves Bofedal III, son tratados previamente con hidróxido de Calcio antes de ingresar a esta, con la finalidad de regular el pH a 10,5 para precipitar el Fe y Mn; de igual manera se utilizan floculantes para sedimentar los sólidos en suspensión y así obtener efluentes de la cancha de relaves por debajo de los límites máximos permisibles establecidos para nuestra actividad. Una fracción del agua luego de su tratamiento en la cancha de relaves, retorna a las operaciones, en tanto que la otra fracción es evacuada aguas abajo, hacia el río de Antauta, es necesario precisar que el monitoreo de los efluentes de nuestra actividad minero metalúrgico se realiza en forma diaria, el cual es confrontada con laboratorios externos.

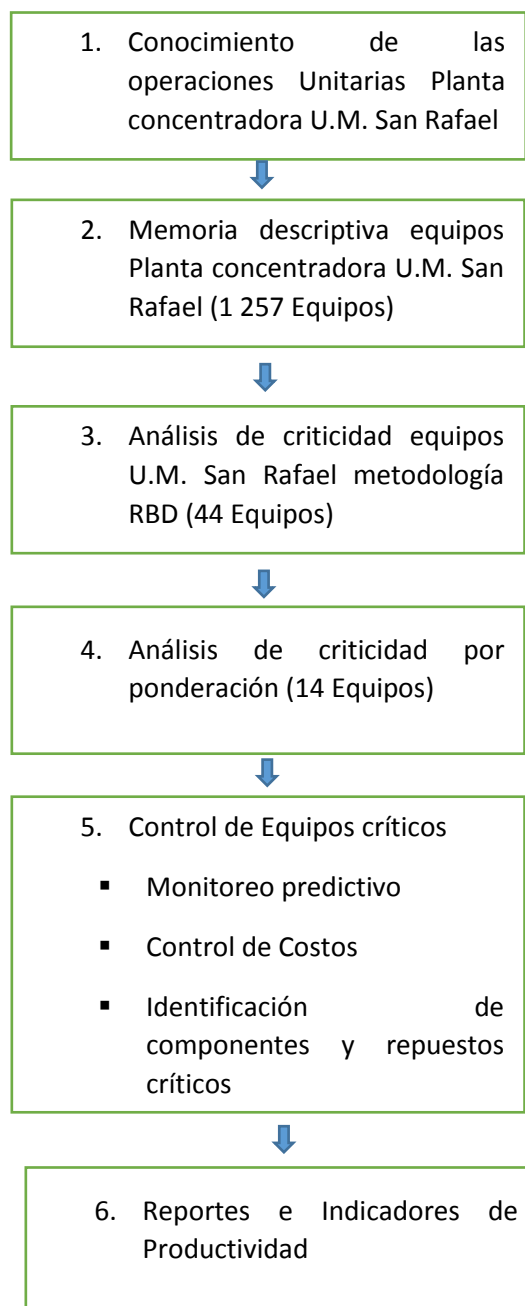


Para las operaciones de la Planta Concentradora, al margen de utilizar una parte del agua recirculada de la relavera BOFEDAL III y una fracción proveniente de interior mina; el mayor porcentaje de agua utilizada, es la recirculada de las operaciones (producto de los O/F's de los espesadores), (Ver diagrama de flujo efluentes anexo Z).

## CAPITULO IV

### 4. SOLUCIONES TEORICAS Y PRÁCTICAS PLANTEADAS

Con el objetivo principal de identificación y Control de equipos críticos y teniendo conocimiento de operaciones unitarias para el manejo de la Planta concentradora Unidad Minera San Rafael MINSUR S.A. Para los objetivos se sigue la siguiente secuencia.



#### **4.1. MEMORIA DESCRIPTIVA EQUIPOS MECÁNICOS PLANTA**

##### **4.1.1. ANTECEDENTES**

La mayoría de equipos mecánicos de la planta concentradora fueron instalados desde el inicio de las operaciones, en el año 2000 se aprobó la ampliación a 2 700 TMSD por lo se instalaron nuevos equipos que vienen operando actualmente.

Durante los últimos años se ha optimizado la operación y eficiencia del equipamiento mecánico para alcanzar un tratamiento de 2 900 TMSD.

##### **4.1.2. MONTAJE DE LOS EQUIPOS PLANTA CONCENTRADORA**

El montaje de los principales equipos de la planta concentradora fue realizado teniendo como base los cálculos de ingeniería correspondiente, tanto en el diseño de las cimentaciones y el diseño de las estructuras metálicas. El equipamiento mecánico actual de la planta concentradora se divide por secciones para cada proceso del mineral teniendo un consolidado de 1 257 equipos detallados en las siguientes secciones y áreas.

**Tabla 14: Equipos planta concentradora**

<b>SECCIONES PLANTA CONCENTRADORA</b>	<b>EQUIPOS</b>
<b>SECCIÓN CHANCADO</b>	<b>44</b>
CHANCADO PRIMARIO	14
CHANCADO SECUNDARIO	15
CHANCADO TERCIARIO	15
<b>SECCIÓN MOLIENDA, CONCENTRACIÓN GRAVIMÉTRICA</b>	<b>409</b>
CONCENTRACIÓN JIGS ESPIRALES	53
MOLIENDA PRIMARIA	34
MOLIENDA SECUNDARIA	18
CONCENTRACIÓN MESAS ESPIRALES 01	168
MOLIENDA DE CONCENTRADOS	12
LIMPIEZA DE CONCENTRADO GRAVIMÉTRICO	74
FILTRADO GRAVIMÉTRICO	19
MOLIENDA TERCIARIA	31
<b>SECCIÓN CONCENTRACIÓN POR FLOTACIÓN Y MANEJO DE RELAVES</b>	<b>780</b>
DESLAMADO	560
FLOTACIÓN SULFUROS CASITERITA	190
FILTRADO CONCENTRADO DE FLOTACIÓN	16
CONDUCCIÓN Y MANEJO DE RELAVES	14
<b>ABASTECIMIENTO DE AGUA</b>	<b>24</b>
ABASTECIMIENTO DE AGUA	24
<b>Total general</b>	<b>1 257</b>

**FUENTE:** Área de planeamiento Planta Concentradora – U.M. San Rafael MINSUR S.A. 2014

#### 4.1.2.1. SECCIÓN CHANCADO

En la sección chancado se cuenta con un total de 44 equipos en las categorías de crítico, importante, regular y opcional identificados (Ver escala de ponderación Tabla 17).

##### 4.1.2.1.1. CHANCADO PRIMARIO

- 1 Rompe banco Davon
- 2 Chancadoras de Quijadas 24" x 36" COMESA
- 1 Alimentador de Placas 48" x 15"
- 1 Faja Transportadora de 30" CHP-01
- 1 Faja Transportadora de 42" CHP-02
- 1 Faja Transportadora de 30" CHP-03
- 1 Faja Transportadora de 30" CHP-04
- 1 Tolva de Gruesos Metálica – Consmetal
- 5 Tolvas de Intermedios (2000 TM)

##### 4.1.2.1.2. CHANCADO SECUNDARIO

- 1 Chancadora Cónica Hydrocone Sandvik CH440
- 11 Alimentadores vibratorios Eriez
- 1 Faja transportadora de 30" CHS-01
- 1 Faja transportadora de 30" CHS-02
- 1 Zaranda Comesa 5' x 14' N° Z1-A

##### 4.1.2.1.3. CHANCADO TERCARIO

- 1 Chancadora Cónica HP-500
- 1 Faja transportadora de 30" CHT-01
- 1 Faja transportadora de 24" CHT-02
- 1 Faja transportadora de 24" CHT-03
- 1 Faja transportadora de 24" CHT-04
- 1 Faja transportadora de 24" CHT-05
- 1 Faja transportadora de 24" CHT-06
- 1 Faja transportadora de 24" CHT-07
- 1 Faja transportadora de 36" CHT-08 Tripper
- 1 Zaranda Simplicity 7' x 18' 2A

- 1 Zaranda Comesa 5' x 14' 2B
- 1 Tolva de Regulación
- 2 Tolva de finos (2 500 TM)
- 1 Chancadora Cónica 4 ¼ Symons

#### 4.1.2.2. SECCIÓN MOLIENDA, CONCENTRACIÓN GRAVIMÉTRICA

En la sección molienda y concentración gravimétrica se cuenta con un total de 409 equipos en las categorías de crítico, importante, regular y opcional identificados (Ver escala de ponderación Tabla 17).

##### 4.1.2.2.1. *CONCENTRACIÓN JIGS ESPIRALES*

- 2 Jigs Gekko
- 2 Zaranda Sizetec 3' x 9'
- 1 Zaranda Sizetec 2' x 9'
- 2 Bombas 8" x 6" 7J "A" y "B".
- 1 Bomba 5" x 4" 7J "C"
- 2 Bombas Hidrostral 8J "C" y "D".
- 2 Bombas 5" x 4" 3J "E" y "F".
- 2 Bombas 5" x 4" 4J "G" y "H".
- 10 Jigs Triplex 42" x 42" Bendelari
- 8 Espirales MG2 Rougher "A"
- 3 Clasificador Comesa 36"Ø
- 1 Zaranda SR1 3" x 6"
- 2 Hidrociclón Cavex 250 "A"
- 2 Hidrociclón Cavex 400 "A"
- 2 Hidrociclones Cavex 500 "A"
- 2 Bombas 5" x 4" 1J "A" y "B".
- 2 Bombas ASH 8" x 6" 2J "A" y "B".
- 2 Bombas 10 x 8 2J "C" y "D".
- 2 Bombas 8" x 6" 4J "E" y "F".
- 2 Bombas 5" x 4" 5J "A" y "B".
- 1 Trituradora de Rodillos 10" X 12".

4.1.2.2.2. *MOLIENDA PRIMARIA*

- 1 Molino de barras 9 1/2' x 13'.
- 20 Alimentadores Eriez
- 1 Balanza Ramsey
- 1 Faja Transportadora de 30" JM-01.
- 1 Faja Transportadora de 24 " JM-02.
- 1 Faja Transportadora de 24" JM-03.
- 1 Faja Transportadora de 30" JM-04.
- 1 Faja Transportadora de 24" JG-01.
- 1 Faja Transportadora de 24" JG-02.
- 1 Faja Transportadora de 24" JG-03.
- 2 Bombas 10" x 8" 1G "A" y "B".
- 2 Bombas Hidrostral 1G "C" y "D".
- 1 Balanza Tecweight.

4.1.2.2.3. *MOLIENDA SECUNDARIA*

- 2 Molinos de bolas 8' x 8' "A" y "B"
- 1 Molino de bolas 5' x 10'
- 2 Zaranda Derrick Stack Sizer "A" y "B".
- 2 Clasificadores de 42 Ø"
- 2 Bombas 10" x 8" 2G "A" y "B".
- 2 Bombas 10" x 8" 3 G "A" y "B".
- 2 Bombas 10" x 8" 4 G "A" y "B".
- 1 Zaranda SR2 3" x 6".
- 4 Hidrociclón Krebs 15 "D".

4.1.2.2.4. *CONCENTRACIÓN MESAS ESPIRALES 01*

- 9 Mesas Hollman Secundarias.
- 10 Mesas Deister Secundarias.
- 6 Hidrociclones Krebs 15 "C".
- 10 Espirales MG2 Rougher "E".
- 1 Zaranda Multideck.
- 2 Bombas 4" x 3" 04G "C" y "D".

4.1.2.2.5. *CONCENTRACIÓN MESAS ESPIRALES 02*

- 16 Mesas Hollman Terciarias.
- 36 Mesas Deister Terciarias.
- 20 Espirales MG2 Rougher "D"
- 10 Espirales MG2 Limpieza "D"
- 2 Bombas ASH 6" x 6" 09G "A" y "B".
- 2 Bombas Warman-Ash M 09G "C" y "D".
- 40 Espirales Ingleses Knelson.
- 3 Bombas Ash 6" x 6" 08G "A", "B", "C".
- 2 Hidrociclón Cavex C-250 "C".
- 2 Bombas 5" x 4" 10G "A" y "B".
- 1 Bomba vertical Fima 3 1/2 10G "C".
- 1 Bomba Denver 2 1/2 x 48 10G "D".
- 6 Espirales MG2 Rougher "C".
- 2 Bombas 4" x 3" 14G "A" y "B".
- 2 Espirales Limpieza Rougher "C".
- 2 Bombas 4" x 3" 11G "A" y "B".
- 4 Hidrociclones ICBA de 4".
- 2 Bombas 4" x 3" 02 G "E" y "F".
- 2 Bombas 5" x 4" 05 G "A" y "B".
- 2 Bombas 2 1/2" x 48 10 G "C" y "D".
- 2 Bombas 4" x 3" 12 G "A" y "B".
- 1 Bomba horizontal Warman- Ash M 9G "C".

4.1.2.2.6. *MOLIENDA DE CONCENTRADOS*

- 1 Molino de bolas 5' x 6'.
- 1 Molino de bolas 4' x 4'.
- 3 Clasificadores de 30"Ø.
- 1 Zaranda Derrick Stack Sizer
- 1 Acondicionador 6' X 6'.
- 2 Bombas 5" x 4" 09 J "A" y "B".
- 2 Bombas 4" x 3" 14 J "A" y "B".
- 1 Tolva de Concentrados.



4.1.2.2.7. *LIMPIEZA DE CONCENTRADO GRAVIMÉTRICO*

- 3 Celdas OK-05 Sulfuros
- 1 Celda SP-18 Sulfuros
- 1 Jigs Duplex 24" x 36".
- 2 Espirales MG-2.
- 12 Mesas Hollman Limp. Conc. Gravimétrico.
- 15 Mesas Deister Limp. Conc. Gravimétrico.
- 2 Ciclón Cavex 250 "D".
- 2 Bombas 4" x 3" 10 J "A" y "B".
- 2 Bombas 4" x 3" 11 J "A" y "B".
- 2 Bombas 4" x 3" 13 J "A" y "B".
- 2 Bombas 2 ½" x 2 18 J "A" y "B".
- 3 Bombas 4" x 3" 13 G "A" "B" y "C".
- 2 Bombas SPX65 20 G "A" y "B".
- 2 Bombas 4" x 3" 18G "A" y "B"
- 1 Bomba 3 ½" x 48 21 G "A".
- 1 Soplador Engineering.
- 1 Soplador Spencer 20 HP.
- 1 Espesador Denver 40' Ø-0I.
- 3 Celdas RCS.
- 2 Bancos de Celdas SP-18.
- 1 Celda Columna 1 m. Ø
- 1 Celda Columna 0.6m. Ø
- 2 Bombas 4" x 3" 3 C "A" y "B".
- 2 Bombas 4" x 3" 4 C "A" y "B".
- 1 Bombas 4" x 3" 5 C "B".
- 1 Bomba 2 ½" x 2" 6 C "A".
- 1 Bomba 4" x 3" 8 C "A".
- 2 Bombas 3 ½" x 60 9 C "A" y "B".
- 3 Bombas SPX40 10 C "A" "B" y "C".

4.1.2.2.8. *FILTRADO GRAVIMÉTRICO*

- 2 Filtro Delkor
- 1 Espesador 40 Ø – II.

- 2 Clasificadores 42" Ø.
- 1 Clasificador 24".
- 1 Faja Transportadora de 24" FG-03
- 1 Faja Transportadora de 24" FG-04
- 1 Faja Transportadora de 24" FG-05
- 1 Faja Transportadora de 24" FG-06
- 1 Tambor Magnético.
- 4 Bombas de Vacío
- 2 Bomba Bredel SP 32 15 J "A" y "B"
- 2 Bomba Envirotech 15 G "A" y "B".

#### 4.1.2.2.9. *MOLIENDA TERCIARIA*

- 1 Molino de bolas 7' x 8'
- 1 Molino de bolas 7' x 12'
- 1 Molino Vertical de bolas VTM
- 1 Clasificador 60" Ø
- 6 Hidrociclones Krebs "A"
- 4 Hidrociclones Cavex C-400 "B".
- 2 Bombas 12" x 10" 01 F "A" y "B".
- 1 Bomba 2 ½" x 48 02 "F"
- 2 Bomba 6" x 6" 3 F "A" y "B".
- 3 Bombas 5" x 4" 04 F "A", "B" y "C".
- 2 Bombas 6M294 05 F "A" y "B".
- 2 Bombas 12" x 10" 6 F "A" y "B".
- 2 Bombas 8" x 8" 07F "A" y "B".
- 3 Bombas 3 ½" x 48 08F "A", "B" y "C".

**Nota:** Con respecto a las mesas concentradoras en total se encuentran instaladas 164 en la planta concentradora entre mesas Hollman y Deister.

#### 4.1.2.3. **SECCIÓN CONCENTRACIÓN POR FLOTACIÓN**

En la sección concentración por flotación y manejo de relaves se cuenta con un total de 780 equipos en las categorías de crítico, importante, regular y opcional (Ver escala de ponderación Tabla 17).

4.1.2.3.1. *DESLAMADO*

- 1 Espesador Dorr Oliver 120' Ø.
- 72 Hidrociclones Mozley 4"Ø
- 96 Hidrociclones Mozley 60mm
- 384 Hidrociclones Mozley 1¾"Ø
- 2 Bombas XR 250 09 F "A" y "B".
- 2 Bombas XR 250 10 F "A" y "B".
- 2 Bombas XR 250 11F "A" y "B".
- 1 Bomba 2 ½" x 48" 12 F.

4.1.2.3.2. *FLOTACIÓN SULFUROS CASITERITA*

- 5 Celdas DR-300 Sulfuros
- 6 Celdas DR-180 Sulfuros
- 2 Bombas 2 ½" x 28 13 F "A" y "B".
- 3 Bomba 4" x 3" 14 F "A", "B" y "C".
- 2 Bombas 8" x 6" 15 F "A" y "B".

4.1.2.3.3. *FLOTACIÓN CASITERITA*

- 10 Celdas DR500 Circuito Rougher
- 5 Celdas DR500 Circuito Scavenger
- 10 Celdas DR300 Primera Limpieza
- 5 Celdas DR300 Segunda Limpieza
- 6 Celdas DR-180 Tercera Limpieza
- 3 Multi separador MGS.
- 2 Acondicionadores 8' X 8' "A" y "B".
- 4 Acondicionadores 12' X 12' A, B, C y D.
- 64 Ciclones 1 ¾" (4 Nidos)
- 2 Soplador Airtec 100HP "A" y "B".
- 2 Soplador Airtec 60HP "A" y "B".
- 2 Soplador Airtec 30HP "A" y "B".
- 1 Bomba Galligher 2000 PU-032 (Vertical).
- 2 Bomba 8" x 8" 16F "A" y "B".
- 3 Bombas 3 ½" x 48 17 F "A", "B" y "C".
- 1 Bomba 3 ½" x 48 8 F "A".

- 2 Bomba 8" x 6" 19 F "A" y "B".
- 7 Bomba 20 F "A", "B", "C", "D", "E", "F" y "G".
- 2 Bomba 6R-163 21 F "A" y "B".
- 3 Bombas 22 F "A" "B" y "C".
- 2 Bomba 4"x 3" 23 F "A" y "B".
- 2 Bomba 2 ½" x 2 25 F "A" y "B".
- 2 Bomba 2 ½" x 2 26 F "A" y "B".
- 1 Bomba 6R-163 27 F "A".
- 4 Bombas PU 01, 02, 03 y 05.
- 4 Bombas PU 06, 07, 08 y 09.
- 4 Bombas PU 10, 11, 12 y 13.
- 5 Bombas PU 14, 15, 16, 17 y 18.
- 4 Bombas PU 21, 23, 28 y 29.
- 4 Bombas PU 30, 31, 34 y 37.
- 4 Bombas PU 04, 19, 23 y 33.

#### 4.1.2.3.4. *FILTRADO CONCENTRADO DE FLOTACIÓN*

- 2 Filtros de Placas "A" y "B".
- 1 Espesador 15' Ø.
- 1 Acondicionador 5' X 6'.
- 1 Agitador 8' X 10".
- 1 Faja Transportadora de 42" FF-01.
- 1 Faja Transportadora de 20" FF-02.
- 2 Bomba SP 32 28 F "A" y "B"
- 2 Bombas 4"x 3 30 F "A" y "B".
- 1 Bomba 30 F "C".
- 2 Bomba 2 x 1 ½" 32 F "A" y "B".
- 1 Compresora GA-250.
- 1 Espesador Denver 15' Ø.

#### 4.1.2.3.5. *CONDUCCIÓN Y MANEJO DE RELAVES*

- 1 Espesador 80' Ø.
- 2 Bomba 12 x 10 33 F "A" y "B".
- 2 Bomba 8" x 6" 33 F "C" y "D".

- 1 Bomba 6M-294 34 F.
- 2 Bombas Hidrostral 38 F "A" y "B".
- 2 Bombas 80' 01 "A", 01"B".
- 2 Bombas 80' 02 "A", 02"B".
- 2 Bombas 7G "A" y "B".

#### 4.1.2.4. ABASTECIMIENTO DE AGUA

En la sección abastecimiento de agua se cuenta con un total de 24 equipos en las categorías de crítico, importante, regular y opcional identificados (Ver escala de ponderación Tabla 17).

- 3 Tanques de agua de 1 200 M<sup>3</sup>
- 1 Tanque de agua de 200 M<sup>3</sup>
- 1 Bomba Hidrostral 50 35 F.
- 3 Bomba 36 F "A" "B" "C" "D".
- 2 Bomba 6LR-18 37 F "A" y "B".
- 2 Bombas Worthington 37 F "C" y "D".
- 2 Bombas Hidrostral 8J "A" y "B".
- 3 Bombas 8LR-18S 36 F "A" "B" y "C".
- 1 Bomba 6" x 4" 36 F "D".
- 2 Bombas 6R-163 37F "C" y "D".
- 3 Bomba 6LR-18B 16 G "B", "C" y "D".
- 1 Bomba 3 ½" x 48 17 G.

#### 4.2. IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS CRÍTICOS – PLANTA

En este informe se presenta un análisis de equipos críticos para planta concentradora, mediante el monitoreo de indicadores claves de mantenimiento y operaciones planta durante 6 meses. La diagramación lógica-funcional de la planta y el procesamiento de la data histórica de detenciones, se realiza a través de la metodología RBD (Reliability Block Diagram) con la plataforma R-MES (Reliability and Maintenance Engineering System) y la plataforma SAP ERP (Systeme Anwendungen und Produkte). El criterio que se utiliza para la identificación del equipo crítico es el del Costo de la Falta o de Ineficiencia, que se genera de la combinación de la frecuencia de fallas (Indisponibilidad) y los costos globales generados por la no facturación.

- Asignar los valores de la ponderación calificando al equipo por su incidencia sobre cada variable. Este paso requiere un buen conocimiento del equipo, su sistema, su operación, su valor y los daños que podría ocasionar una falla, datos obtenidos del sistema SAP ERP (Systeme Anwendungen und Produkte).
- Obtener el valor ponderado para cada equipo y agruparlas clasificándolas de acuerdo a la escala de referencia.

Los resultados obtenidos permiten individualizar aquellos equipos con comportamiento crítico (equipos que presentan altos Costos de la Falta) focalizando así el uso de recursos orientados a generar procesos de mejora continua. Esto permite propender al logro de los más altos niveles de disponibilidad posibles durante todo el ciclo de vida de los activos, mejorando de esta manera la competitividad de la organización.

Para la identificación se toman 44 equipos identificados previamente por el método de RBD e información obtenida del sistema SAP.

#### **4.2.1. CALCULO DE LA CRITICIDAD DE EQUIPOS – PLANTA**

##### **4.2.1.1. METODOLOGÍA RBD**

La metodología RBD (Reliability Block Diagram) permite diagramar cualquier tipo de planta compleja entregando soporte para la identificación de equipos críticos. Un Diagrama de bloques de confiabilidad (RBD) realiza los análisis de confiabilidad y disponibilidad del sistema en sistemas grandes y complejos que usan diagramas de bloques para mostrar las relaciones de red. La estructura del diagrama de bloques de confiabilidad define la interacción lógica de fallas dentro de un sistema que se requieren para sostener la operación del sistema

De un total de 1 257 equipos en planta concentradora se logra identificar un total de 44 equipos de la categoría crítico e importante en 6 secciones de planta concentradora Unidad Minera San Rafael.

##### **4.2.1.1.1. SECCION DE CHANCADO**

(Ver diagrama de criticidad chancado primario, secundario y terciario anexo 27).

#### 4.2.1.1.2. SECCIÓN MOLIENDA Y JIGS

(Ver diagrama de criticidad molienda primaria, secundaria y concentración jigs anexo 28).

#### 4.2.1.1.3. SECCIÓN MESAS Y REMOLIENDA

(Ver diagrama de criticidad sección mesas y remolienda anexo 29).

#### 4.2.1.1.4. SECCIÓN FLOTACIÓN

(Ver diagrama de criticidad sección flotación anexo 30).

#### 4.2.1.1.5. SECCIÓN FILTRADO Y ULTRAFINOS

(Ver diagrama de criticidad sección filtrado y ultrafinos anexo 31).

#### 4.2.1.1.6. SECCIÓN BOFEDAL

(Ver diagrama de criticidad sección relaves y agua de recuperación anexo 32).

#### 4.2.1.2. ANALISIS DE CRITICIDAD (PONDERACION)

Teniendo como base 44 equipos previamente identificados con la metodología RBD se realiza un análisis más minucioso de criticidad en base a los siguientes criterios:

1. Efecto sobre el Proceso que proporciona.
2. Valor Técnico – Económico.
3. La falla Afecta.
4. Probabilidad de Falla (Confiabilidad).
5. Flexibilidad del Equipo en el Sistema.
6. Dependencia Logística.
7. Dependencia de la Mano de Obra.
8. Facilidad de Reparación (Mantenibilidad).

Tabla 15: Cuadro de criterios de criticidad

ÍTEM	VARIABLES	CONCEPTO	PONDE- RACION	OBSERVACIONES		
1	<b>Efecto sobre el Proceso que proporciona:</b>	Para	4			
		Reduce	2			
		No para	0			
2	<b>Valor Técnico - Económico:</b> Considerar el costo de Adquisición, Operación y Mantenimiento.	Alto	3	Más de U\$ 20 000		
		Medio	2			
		Bajo	1	Menos de U\$ 1 000		
3	<b>La falla Afecta:</b>	a. Al Equipo en si	Si	1	Deteriora otros componentes?	
			No	0		
		b. Al Proceso	Si	1	Origina problemas a otros equipos?	
			No	0		
		c. Al operador:	Riesgo	1	Posibilidad de accidente del operador?	
			Sin Riesgo	0		
		d. A la seguridad en general.	Si	1	Posibilidad de accidente a otras personas o equipos cercanos	
			No	0		
		4	<b>Probabilidad de Falla (Confiabilidad)</b>	Alta	2	Se puede asegurar que el equipo va a trabajar Correctamente cuando se le necesite?
				Media	1	
				baja	0	
		5	<b>Flexibilidad del Equipo en el Sistema:</b>	Único	2	No existe otro igual o similar El sistema puede seguir funcionando. Existe otro igual o similar no instalado
Bypass	1					
Stand by	0					
6	<b>Dependencia Logística:</b>	Extranjero	2	Repuestos se tienen que importar Algunos repuestos se compran localmente. Repuestos se consiguen localmente.		
		Loc./Ext.	1			
		Local	0			
7	<b>Dependencia de la Mano de Obra:</b>	Terceros	2	El Mantenimiento requiere contratar a terceros. El Mantenimiento se realiza con personal propio.		
		Propia	0			
8	<b>Facilidad de Reparación (Mantenibilidad):</b>	Baja	1	Mantenimiento difícil. Mantenimiento fácil.		
		Alta	0			

FUENTE: Área de planeamiento Planta Concentradora – U.M. San Rafael MINSUR S.A. 2014



**Tabla 16: Escala de ponderación**

Ítem	Escala de criticidad	Ponderación
1	CRITICA	16 a 20
2	IMPORTANTE	11 a 15
3	REGULAR	06 a 10
4	OPCIONAL	00 a 05

**FUENTE:** Área de planeamiento Planta Concentradora – U.M. San Rafael MINSUR S.A. 2014

**Tabla 17: Análisis de criticidad**

ITEM	SUB AREA	NOMBRE DEL EQUIPO	PONDERACION												ESCALA DE CRITICIDAD
			1	2	3 A	3 B	3 C	3 D	4	5	6	7	8	TOTAL	
1	Chancado	Chancadora HP 500 Alimentador de	2	3	1	1	1	1	2	1	2	0	1	15	IMPORTANTE
2	Chancado	placas	2	3	1	1	1	1	2	1	2	0	1	15	IMPORTANTE
3	Chancado	Chanc. Sanvick 440	2	3	1	1	1	1	2	1	2	0	1	15	IMPORTANTE
4	Chancado	Chanc. 24"x36" A	2	3	1	1	1	1	2	1	2	0	1	15	IMPORTANTE
5	Chancado	Chanc. 24"x36" B	2	3	1	1	1	1	2	1	2	0	1	15	IMPORTANTE
6	Chancado	Zaranda Z - 01 A	2	3	1	1	1	1	2	1	2	0	1	15	IMPORTANTE
7	Chancado	Faja transp.CHT-01	2	3	1	1	1	1	2	1	2	0	1	15	IMPORTANTE
8	Molienda - Jigs	Gekko n°1	4	3	1	1	1	0	2	1	2	0	1	16	CRITICO
9	Molienda - Jigs	Gekko n°2	4	3	1	1	1	0	2	1	2	0	1	16	CRITICO
10	Molienda - Jigs	Faja JM 01	4	3	1	1	1	1	2	1	0	1	16	CRITICO	
11	Molienda - Jigs	Faja JM 02	4	3	1	1	1	1	2	1	0	1	16	CRITICO	
12	Molienda - Jigs	Faja JM 03	4	3	1	1	1	1	2	1	0	1	16	CRITICO	
13	Molienda - Jigs	Molino de barras	4	3	1	1	1	1	2	1	0	1	16	CRITICO	
14	Molienda - Jigs	Molino 8'x8' A	4	3	1	1	1	1	2	1	1	0	1	16	CRITICO
15	Molienda - Jigs	Molino 8'x8' B	4	3	1	1	1	1	2	1	1	0	1	16	CRITICO
16	Molienda - Jigs	Espesador de 120' Jig intermedios N°	4	3	1	1	1	1	2	2	0	1	17	CRITICO	
17	Molienda - Jigs	10 Jig intermedios N°	2	3	1	1	1	0	0	1	2	0	1	12	IMPORTANTE
18	Molienda - Jigs	11 Jig intermedios N°	2	3	1	1	1	0	0	1	2	0	1	12	IMPORTANTE
19	Molienda - Jigs	12 Jig intermedios N°	2	3	1	1	1	0	0	1	2	0	1	12	IMPORTANTE
20	Molienda - Jigs	13 Jig intermedios N°	2	3	1	1	1	0	0	1	2	0	1	12	IMPORTANTE
21	Molienda - Jigs	14 Jig intermedios N°	2	3	1	1	1	0	0	1	2	0	1	12	IMPORTANTE
22	Molienda - Jigs	15	2	3	1	1	1	0	0	1	2	0	1	12	IMPORTANTE
23	Molienda - Jigs	Bomba 5J A/B	2	3	1	1	1	0	1	1	2	0	1	13	IMPORTANTE
24	Molienda - Jigs	Bomba 3G A/B	2	3	1	1	1	0	1	1	2	0	1	13	IMPORTANTE
25	Molienda - Jigs	Clasificador N°10	4	3	1	1	1	0	1	2	1	0	1	15	IMPORTANTE
26	Molienda - Jigs	Clasificador N°21	4	3	1	1	1	0	1	2	1	0	1	15	IMPORTANTE
27	Molienda - Jigs	Fajas JG - 01	2	3	1	1	1	0	0	1	2	0	1	12	IMPORTANTE
28	Molienda - Jigs	Fajas JG - 02	2	3	1	1	1	0	0	1	2	0	1	12	IMPORTANTE

ITEM	SUB AREA	NOMBRE DEL EQUIPO	PONDERACION											ESCALA DE CRITICIDAD	
			1	2	3 A	3 B	3 C	3 D	4	5	6	7	8		TOTAL
29	Molienda - Jigs Mesas -	Fajas JG - 03	2	3	1	1	1	0	0	1	2	0	1	12	IMPORTANTE
30	Remolienda Mesas -	Molino 7'x8'	4	3	1	1	1	1	2	1	1	0	1	16	CRITICO
31	Remolienda Mesas -	Molino 7'x12'	4	3	1	1	1	1	2	1	1	0	1	16	CRITICO
32	Remolienda Mesas -	Molino 5'x10'	4	3	1	1	1	1	2	1	1	0	1	16	CRITICO
33	Remolienda Mesas -	Molino Vertical	4	3	1	1	1	1	2	1	1	0	1	16	CRITICO
34	Remolienda Mesas -	Bomba 5F A/B	2	3	1	1	1	0	1	1	2	0	1	13	IMPORTANTE
35	Remolienda	Bomba 1F A/B	2	3	1	1	1	0	1	1	2	0	1	13	IMPORTANTE
36	Flotación	Bomba 9F A/B	2	3	1	1	1	0	1	1	2	0	1	13	IMPORTANTE
37	Flotación	MGS	2	3	1	1	0	0	1	1	2	0	1	12	IMPORTANTE
38	Filtrado	Molino 5'x6'	2	3	1	1	1	1	2	1	1	0	1	14	IMPORTANTE
39	Filtrado	Molino 4'x4'	2	3	1	1	1	1	2	1	1	0	1	14	IMPORTANTE
40	Filtrado	Celdas OK5	2	3	1	1	1	0	1	1	2	0	1	13	IMPORTANTE
41	Filtrado	Filtro Delkor A	2	3	1	1	1	0	1	0	2	0	1	12	IMPORTANTE
42	Filtrado	Filtro Delkor B	2	3	1	1	1	0	1	0	2	0	1	12	IMPORTANTE
43	Filtrado	Filtro de Placas B	2	3	1	1	1	0	1	0	2	0	1	12	IMPORTANTE
44	Bofedal	Espesador de 80'	4	3	1	1	1	1	1	2	1	0	1	16	CRITICO

**FUENTE:** Área de planeamiento Planta Concentradora – U.M. San Rafael MINSUR S.A. 2014

#### 4.2.2. ANÁLISIS DE EQUIPOS CRÍTICOS

Teniendo el consolidado de 14 equipos críticos es indispensable contar con el listado de componentes y repuestos críticos y la repercusión operativa que estos acarrearían en caso de falla.

**Tabla 18: Listado equipos críticos planta concentradora**

ITEM	SUB AREA	NOMBRE DEL EQUIPO	PONDERACION											ESCALA	
			1	2	3A	3B	3C	3D	4	5	6	7	8		TOTAL
1	Molienda - Jigs	Gekko n°1	4	3	1	1	1	0	2	1	2	0	1	16	CRITICO
2	Molienda - Jigs	Gekko n°2	4	3	1	1	1	0	2	1	2	0	1	16	CRITICO
3	Molienda - Jigs	Faja JM 01	4	3	1	1	1	1	1	2	1	0	1	16	CRITICO
4	Molienda - Jigs	Faja JM 02	4	3	1	1	1	1	1	2	1	0	1	16	CRITICO
5	Molienda - Jigs	Faja JM 03	4	3	1	1	1	1	1	2	1	0	1	16	CRITICO
		Molino de													
6	Molienda - Jigs	barras	4	3	1	1	1	1	2	2	1	0	1	17	CRITICO
7	Molienda - Jigs	Molino 8'x8' A	4	3	1	1	1	1	2	1	1	0	1	16	CRITICO
8	Molienda - Jigs	Molino 8'x8' B	4	3	1	1	1	1	2	1	1	0	1	16	CRITICO
		Espesador de													
9	Molienda - Jigs	120'	4	3	1	1	1	1	1	2	2	0	1	17	CRITICO
		Mesas -													
10	Remolienda	Molino 7'x8'	4	3	1	1	1	1	2	1	1	0	1	16	CRITICO
		Mesas -													
11	Remolienda	Molino 7'x12'	4	3	1	1	1	1	2	1	1	0	1	16	CRITICO
		Mesas -													
12	Remolienda	Molino 5'x10'	4	3	1	1	1	1	2	1	1	0	1	16	CRITICO
		Mesas - Molino													
13	Remolienda	Vertical	4	3	1	1	1	1	2	1	1	0	1	16	CRITICO
		Rel. y Agua de													
14	Rec. Bofedal	80'	4	3	1	1	1	1	1	2	1	0	1	16	CRITICO

**FUENTE:** Área de planeamiento Planta Concentradora – U.M. San Rafael MINSUR

S.A. 2014

### 4.3. CONTROL DE EQUIPOS CRÍTICOS PLANTA

#### 4.3.1. MONITOREO DE EQUIPOS CRÍTICOS PLANTA

El área de Planeamiento Planta concentradora está a cargo de personal predictivo área especializada que cuenta con equipos modernos de alta tecnología que permite planificar eficientemente los procesos productivos para futuras intervenciones del área de Mantenimiento mecánico y eléctrico planta.

Desarrollar informes sobre la eficiencia de equipos críticos que permiten planificar de forma oportuna los procesos e intervenciones de equipos en Planta Concentradora así como se muestra en las tablas 19 y 20.

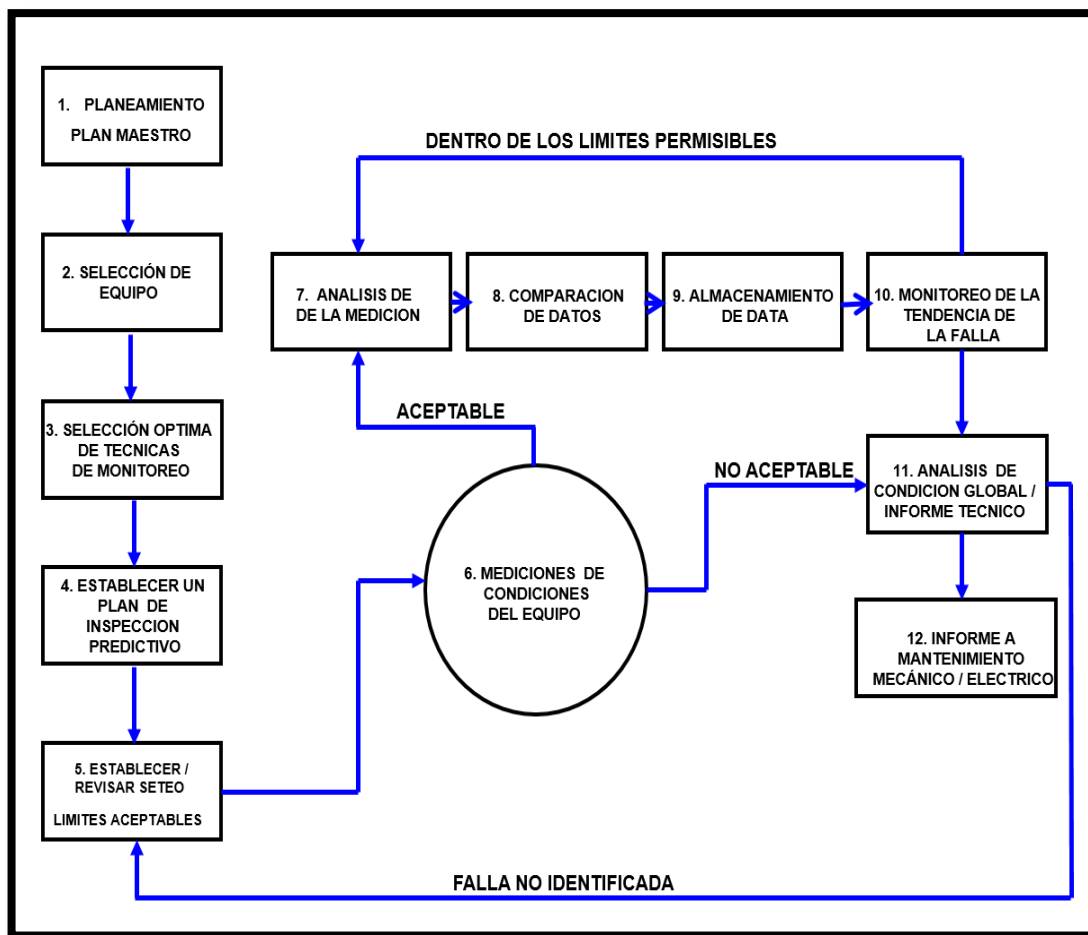


Figura 9: Metodología Inspección Predictiva

#### 4.3.2. TECNICAS DE MONITOREO – PLANEAMIENTO PLANTA

Las técnicas empleadas en el área de Planeamiento Planta son de inspecciones predictivas, estos son métodos sistemáticos de monitoreo y análisis de tendencias equipos

rotativos de manera regular para determinar la condición de las máquinas sujetas a desgaste. Las técnicas usadas en Minsur – San Rafael son:

- Termografía.
- Análisis de Vibraciones.
- Ultrasonido por contacto.
- Análisis de aceite usados (Outsourcing).
- Análisis de Corriente.

Esto se realiza usando métodos de detección en línea, tendencias y diagnóstico proporcionándonos una alerta temprana de posibles problemas y prácticamente eliminan la necesidad de desmontaje e inspección periódica, y la posibilidad de una avería inesperada

- **Equipos Medidores recolectores/analizadores**, La recolección y registro de datos de vibración de máquinas, despliegan espectros FFT de frecuencia y de onda real en una pantalla de LCD. Con los medidores recolectores/analizadores portátiles, los datos son fácil y precisamente tomados: Los datos son recolectados de puntos (lugares) predefinidos a lo largo de una ruta. La ruta y recolección de datos son diseñadas para proveer la más eficiente rutina en la planta
- **Temperatura**, La medición de la temperatura es un indicador muy útil de la condición o de la carga aplicada a componentes específicos. Los defectos en los componentes causan fricción lo que hace que la temperatura se eleve. La instalación de termocuplas en la carcasa del rodamiento y la medición de los cambios de temperatura en el rodamiento o en el lubricante permite detectar tempranamente problemas y programar el mantenimiento antes de que ocurra una falla más seria y costosa.



**Figura 10: Termómetro laser**

- **Termografía**

Utiliza rastreadores infrarrojos, similares a las cámaras de vídeo, para detectar las temperaturas de la superficie y en la imagen mostrada en la pantalla realza las diferencias de temperatura dando diferentes tonalidades en blanco y negro o a color.



**Figura 11: Termómetro infrarrojo (FLUKE)**

- **Vibración**

El monitoreo de la vibración es muy importante en el control de equipos. Los puntos designados para la toma de vibraciones son precisamente los puntos de apoyo de los diferentes elementos rotativos. Se escoge estos ya que hacia ellos se transmiten las vibraciones producidas por la maquinaria. Para escoger el punto más adecuado en que se tomará la vibración en los soportes del sistema hay que considerar que la vibración se transmite lo más directamente posible al sensor, solo en casos en que la configuración de la máquina no lo permite se podrá tomar una medición en otro punto diferente para obtener una lectura referencial.



**Figura 12:** Equipo medidor de vibración (MICROLOG)

#### **4.3.3. INFORMES DE INSPECCIONES – PLANEAMIENTO PLANTA**

Una vez realizada las inspecciones por personal predictivo a cargo del área de planeamiento planta, se realiza un informe que culmina con una orden de trabajo para el área de Mantenimiento mecánico o eléctrico planta, (Ver orden de trabajo en sistema SAP Figura 28).

**4.3.3.1. INFORMES DE INSPECCION SEMANAL**

**Tabla 19: Reporte diario – Planeamiento planta Semana 1 - 2014**

FECHA	EQUIPO	ESTADO	DESCRIPCION
5/1/2014	IPSR_CHANCADORA CONICA HP 500	INSATISFACTORIO	Perdida de aceite por conector de manguera en el contraje
5/1/2014	IPSR_CLASIFICADOR COMESA 42 Ø - No 10	Bueno	
5/1/2014	IPSR_CLASIFICADOR COMESA 42 Ø - No 21	INSATISFACTORIO	Cambio de goma aplastadas de acople de eje transmisión
5/1/2014	IPSR_JIG GEKKO N° 1	Bueno	
5/1/2014	IPSR_JIG GEKKO N° 2	Bueno	
5/1/2014	IPSR_CHANCADORA CONICA SANDVIK CH440	Bueno	
6/1/2014	Medición de Ventiladores nv 450 150000CFM	Bueno	
7/1/2014	Alineamiento y prueba de operación bomba 130-4	INSATISFACTORIO	Se realizará seguimiento temperatura llegando a 105° rodamiento lado acople bomba en trabajo continuo
8/1/2014	Montaje y alineamiento de bomba 285-2	Satisfactorio	Falta la prueba en operación.
8/1/2014	IPSR_MOLINO VERTIMILL VTM - 500 - WB	Bueno	
9/1/2014	Chancadora HP500	INSATISFACTORIO	Perdida de aceite por conector de manguera en el contraeje, 1 faja de transmisión montada encima de otra. La presión del indicador está marcando 19 PSI el límite mínimo es 24 PSI
9/1/2014	IPSR_MOLINO DE BOLAS 5 x 10	Satisfactorio	Se hará seguimiento al punto 3 envolvente incrementado con picos.
9/1/2014	IPSR_MOLINO DE BOLAS 7 x 8	INSATISFACTORIO	Se mandó informe.
10/01/2014	IPSR_MOLINO DE BOLAS 7 x 12	Bueno	
10/01/2014	IPSR_MOLINO DE BOLAS 5 x 6	INSATISFACTORIO	Tensor faja de transmisión.
11/1/2014	IPSR_BANCO DE CELDA CIRCULAR 2 X 2.4 Nuevo	Bueno	Crear su ruta para este nuevo equipo.

**FUENTE:** Área de planeamiento Planta Concentradora – U.M. San Rafael MINSUR S.A. 2014



**Tabla 20: Reporte diario – Planeamiento planta Semana 2 - 2014**

FECHA	EQUIPO	ESTADO	DESCRIPCION
13/1/2014	IPSR_SEPARADOR MULTIGRAVEDAD No 1 6.6 k	INSATISFACTORIO	Limpiar grasa y carga derramada encima de motores eléctricos.
13/1/2014	IPSR_SEPARADOR MULTIGRAVEDAD No 2 6.6 k	INSATISFACTORIO	Limpiar grasa y carga derramada encima de motores eléctricos.
13/1/2014	IPSR_SEPARADOR MULTIGRAVEDAD No 3 6.6 k	INSATISFACTORIO	Limpiar grasa y carga derramada encima de motores eléctricos.
14/1/2014	IPSR_MOLINO DE BOLAS 8X8 B	INSATISFACTORIO	Se viene observando alta vibración en el motor eléctrico, incrementándose a valores de 23G's en el rodamiento del motor lado acople. Esto por un reducido espacio entre acoples de motor y reductor. Se recomienda cambiar reductor de velocidad para poder separar y evitar los golpes.
14/1/2014	IPSR_MOLINO DE BOLAS 8X8 B	INSATISFACTORIO	Alta temperatura de perno de salida de relay térmico, segunda fase, llegando a 103°C
15/1/2014	IPSR_ALIMENTADOR DE PLACAS 48 X 15	INSATISFACTORIO	Cambio de chumacera de polín retorno junto a catalina lado izquierdo.
15/1/2014	IPSR_CHANCADORA CONICA SANDVIK CH440	INSATISFACTORIO	Cambiar y/o reparar lámpara de alumbrado del sistema hidráulico. No prende
15/1/2014	IPSR_CHANCADORA CONICA SANDVIK CH440	INSATISFACTORIO	Modificar plataforma de acceso a acumulador de presión de la chancadora/ No se tiene acceso a acumulador, se requiere medir presión de acumulador.
15/1/2014	IPSR_MEDIR FLUJO_EST 285 N° 2	Bueno	Se mide 905 GPM
15/1/2014	IPSR_MEDIR FLUJO_EST 253 N° 3	INSATISFACTORIO	Cambiar tramo de tubería no se puede medir.
17/1/2014	IPSR_ZARANDA SIZETEC 03	INSATISFACTORIO	Cable de alimentación cortado (color amarillo) / Tablero junto a zaranda
17/1/2014	IPSR_ZARANDA MULTI-DECK	INSATISFACTORIO	Medir elongación de gomas de bastidor / Ver cuadro de procedimiento
17/1/2014	IPSR_MEDIR FLUJO_EST 370 N° 1	INSATISFACTORIO	Se mide 585 GPM, programar cambio rodete de bomba (bajo caudal)

**FUENTE:** Área de planeamiento Planta Concentradora – U.M. San Rafael MINSUR  
S.A. 2014

**Tabla 21: Reporte diario – Planeamiento planta Semana 03 - 2014**

FECHA	EQUIPO	ESTADO	DESCRIPCION
19/1/2014	Líneas de agua Potable de Planta y Cumani	Satisfactorio	Se midieron caudales de agua potable de zona industrial y Cumani
20/1/2014	IPSR_JIG GEKKO N° 1	Bueno	
20/1/2014	IPSR_JIG GEKKO N° 2	INSATISFACTORIO	Revisar válvula musculo hay perdida de aceite.
21/01/2014	IPSR_MOLINO DE BOLAS 7 x 8	INSATISFACTORIO	Equipo con valores de vibración alto, sin variación, se continuara monitoreando.
21/01/2014	IPSR_MOLINO DE BOLAS 5 x 10	Bien	
21/01/2014	IPSR_MOLINO DE BOLAS 5 x 6	INSATISFACTORIO	Completar perno de tromel de descarga uno de cuatro se encuentra roto.
21/01/2014	IPSR_MOLINO DE BOLAS 4 x 4	Parado	
21/01/2014	IPSR_MOLINO VERTIMILL VTM - 500 - WB	INSATISFACTORIO	Se observa un incremento en la vibración muy brusco, se continuara monitoreando inter diario.
21/01/2014	IPSR_MOLINO DE BOLAS 7 x 12	Bien	
22/01/2014	Medición de flujo bomba 4FB	Bueno	Se midió caudal a bomba se envía informe
22/01/2014	Medición de flujo bomba 3FA	Bueno	Se midió caudal a bomba se envía informe
22/01/2014	Bomba 2J-A	Bueno	Se midió caudal a bomba se envía informe
22/01/2014	Bomba 1F-B	Bueno	Se midió caudal a bomba se envía informe
23/01/2014	IPSR_ESPESADOR COMESA 80 Ø	Bien	
24/01/2014	Bomba 37F-A	INSATISFACTORIO	Se midió caudal a bomba encontrándose con baja eficiencia, revisar anillos e impulsor.
24/01/2013	IPSR_JIGS DUPLEX 24X36 No 12	INSATISFACTORIO	Fajas de transmisión volteada / Corregir.



**FUENTE:** Área de planeamiento Planta Concentradora – U.M. San Rafael MINSUR S.A. 2014

**Tabla 22: Reporte diario – Planeamiento planta Semana 04 - 2014**

FECHA	EQUIPO	ESTADO	DESCRIPCION
27/01/2013	Bomba 10J-B	INSATISFACTORIO	Cambiar potencia de motor de 20 a 30 hp / Igualar a la "A"
27/01/2014	Bomba 36FB	INSATISFACTORIO	Revisar anillos / alto ruido dentro de la bomba
27/01/2014	Molino 5x6	INSATISFACTORIO	Se encontró parado el sistema de lubricación
28/01/2014	IPSR_MOLINO DE BARRAS 9 ½ x 13	Bien	
28/01/2014	IPSR_MOLINO DE BOLAS 8X8 A	Bien	
28/01/2014	IPSR_MOLINO DE BOLAS 8X8 B	INSATISFACTORIO	Reducido espacio entre acoples de motor y reductor. Se recomienda cambiar reductor de velocidad para poder separar y evitar los golpes.
28/01/2014	BOMBA 36FA	Bien	Alineamiento de bomba.
28/01/2014	Evaluar rodamientos de motor Bomba 3FB	INSATISFACTORIO	Cambio de rodamiento de motor.
29/01/2014	Evaluar rodamientos de motor Clasific.17	INSATISFACTORIO	Cambio o reparación de reductor por ruido interno, posible falla en rodamiento.
29/01/2014	Revisar motor y reductor Mesa 10 1ND	INSATISFACTORIO	Reparación de mecanismo vibrador de mesa.
31/01/2014	BOMBA 9 J AyB	INSATISFACTORIO	Colocar carrete a descarga de bomba.
31/01/2014	BOMBA 13 FAyB	INSATISFACTORIO	Colocar carrete a descarga de bomba.
31/01/2014	IPSR_VENT HOWDEN 185,000 CFM N°FA-1	Bien	
31/01/2014	IPSR_VENT HOWDEN 185,000 CFM N°FA-2	INSATISFACTORIO	Se mandó informe.
01/02/2014	IPSR_FILTRO DE DISCO N°1 / 130M2	INSATISFACTORIO	Engrasar rodamiento del motor del agitador del filtro Nro. 1 prell.
01/02/2014	BOMBA 9JA	INSATISFACTORIO	
01/02/2014	IPSR_FAJA TRANSPORTADORA DE 30" - JM01	Bien	
01/02/2014	IPSR_FAJA TRANSPORTADORA DE 24" - JM02	INSATISFACTORIO	Cambiar vaso lubricador de tambor de cabeza y cola.
01/02/2014	IPSR_FAJA TRANSPORTADORA DE 24" - JM03	INSATISFACTORIO	Cambiar vaso lubricador de tambor de cabeza, auxiliar y cola.

**FUENTE:** Área de planeamiento Planta Concentradora – U.M. San Rafael MINSUR S.A. 2014

**Tabla 23: Reporte medición de forros molino 8X8B**

<b>Ubicación:</b>	Planta Concentradora	<b>Área:</b>	Molienda
<b>Equipo:</b>	Molino 8x8-A	<b>Instrumento:</b>	Medidor de Espesores
<b>Realizado</b>	Héctor Rivera – Fredy Pacco	<b>Fecha</b>	12-01-2015
<b>Molino 8x8-A</b>		<b>Forros Tapa Descarga</b>	
		<p>Esta inspección se realiza para verificar los daños ocurridos a los forros después de haberlos hecho trabajar como molienda primaria. La inspección cualitativa de los forros del Molino se realizó en el menor tiempo posible.</p> <p><u>Observación:</u></p> <p>Se observa forros Head Plate y Lifter de tapa de descarga en buena condiciones</p>	
<b>Molino 8x8-A</b>		<b>Forro Tapa Alimentación</b>	
		<p><u>Observación:</u></p> <p>Se observa Lifter invertidos. Forros de tapa con espesor tolerable</p>	

**FUENTE:** Área de planeamiento Planta Concentradora – U.M. San Rafael MINSUR S.A. 2015

4.3.4. CONTROL EN LINEA EQUIPOS CRÍTICOS

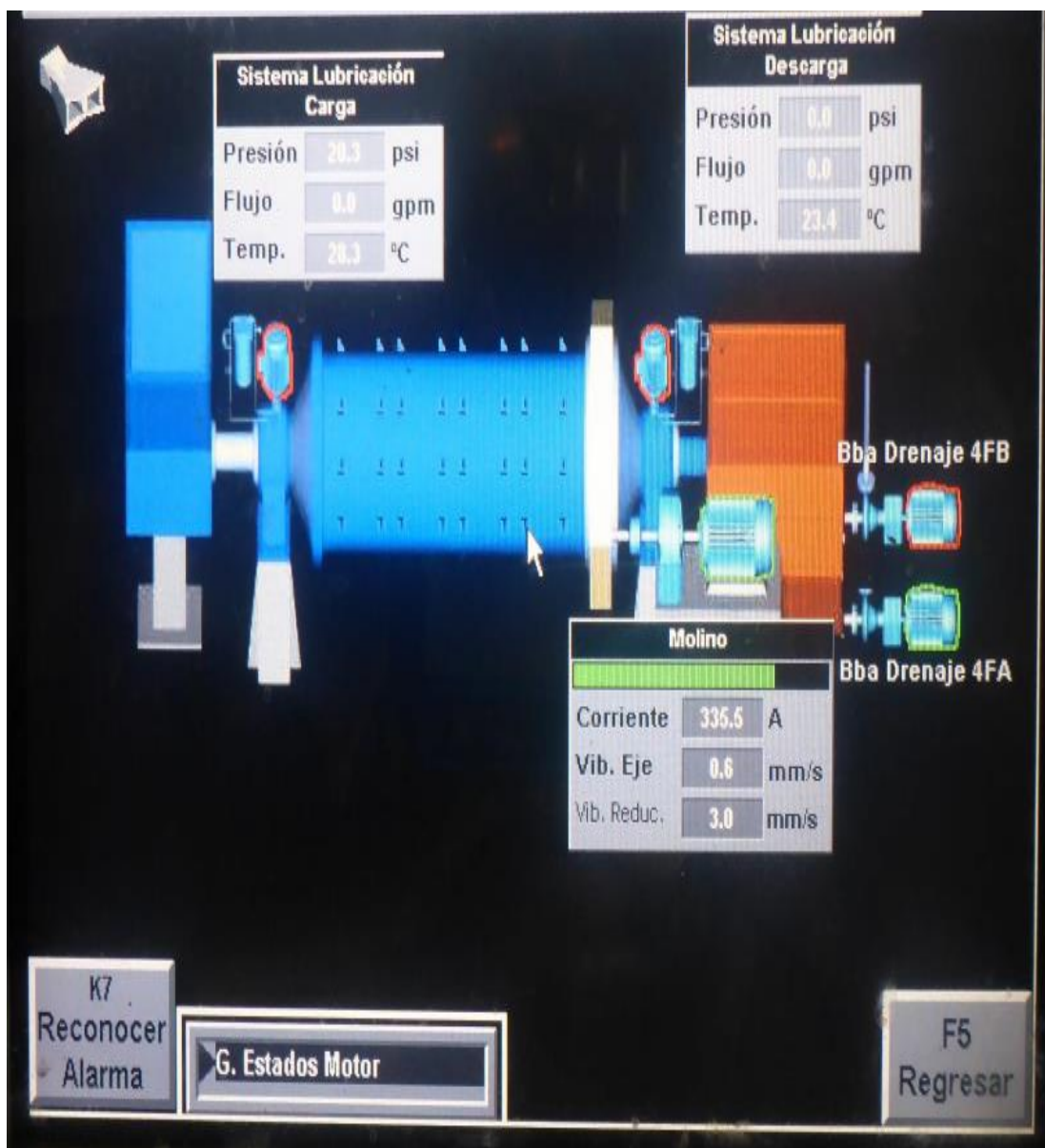


Figura 13: Monitoreo en línea Factory Talk View

**Tabla 24: Reporte motor molino 9.5x13**

<b>Ubicación :</b>	Planta Concentradora	<b>Área:</b>	Molienda Primaria
<b>Equipo:</b>	Molino 9.5x13	<b>Instrumento :</b>	Factory Talk View

CONSUMO DE CORRIENTE

MOLINO 9.5 x 13

**Diagnóstico:**

El Consumo de corriente alta de molino se inicia desde el arranque después de cambio de tapa lado descarga y forros.

Esto puede estar generando peso extra en molino y posterior sobrecarga en consumo de corriente.

**Recomendaciones:**

Se continuara monitoreando los valores de vibración y consumo de corriente hasta que equipo se estabilice.

<b>Analista:</b> Téc. Jaime Espinoza Quilca	<b>Fecha:</b> 16/01/2015
---	-----------------------------

**FUENTE:** Área de planeamiento Planta Concentradora – U.M. San Rafael MINSUR S.A. 2015





**4.3.5. INFORMES - CALCULO Y CONTROL DE EQUIPOS DE BOMBEO**

**4.3.5.1. INFORME DE EVALUACIÓN BBA. 1F A Y B**

A : Julio Rodríguez - Planeamiento Planta Concentradora

DE: Héctor Rivera - Tec. Predictivo Planeamiento Planta Concentradora

ASUNTO: Informe de evaluación Bba. 1F A y B

FECHA : San Rafael, 09 de Enero del 2013

**OBJETIVO**

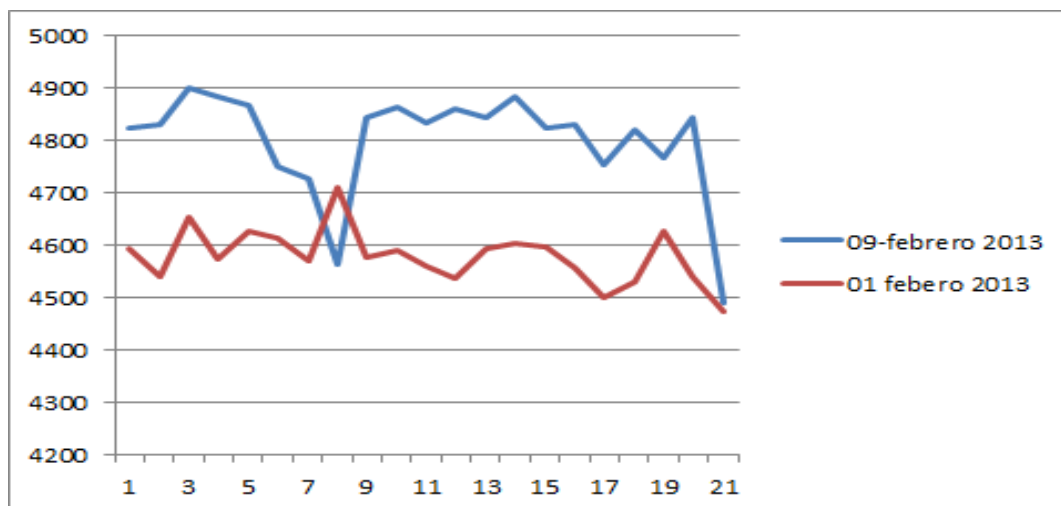
El presente informe tiene por objetivo dar a conocer el estado de operación de Bbas.

**OBSERVACIONES**

**Tabla 25: Comparativo bombas Worthintong**

EQUIPO	1F-A	1F-B
Modelo de bomba	Worthintong 10R-234	Worthintong 10R-234
Rpm - Motor	1 780	1 780
Rpm-Bomba	755	826
Polea motriz	12"	13"
Polea conducida	28"	28"
Caudal (gpm)	4 600 gpm	4 900 gpm
Amperaje de trabajo	134 amp.	195-203 amp.
Amperaje nominal - placa	175 amp.	198 amp.
Potencia Motor	150HP	170HP
Válvula succión	100 % abierta	100 % abierta
Presión descarga PSI	20 psi	25 psi
Ciclones abiertos	6	5





**Figura 15: Comparativo de flujos de bombas 1F Worthington**

- En la Bba. “B”, se cambió de polea conducida de 12” a 13”, para aumentarle la velocidad de trabajo con esta nueva velocidad de alcanzo un flujo máximo de 4 900 GPM. (ver cuadro). Una presión de 25 psi y con 5 ciclones abiertos. Y una corriente de trabajo al límite del nominal.

- No hay rebalses en sumidero.

#### RECOMENDACIONES

- Si esta condición de trabajo continuara, se debe hacer un pedido de un Motor Eléctrico – cableado – Llave principal, de mayor potencia que pueda trabajar holgadamente con esta nueva condición.

- Para igualar condiciones de operación con la Bba. “A”, Hacer pruebas aumentando la velocidad colocando la polea de 13”.

#### 4.3.5.2. INFORME DE CÁLCULO DE BOMBA 2G\_NUEVO TONELAJE

A : Ing. Julio Rodríguez - Planeamiento Planta.

DE: Jaime Espinoza Quilca, Royder Flores M.– Tec. Predictivo

ASUNTO: Cálculo de bomba 2G\_Nuevo Tonelaje

FECHA : San Rafael, 22 de Abril del 2014

OBJETIVO: El presente informe tiene por objetivo recomendar algunos ajustes en los parámetros, por el aumento de tonelaje a tratar en este circuito. Las modificaciones se realizarán en la bomba A, el caudal es asumido a falta de flujo metro a 1930 GPM

Datos Metalúrgicos	
Densidad	1 717.06 grs./Lt.
% Sólidos	65,35
Gravedad Especifica	3
D 50	0,618

Parámetros de operación de la bomba:

DATOS	Bomba A	Bomba B
Hp Motor	125	125
Corriente Nominal	139 Amp	139 Amp
Corriente de trabajo	133/135/134	125/128/123
Diámetro polea motriz	9,25	9,25
Diámetro polea conducida	20,5	20,5
RPM motor	1 832	1 795
RPM Bomba (real, medido)	797	792
RPM Bomba (Teórico)	845	809
RPM (Perdida)	48	18
<b>Potencia Requerida</b>	<b>150 HP</b>	<b>150 HP</b>

Motor de bomba 2GA está operando al máximo de capacidad de corriente nominal, además requiere incremento de velocidad a 843 RPM aproximadamente, para lo cual se recomienda el incremento de polea motriz a 9.3/4" de diámetro y cambio de motor a 150 HP, estos cambios podemos ponerlo en ejecución en la bomba A.

# VULCO S.A.

# ASH PUMPS

DATOS DEL CLIENTE	
Nombre	Minsur S.A.
Empresa	Minsur S.A.
Teléfono	línea
Equipo N° (TAG)	Bomba 2GA
Aplicación	Alimentación olla distribuidora Zaranda Stack Sizer
Altura sobre nivel del mar	4,550 [m]
Presión Atmosférica	56,84 [kPa]
Tipo de bomba seleccionada	BOMBAS HORIZONTALES MCH

DATOS DE LA PULPA	
Tipo de pulpa	
Agentes corrosivos	
Factor de espuma (si lo hay)	1,00
Tamaño medio de partículas D50	0,618 Micrones
Vel. trans. recomendada	1 a 1,5 [m/s]
Gravedad Esp. de los sólidos	2,77
Gravedad Esp. de la pulpa	1,72
Gravedad Esp. del líquido	1,00
% sólidos en peso	65,35 %
% sólidos en Volumen	40,51 %
Temperatura de la pulpa	12,00 [°C]
Presión de vapor	[kPa]

DATOS DE OPERACION	
CAUDAL Q [m3/hr]/[GPM]	440,00 1.937,32
Ton. Secas/día   Horas/día	
% Carga Circulante (% cc)	
Altura Dinámica Total TDH [m]/[ft]	34,3 112,4
Diferencia de altura estática	21,00 [m]
Presión de descarga	[kPa]
Largo de tubería	33,00 [m]
Diámetro interior tubería	152,4 [mm]
Velocidad de transporte	6,70 [m/s]
Factor de rugosidad "C"	130
Fittings (largo equivalente)	9,14 [m]
Singularidades	0,50 [m]
NPSHA DISPONIBLE [m]/[ft]	5,9 19,4
H Succión máxima [m]   (pos)/(neg)	1,00 Pos
H Succión Mínima [m]   (pos)/(neg)	0,50 Pos
Largo Tubería Succión	0,50 [m]
Diámetro Interior Tubería Succ.	304,8 [mm]
Velocidad de succión	1,68 [m/s]
Factor de rugosidad "C"	130
Fittings Succ. (largo equivalente)	[m]
Singularidades Succ.	[m]

EQUIPO SELECCIONADO	
BOMBA: ASH 150 MCH	
Número de Bombas en serie	1
Q Selección	440,00 [m3/h]
TDH selección corregido	34,27 [m]
Porc. derrateo por sólidos	
Ø impulsor	560 [mm]
RPM corregida por sólidos	843 [RPM]
Eficiencia corregida por sólidos	72,56 %
BHP agua	75,74 [HP]
BHP pulpa	130,05 [HP]
NPSH Pequerido	4,34 [m]
Altura succ máx (sólo SRC)	[m]
Presión agua de sello (SRH)	40,47 [psi]
Material de carcasa	Fundición Gris
Presión máxima de trabajo	9 [bar]
Velocidad periférica impulsor	24,8 [m/s]
Revestimiento bomba	Caucho
Revestimiento disco succión	Caucho
Revestimiento impulsor	Metalico
Potencia requerida	150 [HP]
Seleccione motor apto para operar a 4550 [m.s.n.m.]	
Factor derrateo potencia por altura	0,79

OBSERVACIONES	

Figura 16: Diseño de bombas 2G Vulco

**4.3.5.3. INFORME DE EVALUACIÓN BBA. 13G-C**

A : Julio Rodríguez - Planeamiento Planta Concentradora

DE: Héctor Rivera - Tec. Predictivo Planeamiento Planta Concentradora

ASUNTO: Informe de evaluación Bba. 13G-C

FECHA : San Rafael, 24 de Febrero del 2013

**OBJETIVO**

El presente informe tiene por objetivo dar a conocer los cambios a realizarse.

**OBSERVACIONES**

EQUIPO	13GC - Actual	13GC - Después
Modelo de bomba	4X3 Denver	4X3 Denver
Rpm - Motor	1 780	1 780
Rpm-Bomba	1 766	2 100
Polea motriz	6 1/2"	73/8"
Polea conducida	6 1/4"	6 1/4"
Caudal (GPM)	390 GPM	430 GPM
Amperaje de trabajo	25 AMP.	X AMP.
Amperaje nominal - placa	36 AMP.	36 AMP.
Potencia Motor	30HP	30HP
Presión descarga PSI - Ciclón	30 psi	30 psi

ANALISIS GRANULOMETRICO DEL ALIMENTO A LA BOMBA 13GC

DATOS METALÚRGICOS BOMBA 13GC	
Gravedad Especifica	3.06
Solidos (%)	15.66
Densidad de Pulpa (Kg/L)	1.118
d50 (micras)	89

Malla	Abertura (µ)	Peso (g)	% Peso	% Acum. Ret.	% Acum. Pass.	D50
30	600	1.8	0.57	0.57	99.43	
40	425	12.8	4.08	4.65	95.35	
50	300	20.4	6.50	11.15	88.85	
70	212	17.5	5.57	16.72	83.28	
100	150	35.2	11.21	27.93	72.07	
140	106	41.7	13.28	41.21	58.79	89
200	75	51.7	16.46	57.68	42.32	
270	53	43.2	13.76	71.43	28.57	
325	45	21.7	6.91	78.34	21.66	
400	38	13.7	4.36	82.71	17.29	
<400	<38	54.3	17.29	100.00	0.00	
Total		314.0	100.00			

ANEXOS

## VULCO S.A.

## Galigher

ASHPUMPS

DATOS DEL CLIENTE		DATOS DE LA PULPA	
Nombre	MINSUR S.A.	Tipo de pulpa	
Empresa	MINSUR S.A.	Agentes corrosivos	
Teléfono		Factor de espuma (si lo hay)	1.00
		Tamaño medio de partículas (D50)	89 Micrones
		Vel. trans. recomendada	3.5 a 4.5 (m/s)
Equipo N° (TAG)	Circuito de bombeo 13g	Gravedad Esp. de los sólidos	3.06
Aplicación	Bomba 13gc mejor eficiencia, 21-02-2013	Gravedad Esp. de la pulpa	1.12
Altura sobre nivel del mar	4,535 (m)	Gravedad Esp. del líquido	1.00
Presión Atmosférica	56.84 (kPa)	% sólidos en peso	15.66 %
Tipo de bomba seleccionada	BOMBAS HORIZONTALES SFH	% sólidos en Volumen	5.72 %
		Temperatura de la pulpa	10.00 (°C)
		Presión de vapor	(kPa)

DATOS DE OPERACION		EQUIPO SELECCIONADO	
CAUDAL Q (m <sup>3</sup> /hr)(GPM)	98.00 431.49	BOMBA:	ASH 403 SFH
Ton. Secada/día   Horas/día		Número de Bombas en serie	1
% Carga Circulante (%)		Q Selección	98.00 (m <sup>3</sup> /h)
Altura Dinámica Total TDH (m)(ft)	33.6 110.4	TDH selección corregido	34.05 (m)
Diferencia de altura estática	11.00 (m)	Porc. derrateo por sólidos	1.2%
Presión de descarga	206.89 (kPa)	Ø impulsor	229 (mm)
Largo de tubería	15.00 (m)	RFM corregida por sólidos	2.106 (RFM)
Diámetro interior tubería	101.6 (mm)	Eficiencia corregida por sólidos	74.51 %
Velocidad de transporte	3.36 (m/s)	BHP agua	16.12 (HP)
Factor de rugosidad C <sup>*</sup>	1.30	BHP pulpa	18.03 (HP)
Fittings (largo equivalente)	11.18 (m)	NPSH Requerido	3.90 (m)
Singularidades		Altura succ. máx (sólo SFC)	(m)
NPSHA DISPONIBLE (m)(ft)	5.6 18.4	Presión agua de sello (SFA)	476.22 (kPa)
H Succión Máx a (m)   (pos)(neg)	0.50 Pos	Material de carcasa	Fundición Gris
H Succión Mín a (m)   (pos)(neg)	0.20 Pos	Presión máxima de trabajo	9 (bar)
Largo Tubería Succión	0.60 (m)	Velocidad periférica impulsor	25.3 (m/s)
Diámetro Interior Tubería Succ.	152.4 (mm)	Revestimiento bomba	CAUCHO
Velocidad de succión	1.49 (m/s)	Revestimiento disco succión	
Factor de rugosidad C <sup>*</sup>	1.00	Revestimiento impulsor	caucho
Fittings Succ. (largo equivalente)	0.60 (m)	Potencia requerida	21 (HP)
Singularidades Succ.		Seleccione motor apto para operar a 45.35 (m.s.n.m.)	
OBSERVACIONES:		Factor derrateo potencia por altura	0.79
Bomba rebalzando e incrementa velocidad para mejorar eficiencia Q actual = 390 gpm / Q después = 430 gpm			

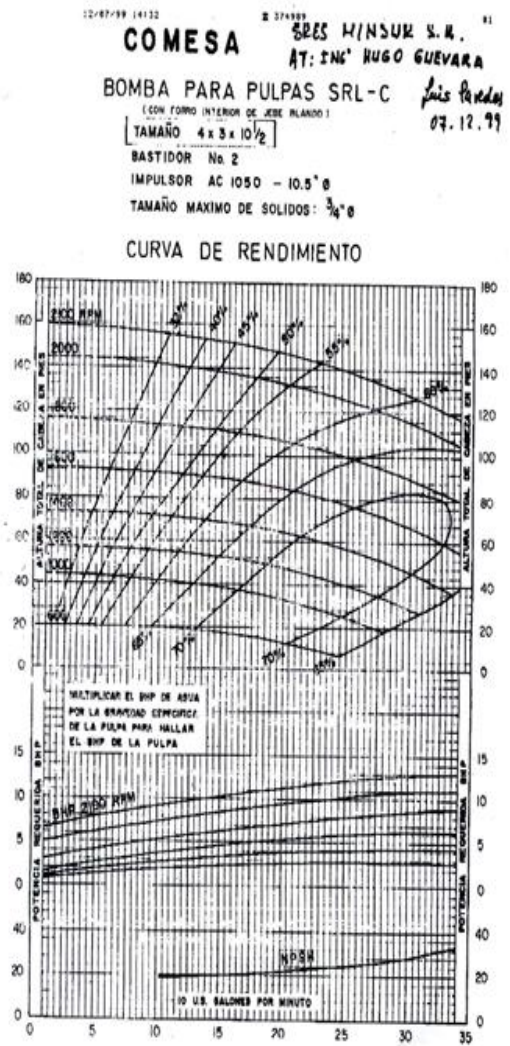


Figura 17: Diseño de bombas 13G Vulco

RECOMENDACIONES

Cambiar polea motriz a 7 3/8" para conseguir una RPM de 2 100 en la Bba.

#### 4.3.5.4. INFORME DE SELECCIÓN DE BBA. POZA DE LODOS

A : Julio Rodríguez - Planeamiento Planta Concentradora

DE: Héctor Rivera, F. Pacco - Tec. Predictivo Planeamiento Planta Concentradora

ASUNTO: Informe de Selección de Bba. Poza de Lodos

FECHA : San Rafael, 27 de Enero del 2015

---

#### OBJETIVO

El presente informe tiene por objetivo dar a conocer modificaciones en la posición referida.

#### 2. Datos iniciales:

- Capacidad de 1 poza:  $11,9\text{m} \times 1,5\text{m} \times 1,5\text{m} = 26,7\text{m}^3$
- Longitud de tubería total: 406 m.
- Altura de cabeza: 5 m.

#### 3. Datos calculados:

- Altura dinámica total (ADT): 20 m. (incluye pérdidas por longitud).
- Caudal promedio de bombeo: 317 GPM / 20 L/S.

#### 4. Observaciones:

Con la bomba actual instalada 65-160 Hidrostral el ADT es insuficiente.

#### 5. Recomendaciones:

A. Se eligió el modelo siguiente 65-200 Hidrostral. Con las siguientes características:

- Modelo de Bomba: 65-200 Hidrostral
- Potencia de Motor: 10 HP
- Rpm Motor: 1 745
- Diámetro de Tubería HDP: 4"

- Diámetro de Impulsor: 210 mm
- Eficiencia de bombeo: 74%.

B. Con esta nueva bomba se reducirá el tiempo de llenado de la cisterna de 12m<sup>3</sup> a 10 minutos

ADT: 20m

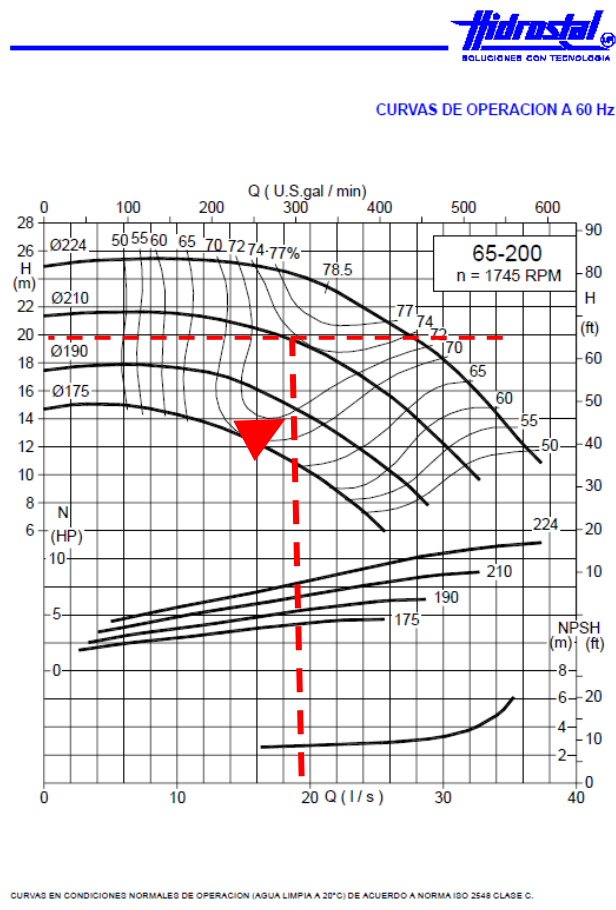


Figura 18: Curva de operación bombas Hidrostat



### 4.3.6. IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES CRÍTICOS

De igual manera que los repuestos críticos la importancia de componentes es vital en el funcionamiento de los equipos, conociendo los riesgos de no contar oportunamente con estos, asimismo la importancia de contar con un plan de contingencia, a continuación se muestran los siguientes cuadros en base a los componentes de equipos críticos de la unidad minera San Rafael MINSUR S.A.

**Tabla 26: Componentes críticos faja JM01**

AREA		PLANTA CONCENTRADORA			
SUB AREA		FAJAS - MOLIENDA			
EQUIPO		FAJA JM 01			
Componente	Cant	Riesgos	Plan de contingencia	Observaciones	
Moto reductor de 9,2 Kw	1	Parada de planta. Disminuye la producción en 21%	Se tiene motor Stand By. <b>TIEMPO DE PARADA 0,21 DIAS</b>	Se dejaría de procesar	613,00
Marca Sew - Eurodrive					
Modelo R97DV132ML4				<b>TMSD</b>	

**FUENTE:** Autor de Informe



**Figura 19: Faja JM 01**



**Tabla 27: Componentes críticos faja JM02**

AREA		PLANTA CONCENTRADORA			
SUB AREA		FAJAS - MOLIENDA			
EQUIPO		FAJA JM 02			
Componente	Cant	Riesgos	Plan de contingencia	Observaciones	
Moto reductor de 4,8 Kw Marca Delcrosa Modelo NV100L4	1	Parada de planta. Disminuye la producción en 21%	Se tiene motor Stand By. <b>TIEMPO DE PARADA 0,21 DIAS</b>	Se dejaría de procesar <b>TMSD</b>	<b>613,00</b>

**FUENTE:** Autor de Informe



**Figura 20: Faja transportadora JM 02**

**Tabla 28: Componentes críticos faja JM03**

AREA		PLANTA CONCENTRADORA			
SUB AREA		FAJAS - MOLIENDA			
EQUIPO		FAJA JM 03			
Componente	Cant	Riesgos	Plan de contingencia	Observaciones	
Motor reductor de 20					
HP	Marca Sew -	Parada de planta.	Se tiene motor Stand By.	Se dejaría de	
Eurodrive	1	Disminuye la producción en 25%	<b>TIEMPO DE PARADA 0,25 DIAS</b>	<b>procesar 735,00 TMSD</b>	
Modelo	R107DV180M4				

**FUENTE:** Autor de Informe



**Figura 21: Faja JM 03**

**Tabla 29: Componentes críticos molino de barras 9.5x13**

AREA		PLANTA CONCENTRADORA		
SUB AREA		MOLIENDA PRIMARIA		
EQUIPO		MOLINO DE BARRAS 9.5X13		
Componente	Cant	Riesgos	Plan de contingencia	Observaciones
Piñón y Catalina	1	Disminución de la producción de planta concentradora en 51 % por falla (rotura) del piñón y/o catalina del Molino.	En stock tenemos 01 piñón y Catalina. <b>TIEMPO DE CAMBIO: 4 DIAS</b>	La transmisión Piñón-Catalina se cambió en el año 2013. <b>Se dejaría de procesar 6 000,00 TMSD.</b> Se realiza
Reductor de velocidad	1	Disminución de la producción de planta concentradora en 51% por falla del reductor de velocidad.	Se tiene 01 reductor en stock <b>TIEMPO DE CAMBIO: 1,5 DIAS</b>	inspecciones predictivas para evaluar su estado. <b>Se dejaría de procesar 2 250,00 TMSD</b>

**FUENTE:** Autor de Informe



**Figura 22: Molino de barras 9.5X13**

**Tabla 30: Componentes críticos molino de bolas 8X8A**

AREA		PLANTA CONCENTRADORA		
SUB AREA		MOLIENDA SECUNDARIA		
EQUIPO		MOLINO DE BOLAS 8X8 "A"		
Componente	Cant	Riesgos	Plan de contingencia	Observaciones
Reductor de velocidad	1	Disminución de la producción de planta concentradora en (37) por falla del reductor de velocidad.	Se tiene 01 reductor en stock <b>TIEMPO DE CAMBIO: 1,5 DIAS</b>	Se realiza inspecciones predictivas para evaluar su estado. <b>Se dejaría de procesar 1 632,00 TMSD</b>
Contraeje helicoidal	1	Disminución de la producción de planta concentradora en (37%) por falla (rotura) del contraeje.	En proceso de cotización, se incluirá en el Capex 2015. Se tiene 1 reparado expomin <b>TIEMPO DE CAMBIO: 1 DIAS</b>	De acuerdo a Monitoreos predictivo. <b>Se dejaría de procesar 1 204,00 TMSD</b>

**FUENTE:** Autor de Informe



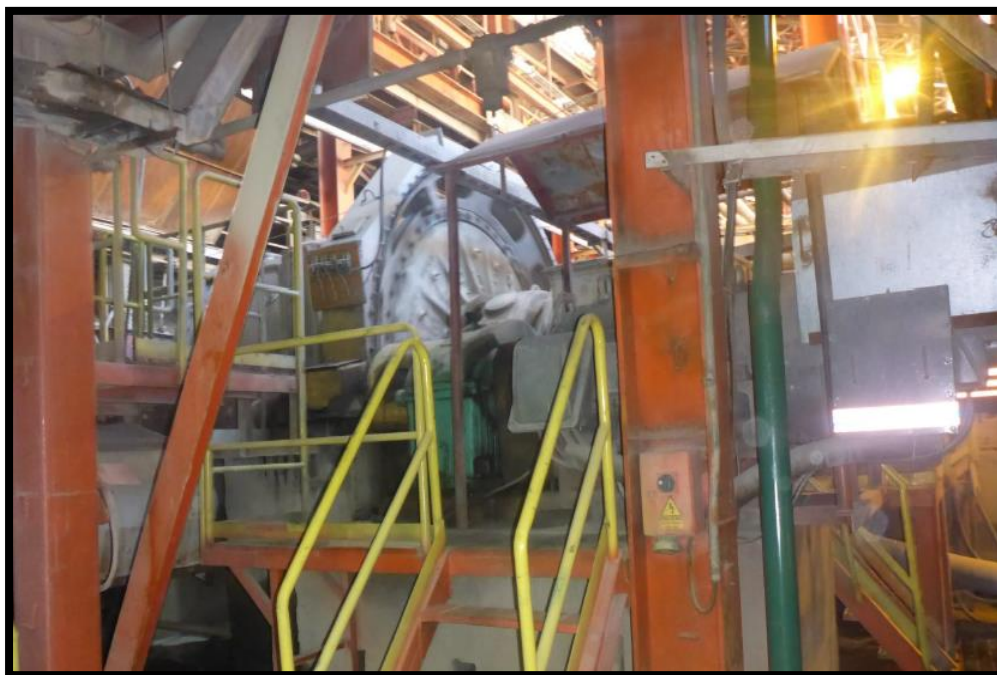
**Figura 23:** Molino de bolas 8X8 A



**Tabla 31: Componentes críticos molino de bolas 8X8B**

AREA	PLANTA CONCENTRADORA			
SUB AREA	MOLIENDA SECUNDARIA			
EQUIPO	MOLINO DE BOLAS 8X8 "B"			
Componente	Cant	Riesgos	Plan de contingencia	Observaciones
Reductor de velocidad	1	Disminución de la producción de planta concentradora en (37%) por falla del reductor de velocidad.	Se tiene 01 reductor en stock <b>TIEMPO DE CAMBIO: 1,5 DIAS</b>	Se cambió un reductor nuevo en Marzo del 2014. <b>Se dejaría de procesar 1 602,00 TMSD</b>
Contraeje helicoidal	1	Disminución de la producción de planta concentradora en (37%) por falla (rotura) del contraeje.	En proceso de cotización. Se tiene 1 reparado expomin <b>TIEMPO DE CAMBIO: 1 DIAS</b>	De acuerdo a Monitoreos predictivo. <b>Se dejaría de procesar 1 068,00 TMSD</b>

**FUENTE:** Autor de Informe



**Figura 24:** Molino de bolas 8X8B

**Tabla 32: Componentes críticos espesador 120**

AREA		PLANTA CONCENTRADORA		
SUB AREA		FLOTACION		
EQUIPO		ESPESADOR 120'		
Componente	Cant	Riesgos	Plan de contingencia	Observaciones
Motor de 20 HP	1	Disminución de la producción de tratamiento a 10%	Se incluirá en Capex de 2015. <b>TIEMPO DE PARADA 0,16 DIAS</b>	<b>Se dejaría de procesar 100,00 TMSD</b>
Reductor SCD1002	1	Disminución de la producción de tratamiento a 10% por falla del reductor.	No se cuenta con stock. <b>TIEMPO DE CAMBIO: 1 DIAS</b>	Se tiene la compra de 1 mecanismo Inversión 2014. <b>Se dejaría de procesar 294,00TMSD</b>

**FUENTE:** Autor de Informe



**Figura 25: Espesador 120'**

**Tabla 33: Componentes críticos molino de bolas 7X8**

AREA		PLANTA CONCENTRADORA			
SUB AREA		MOLIENDA TERCIARIA			
EQUIPO		MOLINO DE BOLAS 7X8			
Componente	Cant	Riesgos	Plan de contingencia	Observaciones	
Trunnion Liner Alimentación / Descarga	1	Disminución de la producción de concentradora en 15% por desgaste y/o rotura de los Trunnion Liner.	Cod. SAP 305280 Cod. SAP 305279 , No se cuenta con Stock <b>TIEMPO DE CAMBIO: 1 DIAS</b>	Ultima Fecha de Reemplazo Enero 2012 y Abril 2008, en proceso de cotización. <b>Se dejaría de pasar 420,00 TMSD</b>	
Transmisión Contra Eje	1	Disminución de la producción de concentradora en 15%, por falla del contra eje (rotura o fatiga).	Cod. SAP 333659 , Se cuenta con un contraeje completo en expomin <b>TIEMPO DE CAMBIO: 1 DIAS</b>	Se tiene un Stand By Reparado, en proceso de cotización. <b>Se dejaría de pasar 420,00 TMSD</b>	
Motor de 230 Kw	1	Disminución de la producción de concentradora en 15%. Por falla en el motor de 230 Kw.	Se tiene motor Stand By. <b>TIEMPO DE PARAD 0,42 DIAS</b>	Se recomienda adquirir motor nuevo ya que el Stand By es antiguo. <b>Se dejaría de procesar 175,00 TMSD</b>	

**FUENTE:** Autor de Informe



**Figura 26: Molino de bolas 7X8**



**Tabla 34: Componentes críticos molino de bolas 7X12**

Componente	Cant	Riesgos	Plan de contingencia	Observaciones
<b>AREA PLANTA CONCENTRADORA</b> <b>SUB AREA MOLIENDA TERCIARIA</b> <b>EQUIPO MOLINO DE BOLAS 7X12</b>				
Reductor de velocidad	1	Disminución de la producción en 15% por falla del reductor de velocidad	Se tiene O/C 4500148420 <b>TIEMPO DE CAMBIO: 1 DIAS</b>	Se tiene un Stand By Reparado y se encuentra en inversión 2014 la compra de uno Nuevo. <b>Se dejaría de procesar 420,00TMSD</b>
Contraeje	1	Disminución de la producción en 15% por fallas del contra eje (rotura o fatiga)	Se tiene O/C 4500161983 <b>TIEMPO DE CAMBIO: 1 DIAS</b>	Se tiene O/C con Fecha de Entrega 26/06/2014 Programado su reemplazo periodo 2015. <b>Se dejaría de procesar 420,00 TMSD</b>
Motor de 335 Hp	1	Disminución de la producción de planta concentradora en 15%. Por falla en el motor de 335 Hp	Se tiene motor Stand By. <b>TIEMPO DE PARADA 0,42 DIAS</b>	<b>Se dejaría de procesar 175,00 TMSD</b>

**FUENTE:** Autor de Informe



**Figura 27: Molino de bolas 7X12**



**Tabla 35: Componentes críticos molino de bolas 5X10**

AREA PLANTA CONCENTRADORA				
SUB AREA MOLIENDA TERCIARIA				
EQUIPO MOLINO DE BOLAS 5X10				
Componente	Cant	Riesgos	Plan de contingencia	Observaciones
Trunnion Liner Alimentación / Descarga	1	Disminución de la producción de planta concentradora en 15% por desgaste y/o rotura de los Trunnion Liner.	Cod SAP 326245 / Cod SAP 326246 , Se tiene Stock <b>TIEMPO DE CAMBIO: 1 DIAS</b>	Se programará su cambio para el año 2015, previa evaluación y medición. <b>Se dejaría de pasar 420,00 TMSD</b>
Transmisión Contra Eje	1	Disminución de la producción de planta concentradora en 15% por falla del contraeje (rotura o	Cod SAP 305197 , No se cuenta con Stock <b>TIEMPO DE CAMBIO: 1 DIAS</b>	Ultima Fecha de Reemplazo Junio 2013. <b>Se dejaría de pasar 420,00 TMSD</b>
Contraeje piñón	1	Disminución de la producción de planta concentradora en 15%.	2014, está en proceso de aprobación. <b>TIEMPO DE PARADA 0,16 DIAS</b>	<b>Se dejaría de procesar 70,00 TMSD</b>

**FUENTE:** Autor de Informe

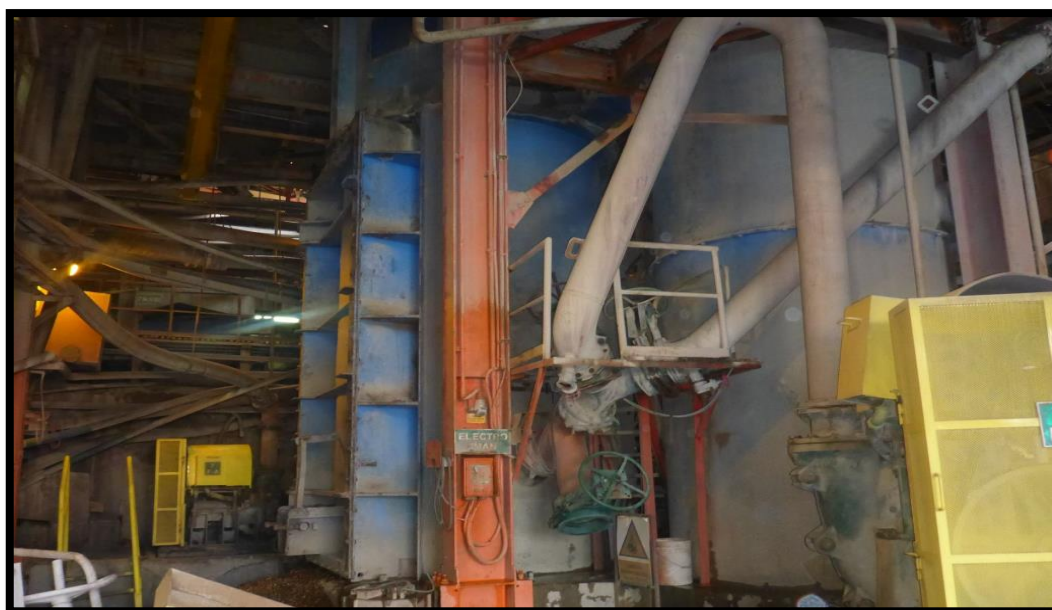


**Figura 28: Molino de bolas 5X10**

**Tabla 36: Componentes críticos molino vertical**

AREA	PLANTA CONCENTRADORA			
SUB AREA	MOLIENDA TERCIARIA			
EQUIPO	MOLINO VERTICAL			
Componente	Cant	Riesgos	Plan de contingencia	Observaciones
Motor de 500HP	1	Disminución de la producción de planta concentradora en 15%. Por falla en el motor de 500 Hp.	Se tiene motor Stand By. <b>TIEMPO DE PARADA 0,33 DIAS</b>	<b>Se dejaría de procesar 140,00 TMSD</b>
Reductor de velocidad	1	Disminución de la producción de planta concentradora en (15%) por falla del reductor.	Se tiene 01 reductor en stock. (Activos) <b>TIEMPO DE CAMBIO: 2 DIAS</b>	Se programará su cambio para el año 2015. <b>Se dejaría de procesar 840,00 TMSD</b>
Eje Helicoidal	1	Disminución de la producción de planta concentradora en (15%) por falla del eje Helicoidal (rotura).	Se tiene 01 eje helicoidal en stock (Activos) <b>TIEMPO DE CAMBIO: 3 DIAS</b>	Cada parada de planta se inspecciona el eje helicoidal. <b>Se dejaría de procesar 1 260,00 TMSD</b>

**FUENTE:** Autor de Informe



**Figura 29: Molino de bolas Vertical**

**Tabla 37: Componentes críticos espesador 80**

AREA		PLANTA CONCENTRADORA		
SUB AREA		FLOTACION		
EQUIPO		ESPESADOR 80'		
Componente	Cant	Riesgos	Plan de contingencia	Observaciones
Reductor Sistema Transmisión	1	Disminuye el tiempo de vida de la relavera y se dejaría de enviar relaves a planta PRELL	Se tiene O/C 4600016638 <b>TIEMPO DE CAMBIO: 1 DIAS</b>	Mecanismo completo de Arrastre fue reemplazado en Febrero 2014. Reductor en proceso de cotización. <b>Se envía la carga hacia la relavera III</b>

**FUENTE:** Autor de Informe

**Tabla 38: Componentes críticos chancadora 24x36**

AREA		PLANTA CONCENTRADORA		
SUB AREA		CHANCADO PRIMARIO		
EQUIPO		CHANCADORA DE QUIJADAS 24X36		
Componente	Cant	Riesgos	Plan de contingencia	Observaciones
Eje excéntrico	1	Disminución de la producción de planta concentradora por falla (rotura) del eje excéntrico Se baja el tratamiento al 50%	Tener 1 eje en stand By , se tiene planificado su cambio en el 2015 <b>TIEMPO DE CAMBIO: 1 DIAS</b>	El cambio del eje demora 2 días y se <b>deja de procesar 1 470,00 TMSD</b>
Piñón y Catalina	1	Corte de alimentación de mineral a la planta por falla de estos engranajes. Si no se tiene mineral en las tolvas se disminuye la producción en 100%	Se tiene 1 juego en stock <b>TIEMPO DE CAMBIO: 1 DIAS</b>	Cada parada de planta se inspecciona estos engranajes. <b>Se deja de procesar 2 940,00 TMSD</b>
Motor de 100 HP	1	Baja de producción. Se baja el tratamiento al 50%	Se tiene motor Stan by de 75 Hp. <b>TIEMPO DE PARADA 0,42 DIAS</b>	<b>Se dejaría de procesar 613,00 TMSD.</b>

**FUENTE:** Autor de Informe

**Tabla 39: Componentes críticos chancadora Sandvik**

AREA PLANTA CONCENTRADORA				
SUB AREA CHANCADO SECUNDARIO				
EQUIPO CHANCADORA SANDVIK CH-440				
Componente	Cant	Riesgos	Plan de contingencia	Observaciones
Contraeje y Corona dentada	1	Parada de planta por falta de mineral chancado por falla del contraeje y/o corona dentada de la chancadora. Si no se tiene mineral en las tolvas se disminuye la producción en 100%	Se tiene corona y piñón en stock en depósito. <b>TIEMPO DE CAMBIO: 1 DIAS</b>	Su reemplazo debe ser a las 8 000 Hrs, planificado para el periodo 2016. <b>Se deja de procesar 2 940,00 TMSD</b>
Motor de 220Kw	1	Si no se tiene mineral en las tolvas se disminuye la producción en 100%	Se tiene motor Stand By. <b>TIEMPO DE PARADA 0,42 DIAS</b>	<b>Se dejaría de procesar 1 225,00 TMSD.</b>

**FUENTE:** Autor de Informe

**Tabla 40: Componentes críticos chancadora HP500**

AREA PLANTA CONCENTRADORA				
SUB AREA CHANCADO SECUNDARIO				
EQUIPO CHANCADORA CONICA HP 500				
Componente	Cant	Riesgos	Plan de contingencia	Observaciones
Contraeje y Corona dentada	1	Parada de planta por falta de mineral chancado por falla del contraeje y/o corona dentada de la chancadora. Si no se tiene mineral en las tolvas se disminuye la producción en 100%	Se tiene 1 juego en stock. <b>TIEMPO DE CAMBIO: 1,5 DIAS</b>	Su reemplazo debe ser a las 8 000 Hrs, planificado para el periodo 2015. <b>Se deja de procesar 4 410,00 TMS</b>
Motor de 375 Kw/500 HP	1	Si no se tiene mineral en las tolvas se disminuye la producción en 100%	Se tiene motor Stand By. <b>TIEMPO DE PARRADA 0,42 DIAS</b>	<b>Se dejaría de procesar 1 225,00 TMSD.</b>

**FUENTE:** Autor de Informe

#### **4.3.7. LISTADO DE REPUESTOS EQUIPOS CRÍTICOS**

Es de vital importancia realizar un seguimiento logístico al total de repuestos críticos en almacén de la Unidad Minera San Rafael asegurándose en sistema (SAP modulo PM) y en físico la existencia y conformidad de estos, (Ver relación de repuestos críticos Anexos A - O).

#### **4.4. CONTROL DE COSTOS**

##### **4.4.1. PRESUPUESTO OPERATIVO (OPEX) – PLANTA**

Para realizar la proyección de gastos operativos (OPEX) es de vital importancia conocer las metas establecidas y rendimientos en planta concentradora para establecer los futuros gastos operativos, estos son calculados en función a datos estadísticos de años anteriores.

El área de planeamiento de planta concentradora cuenta con toda la información en el sistema SAP ya que tiene acceso a las diversas áreas en el sistema como:

- Logística: módulo MM (Materials Management).
- Producción PP (Production Planning) .
- Finanzas: módulo FI (Financial Accounting).
- Mantenimiento: módulo PM (Plant Maintenance).
- Recursos Humanos: módulo HCM (Human Capital Management).

**Tabla 41: Proyección 2015 planta concentradora**

Detalle		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Toneladas Tratadas													
Pta Conc.	TMD	2 614	2 940	2 940	2 940	2 940	2 940	2 940	2 940	2 940	2 940	2 940	2 940
LEY % Sn Toneladas													
Tratadas	% Sn	2,161%	2,175%	2,094%	2,203%	2,123%	2,171%	2,030%	2,188%	2,276%	2,271%	2,309%	2,312%
Toneladas Tratadas #													
Pta Conc.	días	23,0	28,0	31,0	28,0	31,0	30,0	29,0	31,0	30,0	29,0	30,0	35,5
Toneladas Tratadas													
Planta C.	Ton	60 120	82 320	91 140	82 320	91 140	88 200	85 260	91 140	88 200	85 260	88 200	104 370
TN Conc. Producción													
Gravimetría	Ton	1 738	2 420	2 569	2 455	2 609	2 589	2 319	2 697	2 723	2 626	2 764	3 275
Ley % Sn en Conc.													
Gravimetría	% Sn	57,68%	57,71%	57,51%	57,78%	57,58%	57,70%	57,35%	57,74%	57,94%	57,92%	58,01%	58,01%
TN Conc. Producción													
Flotación	Ton	378	517	572	518	572	554	537	573	560	541	564	667
Ley % Sn en Conc.													
Flotación	% Sn	37,82%	37,83%	37,73%	37,87%	37,77%	37,83%	37,66%	37,85%	37,97%	37,97%	38,02%	38,03%
<b>TOTAL</b>													
<b>CONCENTRADO Sn</b>	<b>Ton</b>	<b>2 116</b>	<b>2 938</b>	<b>3 141</b>	<b>2 974</b>	<b>3 181</b>	<b>3 143</b>	<b>2 856</b>	<b>3 270</b>	<b>3 283</b>	<b>3 167</b>	<b>3 327</b>	<b>3 942</b>
Ley % Sn	% Sn	54,13%	54,21%	53,91%	54,31%	54,02%	54,20%	53,65%	54,25%	54,53%	54,51%	54,62%	54,63%
Recuperación	%	88,17%	88,95%	88,73%	89,03%	88,81%	88,95%	88,53%	88,99%	89,19%	89,18%	89,25%	89,26%
<b>FINOS de Sn</b>	<b>Ton</b>	<b>1 145</b>	<b>1 592</b>	<b>1 693</b>	<b>1 615</b>	<b>1 718</b>	<b>1 704</b>	<b>1 532</b>	<b>1 774</b>	<b>1 790</b>	<b>1 726</b>	<b>1 817</b>	<b>2 153</b>

**FUENTE:** Área de planeamiento Planta Concentradora – U.M. San Rafael MINSUR S.A. 2015

**Tabla 42: Cuadro de rendimientos - planta concentradora**

Detalle	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Aceros Molinos: Kg												
/ TT	0,508	0,508	0,508	0,508	0,508	0,508	0,508	0,508	0,508	0,508	0,508	0,508
Aceros Molinos: Kg												
/ TT	1,080	1,080	1,080	1,080	1,080	1,080	1,080	1,080	1,080	1,080	1,080	1,080
Ácido Sulfúrico:												
Kg/TT	1,337	1,337	1,337	1,337	1,337	1,337	1,337	1,337	1,337	1,337	1,337	1,337
Aeropromoter:												
Kg/TT	0,133	0,133	0,133	0,133	0,133	0,133	0,133	0,133	0,133	0,133	0,133	0,133
Dowfroth: Kg/TT	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027	0,027
Xantato: Kg/TT	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074	0,074
Metil Isobutil												
Carbinol: Kg/TT	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039	0,039
Floculante: Kg/TT	0,046	0,046	0,046	0,046	0,046	0,046	0,046	0,046	0,046	0,046	0,046	0,046
Antiespumante:												
Kg/TT	0,044	0,044	0,044	0,044	0,044	0,044	0,044	0,044	0,044	0,044	0,044	0,044
Cal: Kg/TT	2,017	2,017	2,017	2,017	2,017	2,017	2,017	2,017	2,017	2,017	2,017	2,017
Kwh/TT	58,80	58,80	58,80	58,80	58,80	58,80	58,80	58,80	58,80	58,80	58,80	58,80

**FUENTE:** Área de Operaciones Planta Concentradora – U.M. San Rafael MINSUR

S.A. 2015

NOTA: TT Tonelada tratada



**Tabla 43: OPEX 2015 – Planta concentradora**

PRESUPUESTO AÑO	2015 / 2		2015 / 3		2015 / 4		2015 / 5		2015 / 6		2015 / 7	
2015	2015 / 1 P	P	2015 / 3 P	4 P	P	2015 / 6 P	P	P	P	10 P	P	2015 / 12 P
<u>Materiales Planta</u>												
(\$) Bolas y Barras	152 746	169 112	152 746	169 112	163 657	158 202	169 112	163 657	158 202	163 657	193 661	
(kg) Bolas y Barras	95 442	130 685	144 687	130 685	144 687	140 019	135 352	144 687	140 019	135 352	140 019	165 689
(\$) Reactivos	103 560	141 801	156 993	141 801	156 993	151 929	146 865	156 993	151 929	146 865	151 929	179 783
(\$) Ácido Sulfúrico	13 251	18 143	20 087	18 143	20 087	19 439	18 791	20 087	19 439	18 791	19 439	23 003
(kg) Ácido Sulfúrico	80 404	110 094	121 889	110 094	121 889	117 957	114 026	121 889	117 957	114 026	117 957	139 583
(\$) Oxido de Calcio	18 988	25 999	28 785	25 999	28 785	27 856	26 927	28 785	27 856	26 927	27 856	32 963
(kg) Oxido de Calcio	121 280	166 064	183 856	166 064	183 856	177 925	171 994	183 856	177 925	171 994	177 925	210 545
(\$) Aeropromoter	27 625	37 826	41 879	37 826	41 879	40 528	39 177	41 879	40 528	39 177	40 528	47 958
(Kg) Aeropromoter	3 623	4 961	5 493	10 928	12 099	11 709	11 319	12 099	11 709	11 319	11 709	13 855
(\$) Xantato	12 334	16 888	18 697	16 888	18 697	18 094	17 491	18 697	18 094	17 491	18 094	21 412
(kg) Xantato	4 435	6 073	6 723	6 073	6 723	6 506	6 290	6 723	6 506	6 290	6 506	7 699
(\$) Antiespumante	7 758	10 623	11 761	10 623	11 761	11 382	11 002	11 761	11 382	11 002	11 382	13 468
(kg) Antiespumante	2 643	3 619	4 006	3 619	4 006	3 877	3 748	4 006	3 877	3 748	3 877	4 588
(\$) Dowfroth	4 891	6 697	7 415	6 697	7 415	7 175	6 936	7 415	7 175	6 936	7 175	8 491
(Kg) Dowfroth	1 610	2 204	2 440	2 204	2 440	2 361	2 283	2 440	2 361	2 283	2 361	2 794
(\$) Metil Isobutil	7 693	10 534	11 663	10 534	11 663	11 286	10 910	11 663	11 286	10 910	11 286	13 356
(Kg) Metil Isobutil	2 334	3 196	3 538	3 196	3 538	3 424	3 310	3 538	3 424	3 310	3 424	4 052
(\$) Floculante	11 021	15 090	16 707	15 090	16 707	16 168	15 629	16 707	16 168	15 629	16 168	19 132
(Kg) Floculante	2 744	3 757	4 159	3 757	4 159	4 025	3 891	4 159	4 025	3 891	4 025	4 763

**FUENTE:** Área de planeamiento Planta Concentradora – U.M. San Rafael MINSUR

S.A. 2015

Nota: Todos los valores (\$) están en dólares americanos



**Tabla 44: OPEX 2015 – Mantenimiento planta**

Descrip. Ce.Co.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTAL
<b>C. Quijadas</b>													
24"x36" A y B	13 128	3 338	8 194	12 924	3 289	863	8 081	7 658	2 139	10 557	8 075	1 315	79 562
<b>Chancadora</b>													
Sandvick	16 798	13 214	14 298	14 102	15 951	15 036	12 962	14 970	15 944	15 966	15 648	13 325	178 212
<b>Chancadora HP</b>													
500	40 394	26 852	26 590	26 171	27 216	25 057	29 119	25 833	26 182	47 814	27 250	32 085	360 563
Jig Gekko N°1	1 581	2 602	3 708	2 005	1 362	1 155	14 155	693	7 035	1 259	791	8 644	44 990
Jig Gekko N°2	1 581	2 602	3 708	2 005	1 362	1 155	14 155	693	7 035	1 259	791	8 644	44 990
Molino 5' x 6'	1 952	0	0	29 104	400	0	2 547	178	0	1 749	51	871	36 852
Molino 4' x 4'	2 484	0	8	0	29	48	759	0	0	0	0	0	3 328
Molino 9 1/2' x 13'	91 098	783	634	52 288	587	436	81 098	853	456	51 098	458	853	280 641
Molino 8' x 8' A	35 469	199	3 238	41 038	2 767	422	53 284	2 599	1 555	24 847	786	569	166 772
Molino 8' x 8' B	35 469	199	3 238	41 038	2 767	422	53 284	2 599	1 555	24 847	786	569	166 772
Molino 5' x 10'	8 641	2	404	8 750	456	654	4 560	854	789	49 411	411	354	75 287
Molino 7' x 8'	2 159	2	2 390	5 603	267	1 676	1 150	156	12 025	0	1 956	13 949	41 331
Molino 7' x 12'	1 112	344	1 452	1 919	738	1 202	12 163	610	8 894	14 824	2 341	649	46 249
Molino Vertical	28 854	182	3 856	28 406	3 785	414	27 672	138	829	28 501	1 297	736	124 669
Espesador 120'	247	255	3	0	22	247	2 475	41	0	466	0	8	3 764
<b>Chancadora</b>													
Sandvick	6 000	0	78	1 000	3 575	17	2 713	0	0	0	0	0	13 383
<b>Chancadora HP</b>													
500	0	21	13	0	1	4	0	0	0	0	0	0	39
Jig Gekko N°1	6 524	1	4 787	6 000	1 608	0	8 611	-7	421	4 516	286	4 412	37 160
Jig Gekko N°2	7 520	0	0	5 000	1 610	0	4 757	-2	1 980	4 247	286	3 275	28 675
Molino 5' x 6'	18 915	0	0	3 000	0	6 067	6 368	120	0	1 316	1 230	1 667	38 682
Molino 4' x 4'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Molino 9 1/2' x 13'	44 653	0	0	28 000	0	0	35 467	0	0	16 429	0	0	124 548
Molino 8' x 8' A	14 760	0	0	19 000	0	0	4 762	0	0	10 330	0	0	48 851
Molino 8' x 8' B	16 504	0	0	19 000	0	0	2 416	0	0	2 924	0	0	40 843
Molino 5' x 10'	3 000	0	0	6 000	0	0	360	0	0	2 667	0	0	12 027
Molino 7' x 8'	9 569	0	0	20 000	0	0	0	0	0	1 879	0	0	31 448
Molino 7' x 12'	0	0	0	25 000	0	0	2 342	0	0	4 484	0	0	31 827
Molino Vertical	18 000	0	0	18 000	0	0	18 000	0	0	18 000	0	0	72 000
Espesador 120'	1 988	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1 988
	436			423						339			
	399	50 608	79 584	351	67 824	54 989	410 500	60 127	88 607	707	62 444	94 094	

**FUENTE:** Área de planeamiento Planta Concentradora – U.M. San Rafael MINSUR S.A. 2015

Nota: Todos los valores están en dólares americanos

#### 4.4.2. PRESUPUESTO DE CAPITAL (CAPEX) – PLANTA

El presupuesto CAPEX que se traduce como Capital Expenditure, es el presupuesto al gasto que la empresa realiza en bienes de equipos y que genera beneficio para la compañía, bien sea a través de la adquisición de nuevos activos fijos, o bien a través de aumento en el valor a los activos fijos ya existentes. El CAPEX constituye la caja que una empresa dedica a mantener su inmovilizado en condiciones de producción y funcionamiento estables, que a su vez sirva para mantener funcionando un negocio particular. Por ejemplo, la compra de nuevos ordenadores, de nuevos equipos o de nuevos camiones constituye ejemplos claros de CAPEX.

En términos de contabilidad, los gastos necesarios para acometer todas estas inversiones se capitalizan si contribuyen a incrementar el valor útil del activo en cuestión, y la empresa debe distribuir este gasto capitalizado entre toda su vida útil.

**Tabla 45: CAPEX 2015 Planta concentradora**

AREA USUARIA	NOMBRE DE LA INVERSION	OBJETIVO DE LA INVERSION	Total
Planta Concentradora	Adquisición BOMBAS FLOW SERVE 8LR - 1 Bombas armadas.	Reemplazo por deterioro bomba 36F	80 000
Planta Concentradora	Adquisición BOMBAS INGERSSOLL 6LR-18 - 1 Bombas armadas.	Reemplazo por deterioro bomba 37F	40 000
Planta Concentradora	Adquisición BOMBAS AHS 4X3 SRC - 2 Bombas.	Reemplazo por deterioro bomba 23F-A,B	40 000
Planta Concentradora	Adquisición Bombas de Reactivos - 04 Bombas.	Reemplazo por deterioro (04 de 60 lt/min)	65 000
Planta Concentradora	Adquisición 2 Agitadores de Doble Hélice para Acondicionadores 12x12 - Flotación	Implementar componente crítico, no cuenta con stand by	20 000
Planta Concentradora	Adquisición 04 Tableros MESAS DEISTER	Reemplazo por deterioro	60 000
Planta Concentradora	MESAS HOLLMAN - Compra 10 Mecanismos	Reemplazo de componente por deterioro	80 000
Planta Concentradora	ESPESADOR 120' - 1 Motor Hidráulico, 1 Bomba Sistema Hidráulico, 1 Motor Eléctrico	Repuesto Estratégico	25 000
Planta Concentradora	ESPESADOR 15' (Flotación)- Cambio de sistema de transmisión y rastra	Cambio por deterioro*	50 000
Planta Concentradora	Compra de 2 Vibradores stand By zarandas Chancado Secundario y Terciario	Reemplazo por deterioro (Vida Útil)	50 000
Planta Concentradora	Compra 2 Bomba 1J-A/B por Bomba Comesa 4x3 Sello Húmedo	Reemplazo por deterioro	30 000
Planta Concentradora	Compra de nuevos alimentadores vibratorios (10 unidades), incluye instalación.	Reemplazo de los actuales, desactualizado desde el inicio de operaciones de San Rafael	210 000
Planta Concentradora	Overhaul Planta de Reactivos	Cambio de línea completa de Ácido Sulfúrico	80 000
Planta Concentradora	Reemplazo de Tapa de molino 7x12	Reemplazo por deterioro	30 464
Planta Concentradora	Reemplazo Cilindro Molino 5x6	Reemplazo por deterioro	15 321
Planta Concentradora	Proyecto instalación de Grizzly Chancado Primario	Ampliación de Planta	400 000
Planta Concentradora	Válvulas Electro neumáticas 8" y 10"	Control del Circuito de Línea de Agua a Planta Concentradora	50 000
Planta Concentradora	Reemplazo Electro Imán ERIEZ SE 7520	Reemplazo para Optimizar la limpieza y/o captura de contaminantes de fierro y que al retirarlas se protejan las chancadoras y de los cortes de estas las fajas	78 000
Planta Concentradora	Reemplazo de Imanes Suspendidos (CHP-03; CHS-01; CHS-02; CHT-01)	Aumentar el campo magnético para capturar y optimizar el circuito de chancado	80 000
Planta Concentradora	Bomba Hidrostral 65x250 Pos. 8J-C/D (Motor y Tablero)	Implementación Equipo Stand By	20 000
Planta Concentradora	Bombas para nuevos circuitos - Planta concentradora	Implementación	500 000
<b>TOTAL</b>			<b>2 003 786</b>

**FUENTE:** Área de planeamiento Planta Concentradora – U.M. San Rafael MINSUR S.A. 2015

### 4.5. REPORTES OPERACIONALES PLANTA

#### 4.5.1. INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD OPERATIVA

Los resultados del planeamiento y control de equipos críticos en planta concentradora se ven reflejado en los reportes metalúrgicos como cumplimiento de metas establecidas Frct (Forecast), asimismo en reportes de disponibilidad de equipos en sus diversas secciones de planta.

UNIDAD OPERATIVA SAN RAFAEL (SR)												Semana 19			Explicación
Indicador	Unidad	Semana N° 19			Acumulado Mensual			MES	Acumulado Trimestral						
		02-may	al	08-may	01-may	al	08-may	MAYO	01-abr	al	08-may				
		Real	Frct	%	Real	Frct	%	Frct	Real	Frct	%				
<b>Planta de Gravimetría</b>															
Mineral Alimentado	t	18,369	20,020	92%	21,237	22,880	93%	88,660	103,263	108,680	95%	Menor tonelaje, por tratamiento de mineral de alta ley proveniente de tajos. Problemas mecánicos en el molino 9'Ø x 13'.			
Ley de Sn en Mineral Alimentado	%	2.39%	2.63%	91%	2.31%	2.63%	88%	2.63%	2.33%	2.61%	89%	Ley de cabeza por debajo del programa.			
Recuperación de Sn	%	80.26%	76.44%	105%	80.21%	76.44%	105%	76.44%	77.77%	77.11%	101%	Se cumple.			
Concentrado Producido de Sn	t	609	683	89%	684	781	88%	3,027	3,237	3,681	88%	Como consecuencia del menor tratamiento. Ley de cabeza por debajo del programa.			
Ley de Sn en el Concentrado	%	57.91%	58.80%	98%	57.63%	58.80%	98%	58.80%	57.79%	58.80%	98%	Incremento de la recuperación en el circuito. Ley de cabeza por debajo del programa.			
Finos de Sn en el Concentrado	t	352	402	88%	394	459	86%	1,780	1,871	2,164	86%	Como consecuencia del menor tratamiento. Ley de cabeza por debajo del programa.			
<b>Flotación</b>															
Mineral Alimentado	t	17,760	19,337	92%	20,553	22,099	93%	85,633	100,026	104,999	95%	Como consecuencia del menor tratamiento.			
Ley de Sn en Mineral Alimentado	%	0.49%	0.64%	131%	0.47%	0.64%	135%	0.64%	0.53%	0.64%	120%	Se cumple.			
Recuperación de Sn	%	9.05%	12.32%	73%	9.15%	12.32%	74%	12.32%	11.04%	12.38%	89%	Incremento de la recuperación en el circuito Gravimétrico.			
Concentrado Producido de Sn	t	108	169	64%	120	193	62%	747	708	914	77%	Como consecuencia del menor tratamiento. Ley de cabeza por debajo del programa.			
Ley de Sn en el Concentrado	%	36.96%	38.38%	96%	37.31%	38.38%	97%	38.38%	37.51%	38.38%	98%	Incremento de la recuperación en el circuito. Ley de cabeza por debajo del programa.			
Finos de Sn en el Concentrado	t	40	65	61%	45	74	61%	287	266	351	76%	Como consecuencia del menor tratamiento. Ley de cabeza por debajo del programa.			
<b>Producción Total</b>															
Recuperación de Sn Total	%	89.31%	88.76%	101%	89.36%	88.76%	101%	88.76%	88.81%	89.48%	99%	Se cumple.			
Concentrado Producido de Sn Total	t	716	852	84%	804	974	83%	3,774	3,945	4,595	86%	Como consecuencia del menor tratamiento. Ley de cabeza por debajo del programa.			
Ley Sn en el Concentrado Total	%	54.77%	54.76%	100%	54.59%	54.76%	100%	54.76%	54.15%	54.74%	99%	Se cumple.			
Finos de Sn en el Concentrado Total	t	392	467	84%	439	533	82%	2,067	2,136	2,515	85%	Como consecuencia del menor tratamiento. Ley de cabeza por debajo del programa.			

Figura 30: Reporte metalúrgico semana 19 - 2014

### REPORTE METALÚRGICO

**UNIDAD OPERATIVA SAN RAFAEL (SR)      Semana 8**

Tabla de Control Semanal (TCS)		Semana N° 8			Acumulado Mensual			MES	Acumulado Trimestral			Explicación
		13-feb	al	19-feb	27-ene	al	19-feb	FEBRERO	01-ene	al	19-feb	
Indicador	Unidad	Real	Frct	%	Real	Frct	%	Frct	Real	Frct	%	
<b>Planta de Gravimetría</b>												
Mineral Alimentado	t	20,336	20,580	99%	70,585	70,560	100%	91,140	132,906	130,680	102%	Por rotura del eje tubular del Clasificador N° 10 (13.33 h), el día 16.02.15 Accionamiento de la Faja JM-03 (0.50 h), el día 19.02.15
Ley de Sn en Mineral Alimentado	%	2.11%	2.17%	97%	2.16%	2.17%	99%	2.17%	2.24%	2.17%	103%	
Ley de S en Mineral Alimentado	%	1.40%	0.60%	43%	1.10%	0.60%	54%	0.60%	1.07%	0.60%	56%	Alto Contenido de azufre en el mineral alimentado a planta llegando hasta 3.37 % S en la cabeza.
Recuperación de Sn	%	74.04%	78.23%	95%	75.41%	78.23%	96%	78.18%	75.69%	77.75%	97%	Por rotura del eje tubular del Clasificador N° 10 (13.33 h), el día 16.02.15 Problemas mecánicos en la zaranda Chinchano N° 1 (16.25 h), el día 16.02.15 Accionamiento de la Faja JM-03 (0.50 h), el día 19.02.15 Ley de cabeza por debajo del programa.
Concentrado Producido de Sn	t	576	615	94%	2,061	2,109	98%	2,714	4,049	3,848	105%	Alto Contenido de azufre en el mineral alimentado a planta llegando hasta 3.37 % S en la cabeza.
Ley de Sn en el Concentrado	%	55.04%	56.92%	97%	55.83%	56.92%	98%	56.90%	55.59%	57.26%	97%	Por rotura del eje tubular del Clasificador N° 10 (13.33 h), el día 16.02.15 Problemas mecánicos en la zaranda Chinchano N° 1 (16.25 h), el día 16.02.15 Accionamiento de la Faja JM-03 (0.50 h), el día 19.02.15 Ley de cabeza por debajo del programa.
Finos de Sn en el Concentrado	t	317	350	91%	1,151	1,200	96%	1,544	2,251	2,203	102%	Alto Contenido de azufre en el mineral alimentado a planta llegando hasta 3.37 % S en la cabeza.

Figura 31: Reporte metalúrgico semana 8 – 2015

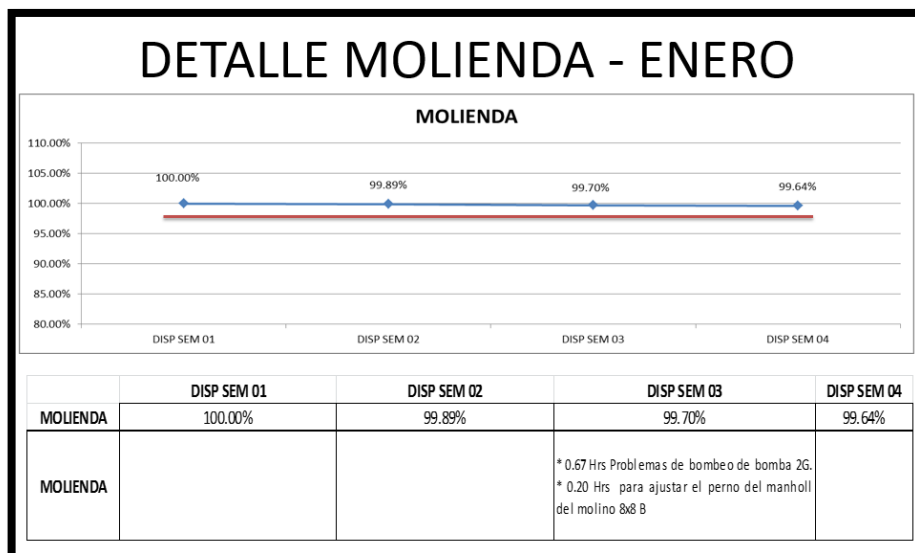


Figura 32: Disponibilidad de equipos molienda - planta concentradora 2014

**UNIDAD SAN RAFAEL**  
INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD OPERATIVA

NOMBRE - INDICADOR	FORMULA	UM	ENERO			ACUMULADO 2015		
			Real	Ppto	%	Real	Ppto	%
<b>PLANTA</b>								
RECUPERACION EN GRAVIMETRIA	TONELADA FINA PRODUCIDA / TONELADA FINA INGRESADA	%	75.99	77.18	98%	75.99	77.18	98%
RECUPERACION EN FLOTACION	TONELADA FINA PRODUCIDA / TONELADA FINA INGRESADA	%	12.83	10.99	117%	12.83	10.99	117%
LEY DE DESCARGA	LEY DE MINERAL EN RELAVE	%	0.27	0.27	100%	0.27	0.27	100%
EFICIENCIA DEL CHANCADO	TONELADA / HORA	%	155.873	160	97%	155.873	160	97%
EFICIENCIA DE MOLIENDA	TONELADA / HORA	%	112.217	108.913	103%	112.217	108.913	103%
CONSUMO DE ACEROS	KILOS ACERO / TONELADA TRATADA	kg / TT	1.268	1.588	125%	1.268	1.588	125%
CONSUMO DE REACTIVOS	KILOS DE REACTIVO / TONELADA TRATADA	kg / TT	3.968	3.716	94%	3.968	3.716	94%
DISPONIBILIDAD MECANICA DEL CHANCADO	HORAS DISPONIBLES / HORAS CALENDARIO	%	89.12	75	119%	89.12	75	119%
USO DE LA DISPONIBILIDAD DEL CHANCADO	HORAS EFECTIVAS TRABAJO / HORAS DISPONIBLES	%	0.7494	0.71	106%	0.7494	0.71	106%
MTBF DEL CHANCADO (tiempo medio entre falla)	HORAS EFECTIVAS CHANCADO / NUMERO TOTAL DE FALLOS	%	104.43	500	21%	104.43	500	21%
MTTR DEL CHANCADO (tiempo promedio por reparar)	HORAS PARADAS CHANCADO / NUMERO TOTAL DE FALLOS	%	14.38	6	240%	14.38	6	240%
DISPONIBILIDAD MECANICA DE LA MOLIENDA	HORAS DISPONIBLES / HORAS CALENDARIO	%	91.24	88	104%	91.24	88	104%
USO DE LA DISPONIBILIDAD DE LA MOLIENDA	HORAS EFECTIVAS TRABAJO / HORAS DISPONIBLES	%	0.9982	1	100%	0.9982	1	100%
MTBF DE LA MOLIENDA (tiempo medio entre falla)	HORAS EFECTIVAS MOLIENDA / NUMERO TOTAL DE FALLOS	%	481.4	1000	48%	481.4	1000	48%
MTTR DE LA MOLIENDA (tiempo promedio por reparar)	HORAS PARADAS MOLIENDA / NUMERO TOTAL DE FALLOS	%	46.92	6	782%	46.92	6	782%

**Figura 33: Indicadores de Productividad Operativa**

**4.5.2. TABLEROS DE CONTROL DE EQUIPOS PLANTA**

El empleo de nuevas técnicas y nuevas tecnologías ha incrementado el rendimiento en las empresas teniendo mejores controles y elevando los parámetros de Utilización y disponibilidad de equipos, en Planta Concentradora de la Unidad Minera San Rafael se tiene 4 grupos de equipos para el control de Utilización de acuerdo a la planificación semanal del área de Planeamiento Planta.

- Utilización de Equipos chancado
- Utilización de Equipos Molienda
- Utilización de Equipos Gravimetría
- Utilización de Equipos Relaves

**Tabla 46: Utilización de Equipos chancado**

	CHANCADO PRIMARIO				CHANC. SECUNDARIO		CHANC. TERCIARIO		TOTAL HORAS
	CARG. FRONTAL	ROMPE BANCOS	CHANCADORA S 24" x 36" "A" y "B"	EQ. ANEXOS	CHANC. SANDVIK	EQ. ANEXOS	CHANCADORA HP-500	EQ. ANEXOS	
Horas Calendario	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	768.00
Hrs programadas	68.00	68.00	68.00	68.00	60.00	60.00	60.00	60.00	512.00
Horas Trabajadas	57.00	47.40	57.58	57.58	75.17	75.17	75.17	75.17	520.24
Mantto. Mecánico	8.00	8.00	8.00	8.00	7.30	7.30	7.30	7.30	61.20
Mantto. Eléctrico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Operaciones	29.42	39.02	28.84	28.84	12.86	12.86	12.86	12.86	177.55
Externos	1.58	1.58	1.58	1.58	0.67	0.67	0.67	0.67	9.01
Total Paros Mantto.	8.00	8.00	8.00	8.00	7.30	7.30	7.30	7.30	61.20
Disponibilidad	90%	90%	90%	90%	92%	92%	92%	92%	90.86%
Uso de la Disponibilidad	66%	55%	67%	67%	85%	85%	85%	85%	74.56%
Utilización	59%	49%	60%	60%	78%	78%	78%	78%	67.74%

FUENTE: Área de planeamiento Planta Concentradora – U.M. San Rafael MINSUR S.A. 2015

**Tabla 47: Utilización de Equipos Molienda**

	MOLIENDA PRIMARIA		MOLIENDA SECUNDARIA			MOLIENDA TERCIARIA		MOLIENDA DE CONCENTRADOS		TOTAL HORAS
	MOLINO 9½'Ø x 13'	MOLINO 8' x 8' "A"	MOLINO 8' x 8' "B"	MOLINO 5' x 10'	MOLINO 7'Ø x 8'	MOLINO 7'Ø x 12'	MOLINO VERTICAL	MOLINO 5'Ø x 6'	MOLINO 4'Ø x 4'	
Horas Calendario	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	864.00
Hrs programadas	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	864.00
Horas Trabajadas	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	864.00
Mantto. Mecánico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mantto. Eléctrico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Operaciones	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Externos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total Paros Mantto.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Disponibilidad	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100.00%
Uso de la Disponibilidad	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.00%
Utilización	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100.00%

FUENTE: Área de planeamiento Planta Concentradora – U.M. San Rafael MINSUR S.A. 2015

**Tabla 48: Utilización de Equipos Gravimetría**

	CONCENTRACION JIGS ESPIRALES		CONCENTRACION		LIMP. CONC. GRAVIMETRICO				FILTRADO GRAVIMETRICO		TOTAL HORAS
	JIG GEKKO N° 1	CONC. JIGS ESPIRALES	MESAS DEBSTER	MESAS HOLMAN	CEL.DAS OK-05 SULFUROS	JIG DUPLEX ESPIRALES	MESAS HOLMAN LIMP. CONC. GRAVIMÉTRIC	MESAS DEBSTER LIMP. CONC. GRAVIMÉTRIC	FILTRO DELKOR "A"	FILTRO DELKOR "B"	
			SECUNDARIAS	TERCIARIAS			A	A			
Horas Calendario	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	0.00	864.00
Hrs programadas	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	0.00	864.00
Horas Trabajadas	92.17	96.00	96.00	96.00	168.00	96.00	96.00	96.00	96.00	0.00	932.17
Manto. Mecánico	3.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.83
Manto. Eléctrico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Operaciones	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Externos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total Paros Manto.	3.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.83
Disponibilidad	96%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	99.56%
Uso de la Disponibilidad	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.00%
Utilización	96%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	99.56%

FUENTE: Área de planeamiento Planta Concentradora – U.M. San Rafael MINSUR S.A. 2015

**Tabla 49: Utilización de Equipos Relaves**

	DESLAMEO		FLOTACION CASITERITA					FILTRADO		CONDUCCION		TOTAL HORAS	
	ESPESADOR 120" Ø	HIDROCICLONES MOZLEY 1 1/4" Ø	CEL.DAS DR-	CIRC. ROUGHER 10	SEGUNDA LIMPIEZA 05	MGS 01 A - B	MGS 02 A - B	CIRCUITO ULTRAFINOS	CIRCUITO ULTRAFINOS	FILTRO DE PLACAS "A"	FILTRO DE PLACAS "B"		ESPESADOR 80" Ø - PRELL - BOFEDAL III
			180 SULFUROS	CEL.DAS DR- 500	CEL.DAS DR- 300			CEL.DAS RCS	CEL.DAS SP - 18				
Horas Calendario	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	0.00	96.00	120.00	1080.00
Hrs programadas	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	0.00	96.00	120.00	1080.00
Horas Trabajadas	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	0.00	96.00	120.00	1080.00
Manto. Mecánico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Manto. Eléctrico	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Operaciones	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Externos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total Paros Manto.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Disponibilidad	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100.00%
Uso de la Disponibilidad	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.00%
Utilización	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100.00%

FUENTE: Área de planeamiento Planta Concentradora – U.M. San Rafael MINSUR S.A. 2015



## CAPITULO V

### 5. APORTES PROFESIONALES

- En la Unidad Minera San Rafael, se realizó aportes importantes en la implementación y mejora de inspección predictiva e identificación de equipos críticos mejorando notablemente los controles y cumplimiento de metas establecidas por la Gerencia.
- Dar capacitación de seguridad (charlas de 5 minutos) al personal en forma diaria en la Unidad Minera San Rafael MINSUR S.A.
- Apoyo eficiente en la implementación de planes de mantenimiento preventivo en el sistema SAP modulo PM, desarrollando el módulo de avisos sistemáticos entre personal de Planta Concentradora y personal de Mantenimiento Planta.
- Formar parte del grupo de capacitadores en seguridad de toda la Unidad Minera encabezado por la empresa DUPONT.

## 6. CONCLUSIONES

- Se concluye que, la implementación de planeamiento y control de equipos críticos en Planta Concentradora por intermedio del área de Planeamiento Planta fortalece la productividad y eficiencia para el cumplimiento de metas establecidas de 2 900 TMSD así como disponibilidad, confiabilidad en equipos y manejo de recursos.
- La identificación de 14 equipos críticos mejora la gestión de control y seguimiento tanto por personal de planeamiento Planta y el área de Mantenimiento mecánico y Mantenimiento eléctrico Planta.
- Se logró desarrollar controles eficaces de monitoreo por medio de sistema en línea “FACTORY TALK VIEW” y seguimiento al cumplimiento de los planes de inspección mediante el sistema SAP en equipos críticos.
- Se cuenta con un plan de monitoreo de equipos críticos, así como sus componentes y repuestos mediante el sistema SAP en los módulos PP, PM y MM teniendo mayor control en los mantenimientos efectuados y optimizando recursos de la empresa.

## 7. RECOMENDACIONES

- De acuerdo a la experiencia obtenida en la Unidad Minera San Rafael MINSUR S.A. contar con área de Planeamiento en Planta concentradora optimiza recursos a la compañía siendo el nexo entre las áreas de operaciones planta, logística y mantenimiento mecánico y mantenimiento eléctrico.
- Se recomienda desarrollar evaluaciones de criticidad de los equipos cada vez que se modifica los circuitos de tratamiento de mineral, asimismo revisar periódicamente si los controles establecidos son los adecuados, esto garantiza el cumplimiento de las metas establecidas y optimiza la productividad en la compañía.
- Para incrementar la producción, se recomienda incrementar la capacidad de los equipos en planta concentradora, adicionar un molino de bolas 5x6 para el circuito de molienda terciaria debido al alto porcentaje de retorno, en la sección de flotación se recomienda instalar dos equipos separador multi gravedad (MGS) adicionales.
- Desarrollar programas de sensibilización al personal de operaciones planta a fin de reportar cualquier anomalía en los equipos y fiel cumplimiento de las políticas de seguridad y medio ambiente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Quiroz, N. I. (1986), Ingeniería metalúrgica – Operaciones Unitarias en Procesamiento de Minerales, Cusco - Perú.
- Santana, C.J. (2001), Laboratorio de operaciones Unitarias Metalúrgicas, Universidad Católica de Valparaíso - Chile.
- E. Castillo (2005); Planificación Estratégica y Control de Gestión. Documento elaborado para Cátedra Planificación. Escuela de Gobierno y Gestión Pública; 97 Universidad de - Chile.
- Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional y otras medidas complementarias en Minería DS No. 055 - 2010 – EM. – Perú
- Ministerio de Energía y Minas, (1994) Guía Ambiental, Lima – Perú
- Reglamento Interno de Seguridad, Higiene y Salud Ocupacional, Lima - Perú
- D.S. N° 016.93- EM.- Reglamento de la ley general de minería sobre medio ambiente.- Art. 05. Lima - Perú
- Decreto Supremo nro. - 055 - 2010 - EM. (2010). reglamento de seguridad y salud ocupacional. Reglamento de seguridad y salud ocupacional, Lima - Perú
- Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería 2016 (Decreto supremo Nro. 055-2010-EM) MINSUR S.A. Unidad Minera San Rafael. Puno - Perú
- Manual de Medio Ambiente 2017 – Reglamentos y Decretos Supremos MINSUR S.A. Unidad Minera San Rafael, Puno - Perú
- TESIS “OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN PARA EL PROYECTO CORTADA 3800 – QUENAMARI, U.M. SAN RAFAEL – MINSUR”  
PARA OPTAR TITULO INGENIERO DE MINAS 2016.  
[http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2303/Choque\\_Velarde\\_Omar.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2303/Choque_Velarde_Omar.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- TESIS GESTION EFICAZ DE LOS RECURSOS DE UNA EMPRESA CONTRATISTA MINERA AL IMPLEMENTAR LA NORMA ISO 14001 EN LA MINA SAN RAFAEL DESARROLLADO EL 2011.  
[http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1309/1/serpa\\_fw.pdf](http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1309/1/serpa_fw.pdf).
- DIPLOMADO MANUAL DE PLANIFICACIÓN ESTRATEGICA, Ing. Orión Aramayo.  
<file:///C:/Users/Intel/Downloads/ResultadosDelModeloEFQMDeGestionDeCalidadTotalEnLo-2517641.pdf>.

**ANEXOS**

- ANEXO 1: Repuestos críticos JIG GEKKO IPJ2400
- ANEXO 2: Repuestos críticos faja transportadora JM
- ANEXO 3: Repuestos críticos molino de barras 9.5x13
- ANEXO 4: Repuestos críticos molino de bolas 8x8
- ANEXO 5: Repuestos críticos espesador 120 117
- ANEXO 6: Repuestos críticos molino de bolas 7X8
- ANEXO 7: Repuestos críticos molino de bolas 7X12
- ANEXO 8: Repuestos críticos molino de bolas 5X10
- ANEXO 9: Repuestos críticos molino vertical
- ANEXO 10: Repuestos críticos espesador 80
- ANEXO 11: Cuadro de lubricación de equipos Planta Concentradora
- ANEXO 12: Cuadro de lubricación de equipos Planta Concentradora
- ANEXO 13: Cuadro de lubricación de equipos Planta Concentradora
- ANEXO 14: Cuadro de lubricación de equipos Planta Concentradora
- ANEXO 15: Cuadro de lubricación de equipos Planta Concentradora
- ANEXO 16: Reporte operacional flotación casiterita
- ANEXO 17: Procedimiento Operación Sulfuros Casiterita
- ANEXO 18: Política de Seguridad, Salud y Medio Ambiente
- ANEXO 19: Diagrama de bloques planta concentradora San Rafael
- ANEXO 20: Diagrama de flujo Sección chancado
- ANEXO 21: Diagrama de Flujo sección molienda y concentración gravimétrica.
- ANEXO 22: Diagrama de flujo sección molienda y concentración Gravimétrica
- ANEXO 23: Diagrama de flujo sección filtrado
- ANEXO 24: Diagrama de flujo sección flotación
- ANEXO 25: Diagrama de flujo manejo de relaves
- ANEXO 26: Diagrama de flujo efluentes
- ANEXO 27: Diagrama de criticidad chancado primario, secundario y terciario
- ANEXO 28: Diagrama de criticidad molienda primaria, secundaria y Conc. jigs
- ANEXO 29: Diagrama de criticidad sección mesas y remolienda
- ANEXO 30: Diagrama de criticidad sección flotación
- ANEXO 31: Diagrama de criticidad sección filtrado y ultrafinos
- ANEXO 32: Diagrama de criticidad sección relaves y agua de recuperación

**ANEXO 1: Repuestos críticos JIG GEKKO IPJ2400**

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UMB	NRO DE PARTE
1	MOTOR (4KW) (TECO 415V)	1	PZA	2E011C
2	BOMBA HIDRAULICA 2.6 KVIP (ENZED)	1	PZA	3M609A
3	ACOPLE Y ARAÑA, MOTOR / BOMBA (ENZED)	1	PZA	3M607, 608 & 610
4	REGULADOR PID (YOKOGAWA UT520)	1	PZA	1.00E+206
5	INTERRUPTOR DETECTOR DE PROXIMIDAD	1	PZA	1E501
6	COJIN DE LLAVE 4KW, MANDO DE VELOC VAR	1	PZA	1E205A
7	MANDO DE VELOCIDAD VARIABLE, 4KW, AB	1	PZA	1E205B
8	POTENCIOMETRO CONTROL DE CARRERA	1	PZA	4.00E+51
9	VALVULA SOLENOIDE PARKER B5E6BB,24V 5/2	1	PZA	7M004B
	REGULADOR DE TIEMPO, RELEVADOR			
10	AUTOMATIC	1	PZA	1.00E+103
11	CAJA CAMPANA DE LA BOMBA (ENZED)	1	PZA	3M611
12	ARMAZON RETEN DE MALLA	1	PZA	1M057
13	DIAPHRAGM UPPER	1	PZA	8M102
14	SHAFT POLY WEAR SLEEVE	1	PZA	8M103A
15	NITRILE GASKET FOR HYDRAULIC PUMP	1	PZA	8M132B
16	BOLA CERAMICA ZTA 25MM SG 4,1 A 4,2	1	PZA	ZTA-25MM
17	PERNO ACERO UNC 3/8" TIPO S	1	PZA	MN-JGPR-001
19	SIGHTGLASS WITH LEVEL SWITCH	1	PZA	3M901
20	TEMPERATURE SWITCH	1	PZA	3M901A
21	DYNACOOOL	1	PZA	3M904
22	BOMBA HIDRAULICA 4,9 KVIP MARCA VIVOLO	1	PZA	3M609C(3M621)
23	BRIDA DE DESCARGA (GEKKO)	1	PZA	MN-JG-007
	INTERCAMBIADOR DE CALOR AGUA ACEITE			
24	GKKO	1	PZA	0902XGBR

FUENTE: Autor de Informe

**ANEXO 2: Repuestos críticos faja transportadora JM**

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	UMB	NRO DE PARTE
1	SELLO PARA CHUMACERA EJE DE 65 MM.	1	PZA	TSN 515 L (TSNA 515 G)
2	SELLO PARA CHUMACERA EJE DE 55 MM.	1	PZA	TSN 512 L (TSNA 512 G)
3	SELLO PARA CHUMACERA EJE DE 70 MM.	1	PZA	TSNA 516 G (TSN 516 L)
4	CADENA DE 1.1/2" PASO SIMPLE ASA 120	1	MT	S/N PARTE
	HOJA DE REEMPLAZO LIMPIADR PRIMARIO			32773-3011(35381-
5	QC#1	1	PZA	301124)
6	CATALINA DE 48 DIENTES 1.1/2" P. SIMPLE	1	PZA	S/N PARTE
7	PIÑÓN DE 21 DIENTES DE 1.1/2" ASA 120	1	PZA	S/N PARTE
8	ESTACION DE POLIN DE RETORNO CON DISCO D	1	PZA	CHR4205-02
				CNT 620 30
9	POLIN DE CARGA NORMAL TRIPLE Ø6"x20º	1	PZA	MCCC(\$152300275AA20)
				CNT-635-30-
10	POLIN DE CARGA NORMAL TRIPLE Ø6"x35º	1	PZA	MCCC(\$152300275AA)
				CNT 535-30
11	RODILLO DE CARGA METALICO DE 5"(FAJA TRA	1	PZA	MCCC(\$127300275AA)
12	POLIN DE CARGA NORMAL TRIPLE Ø5" X 35º	1	PZA	S127240224AATC
13	POLIN CARGA NORMAL TRIPLE FJA 30"	1	PZA	CF3035

FUENTE: Autor de Informe

**ANEXO 3: Repuestos críticos molino de barras 9.5x13**

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UMB	NRO DE PARTE
1	BOMBA DESPLAZAM. POSITIVO, MARCA TUTHIL	1	PZA	POS:02
2	CONTRAEJE DE MOLINO 9 1/2X13	1	PZA	1124-200
3	SPOUT FEEDER	1	PZA	PA-0015
4	NIVEL DE ACEITE	1	PZA	POS.43 PLANO S001-
5	TROMMEL PARA MOLINO 9.5X13 POLYDECK	1	PZA	2006
6	CASQUILLO DE BRONCE (9-1/2x13)	1	PZA	1125-307
7	CASQUILLO AUTOLINEANTE (9-1/2x13)	1	PZA	1125-306
<b>CILINDRO</b>				
8	Forro del cilindro (Grandes)	20	PZA	1124-151
9	Forro del cilindro (Chicos)	120	PZA	488-047
10	CUÑA 9.5' X 13' HIERRO BLANCO 305207	80	PZA	
11	PERNO CAB CONICA OVALADA 1.1/2" X 11" C/	160	PZA	
<b>TAPA DE ALIMENTACION</b>				
12	Forro Cabezal Carga LADO ALIMENTACIÓN	16	PZA	1125-153
13	Perno Cab. Oval. 1 ½" X 11"	32	PZA	P150-1100
<b>TAPA DE DESCARGA</b>				
14	Forro Cabezal Descarga (sin oreja)	16	PZA	1125-154
15	Perno Cab. Oval. 1 ½" X 11"	32	PZA	P150-1100
<b>FORROS TRUNNION</b>				
16	FORRO TRUNNION LADO DESCARGA	1	PZA	1124-106
17	PERNO PARA FORRO MUÑON LADO ALIM	12	PZA	1124-P16
18	FORRO DEL MUÑON LADO CARGA	1	PZA	1125-104
19	PERNO PARA FORRO MUÑON LADO ALIM	12	PZA	1124-P16
20	FORRO PARA FORRO DEL MUÑON LADO ALIM	8	PZA	1125-108
21	PERNO PARA FORRO MUÑON	16	PZA	1124-P17

FUENTE: Autor de Informe



**ANEXO 4: Repuestos críticos molino de bolas 8x8**

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UMB	NRO DE PARTE
1	CONTRAEJE COMPLETO ENSAMBLADO (8 X 8A)	1	PZA	1116-200
2	CUCHARA DE LUBRICACIÓN (MOLINO 8X8)	1	PZA	1113-3161
3	BOMBA HIDRAULICA MANUAL	1	PZA	1113-P3010
<b>CILINDRO</b>				
4	LIFTER POLYMET DK-165-135 P/N P-1 L=1197	24	Pza	P-1739
5	LIFTER POLYMET DK-165-135 P/N P-1 L=721	8	Pza	P-1740
6	LIFTER POLYMET DK-165-135 P/N P-1 L=684	4	Pza	P-1741
7	LIFTER POLYMET DK-165-135 P/N P-1 L=286	4	Pza	P-1742
8	SHELL PLATE T=50 P/N P-3491 L=1320	25	Pza	P-3491
9	SHELL PLATE AT MANHOLE P/N P-3492 L=1220	4	Pza	P-3492
10	LIST AT MANHOLE P/N P-3493 L=684	4	Pza	P-3493
11	CLAMP BLOCK "D"	96	Pza	210930
12	FLAT WASHER P/N 200024 (para 1")	100	Pza	200022
13	RUBBER SEALING P/N 400006	100	Pza	400006
14	CUP WASHER P/N 200023	100	Pza	48
	TUERCA (TAPA DE ENTRADA HOMBRE) 250190	106	Pza	250190
15	(1") 8 X 8 Y 7 X 8			
16	PERNO 1" UNC X 140/102	96	Pza	15-104
17	RUBBER BUSHING P/N 400067	100	Pza	400067
<b>MANHOLE</b>				
18	MANHOLE COVER P/N P-3494	2	Pza	P-3494
19	LIFTER POLYMET DK-165-135 P/N P-1 L=684	2	Pza	P-1741
20	FIXING PLATE P/N PA-6770	2	Pza	PA-6770
25	PERNOS 5/8" P/N 250066	12	Pza	250066
26	FLAT WASHER P/N 200016	12	Pza	200016
27	CLAMP BLOCK "D"	4	Pza	210930
28	FLAT WASHER P/N 200022	4	Pza	200022
29	RUBBER SEALING P/N 400006	4	Pza	400006
30	CUP WASHER P/N 200023	4	Pza	200023
<b>TAPA DE ALIMENTACIÓN</b>				
34	Sealing, Rubber (5X6 Y 8X8)	67	Pza	400003
36	Estopa	2,5	Kg	801729
37	Segmento de Llenado	14	Pza	P-0091

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UMB	NRO DE PARTE
38	Plancha de Cabezal 50-140 AS	32	Pza	P-0190A
39	Barra Elevadora 140-135 FAS L=650	32	Pza	P-1701
40	Anillo Central	2	JG	P-4374
41	BLOQUE DE ABRAZAD. L-100(MOL. 5'X6' 7'X8	64	Pza	210940
42	ARANDELA PLANA (MOL 5'X6',7'X8' Y 8'X8')	67	Pza	200016
43	ARANDELA DE COPA (MOL 5' X 6' Y 8' X 8')	67	Pza	200018
44	TUERCA (MOLINOS : 5' X 6', 7' X 8' Y 8')	70	Pza	250188
45	Perno 5/8" x 165/80	64	Pza	15-076
<b>TAPA DESCARGA</b>				
47	Sealing, Rubber (Sello de caucho)	136	Pza	400003
48	Bushing, Rubber (Bocina de caucho)	136	Pza	400040
51	Plancha de Cabezal 50-140 AS	64	Pza	P-0190A
52	Barra Elevadora 140-135 FAS L=650	64	Pza	P-1701
54	BLOQUE DE ABRAZAD. L-100(MOL. 5'X6' 7'X8	64	Pza	210940
<b>FORROS TRUNNION</b>				
60	FORRO MUÑON LADO DESCARGA MOL 8 X 8 "A"	1	Pza	1113-106-D1
61	FORRO MUÑON LADO DESCARGA MOL 8 X 8 "B"	1	Pza	113-106-11
62	FORRO MUÑON LADO CARGA	1	Pza	1113-107-2

FUENTE: Autor de Informe

**ANEXO 5: Repuestos críticos espesador 120**

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UMB	NRO DE PARTE
1	DISPLAY CONTROL HAWK H235-1-0460-0-2-0	1	PZA	700SP21402
2	MEMORIA EPROM DENSIMETRO RONAN	1	PZA	SFTW-MSF-STD
3	RETEN (ESPESADOR 120')	1	PZA	04A10346-01
4	MOTOR ELECTRICO,2 HP,1750 RPM, 460V 2.8A	1	PZA	17A00469-01
5	CURRENT TO PNEUMATIC POSITIONER STYLE: S	1	PZA	VP200-AN32/GE/LV
6	MOTOREDUCTOR SEW EURODRIVE DE EJES CRUZA	1	PZA	K87R57DV90L4
7	SLEEVE PARA VALVULA CLARKSON KGA 10"	1	PZA	3233-2(03233.8)
8	SLEEVE / VALVULA CLARKSON KGA DE 12"	1	PZA	3219
9	GATE/CUCHILLA P/ VALVU. CLARKSON KGA 12"	1	PZA	03214 SST 316
10	SLEEVE WITH PLUGS FOR CLARKSON KNIFE 12"	1	PZA	8796
11	CHAIN LINK	1	PZA	X75-1000
12	GEAR MOTOR FALK-1030FZ3	1	PZA	17A00468-01
13	DISPLAY KEYPAD PANEL D/ VARIADOR DE VELO	1	PZA	TP-69S-UX
14	SENSOR DE ANALIZADOR DE INTERFACE ROYCE	1	PZA	25DN-1-1-1
15	CONTACTOR 9A AC3 440V BOBINA 220V-60HZ	1	PZA	LC1-D091M7
16	RETEN 34.93X53.98X7.95 MM	1	PZA	CR 13650
17	RETEN 44.45X61.9X7.95	1	PZA	CR 17285
18	RETEN (ESPESADOR 120')	1	PZA	04A10346-01

FUENTE: Autor de Informe

**ANEXO 6: Repuestos críticos molino de bolas 7X8**

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UMB	NRO DE PARTE
				1161-
				103/1160-
1	CONTRAEJE COMPLETO HELICOIDA(MOLINO 7X8)	1	PZA	201
6	EJE PIÑON (REDUCTOR EP-470B /MOLINO7X8)	1	PZA	8819-08
<b>CILINDRO</b>				
16	TUERCA (MOLINOS: 5'X6' , 7'X8' Y 8')	70	Pza	250188
17	FORRO CILINDRO 50-140 AS	26	Pza	P-3407
18	BARRA LEVANTADORA 140-110DL L=1204	24	Pza	P-1571
19	BARRA LEVANTADORA 140-110DL L=1168	4	Pza	P-1573
20	BARRA LEVANTADORA 140-110DL L=284	8	Pza	P-1572
21	REDUCCION DE GOMA $\phi$ 38/20X20	70	Pza	400064
22	PLANCHA DE ENTRADA DE HOMBRE L=1320	2	Pza	P-3408
23	PLANCHA DE ENTRADA DE HOMBRE L=1320	2	Pza	P-3409
24	FORRO DE ENTRADA DE HOMBRE	2	Pza	P-3406
25	PLACA FIJADORA	2	Pza	PA-6392
26	BARRA LEVANTADORA 140-110DL L=670	4	Pza	P-1574
27	BLOQUE DE ABRAZAD. L-100 ESPECIAL.	8	Pza	210940-1
28	PERNO CABEZA AVELLANADA $\phi$ 5/8"X2"	8	Pza	P 6113 A
<b>TAPA ALIMENTACIÓN</b>				
36	BAR, LIFTER, 140-110 FLS L=700	16	Pza	P-1463A
37	FORRO CABEZAL 40-140AS	16	Pza	P-2201A
38	CENTER RING	1	JG	P-4230
<b>TAPA DESCARGA</b>				
43	PERNO $\phi$ 5/8" X 165/80	33	Pza	15-076
48	BAR, LIFTER, 140-110 FLS L=700	16	Pza	P-1463A
49	FORRO CABEZAL 40-140AS	16	Pza	P-2201A
<b>FORRO TRUNNION LADO CARGA</b>				
55	FORRO MUÑON LADO DE ALIMENTACION	1	Pza	1160-106
<b>FORRO TRUNNION LADO DESCARGA</b>				
56	FORRO MUÑON DE DESCARGA	1	Pza	1160-105

FUENTE: Autor del Informe

**ANEXO 7: Repuestos críticos molino de bolas 7X12**

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UMB	NRO DE PARTE
1	ACOPLAMIENTO FLEXIBLE FLENDER B-80 N-EUP	1	PZA	N-EUPEX B-80
2	CHUTE DE ALIMENTACION	1	PZA	1113-132
3	ENGRANAJE DE 236 DIENTES HELICOIDALES	1	PZA	1129-107-5
	CONTRAEJE COMPLETO HELICOIDAL			1129-210 /1129-
4	MOLINO7X12	1	PZA	209
5	BOMBA VIKING MOD.:C432	1	PZA	4-0425-1133-501
<b>CILINDRO</b>				
9	FORRO ENTRADA DE HOMBRE	2	Pza	1113-164
10	FORRO DEL CILINDRO	13	Pza	1172-151M
11	FORRO DEL CILINDRO	30	Pza	1172-152M
12	FORRO DEL CILINDRO	1	Pza	1172-153M
13	FORRO DEL CILINDRO	1	Pza	1172-154M
14	PERNO C. OVAL. 1 1/2" N.C. X 10 1/2"	4	Pza	P150X1050
15	FORRO DEL CILINDRO	1	Pza	1172-164M
16	FORRO DEL CILINDRO	13	Pza	1172-162M
17	FORRO DEL CILINDRO	1	Pza	1172-163M
<b>TAPA DE ALIMENTACIÓN</b>				
18	OUTER HEAD PLATE-50 CHICO (COD. 340367 )	8	Pza	P-2228
	OUTER HEAD PLATE-50 GRANDE ( COD. 340368			
19	)	8	Pza	P-2229
22	LIFTER BAR SR 100-110 L=313	16	Pza	P-1587
23	LIFTER BAR SR 140-110 FLS L=313	8	Pza	P-1588
<b>TAPA DE DESCARGA</b>				
32	OUTER HEAD PLATE-50 CHICO	8	Pza	P-2228
33	OUTER HEAD PLATE-50 GRANDE	8	Pza	P-2229
36	LIFTER BAR SR 100-110 L=313	16	Pza	P-1587
37	LIFTER BAR SR 140-110 FLS L=313	8	Pza	P-1588
<b>FORRO MUÑON LADO CARGA</b>				
46	FORRO MUÑON LADO CARGA (MOL 7X12)	1	Pza	1172-106
<b>FORRO MUÑON LADO DESCARGA</b>				
47	FORRO MUÑON LADO DESCARGA	1	Pza	1172-107

FUENTE: Autor del Informe

**ANEXO 8: Repuestos críticos molino de bolas 5X10**

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UMB	NRO DE PARTE
1	PLANCHA DE CABEZAL , ESPECIAL 40/70	1	PZA	P-2203
2	CONTRAEJE COMPLETO ENSAMBLADO	1	PZA	S/N PARTE MN-ZH5X14PM-
3	POLEA MOTRIZ FO.FDO. Ø 10"X4 CANALES	1	PZA	001-002-003
<b>CILINDRO</b>				
4	FORRO DEL CILINDRO	20	Pza	11893-011
5	FORRO DEL CILINDRO	32	Pza	11893-012
6	FORRO LADO MAN HOLE	2	Pza	11893-013
7	FORRO LADO MAN HOLE	2	Pza	11893-014
8	FORRO LADO MAN HOLE	2	Pza	11893-015
9	FORRO LADO MAN HOLE	2	Pza	11893-016
10	FORRO MAN HOLE	2	Pza	11893-017
<b>TAPA DE DESCARGA</b>				
	ARANDELA PLANA (TAPAS ALIMENTAC Y			
24	DESC)	13	Pza	200017
25	ARANDELA DE COPA (TAPAS ALIMEN Y DESC)	13	Pza	200019
	BLOQUE DE ABRAZADERA K-165(TAPA ALIM-			
26	DES	12	Pza	210930
30	STOPPER, RUBBER ø 36/31X35	13	Pza	P-0608
31	LIFTER BAR 165-110 FKS L=320	6	Pza	P-1486
<b>FORRO TRUNNION LADO CARGA</b>				
36	FORRO DE TRUNNION LADO CARGA	1	PZA	409(154-554356) 12A-C(154-
37	TRUNNION DESMONTABLE LADO CARGA	1	PZA	556005)
<b>FORRO TRUNNION LADO DESCARGA</b>				
38	FORRO DE TRUNNION LADO DESCARGA	1	Pza	411(154-554505)
39	TRUNNION DESMONTABLE LADO DESCARGA	1	Pza	12A-D(46676_4)

FUENTE: Autor del Informe

**ANEXO 9: Repuestos críticos molino vertical**

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UMB	NRO DE PARTE
1	RESISTENCIA -TERMOMETRO (REDUCTOR)	1	PZA	361204
2	INTERCAMBIADOR DE CALOR AGUA ACEITE VTM	1	PZA	2805XGBR
3	BOMBA	1	PZA	681649
<b>FORROS INFERIORES</b>				
				D03-
4	REVESTIMIENTO FINAL 2 000 LB/910KG (1283-01)	2	Pza	156381
			Pza	D03-
5	REVESTIMIENTO DESGASTE 1200LB/545KG	2		156382
6	REVESTIMIENTO FINAL 2 000 LBS/900KG (ROYAL STEEL)	2		
7	REVESTIMIENTO DESGASTE 1200LB/545KG (ROYAL STEEL)	8		
			Pza	A02-
8	PERNO REVESTIM. 1,25 ESPECIAL (12835-031)	12		032645
	PERNO CABEZA CÓNICA OVALADA (GRADO 5) DE 1 1/4" X 8" L.T. CON TUERCA Y CONTRATUERCA PESADA Y 1	12		
9	ANILLO DE PRESION			
			Pza	A02-
10	ARANDELA ESPECIAL	12		032710
			Pza	04-
11	TUERCA 1.25-7UNC	24		0011322
	PERNO CABEZA OVAL. 1,1/4" X 8, 1/16" C/T + ANILLO (ROYAL STEEL)	30	Pza	
<b>FORROS SUPERIORES</b>				
			Pza	D03-
13	REVESTIMIENTO DESGASTE 1200LB/545KG	2		156382
			Pza	A02-
14	PERNO REVESTIM. 1.25 ESPECIAL (12835-031)	24		032645

FUENTE: Autor del Informe



**ANEXO 10: Repuestos críticos espesador 80**

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UMB	NRO DE PARTE
1	COJIN DE CAUCHO (SENSOR HIDROSTATICO)	1	PZA	8907-00
2	EJE SIN FIN	1	PZA	1615-164
3	EJE TUBULAR CENTRAL C/CRUCETA Y SOPORTE	1	PZA	1615-101
4	RASTRILLO C/RESPECTIVO TIRANTE	2	PZA	1615-141
5	ACOPLAMIENTO FLEXIBLE	1	PZA	1615-P32
				SIED-M18B-
6	SENSOR INDUCTIVO N.O. ESP. 80'	1	PZA	ZO-K-L
7	MACHO DE ACOPLA CONICO (MANGUITO)	1	PZA	1615-102
8	CASCO TORRE DE TRANSMISION (JGOX2 PZA)	2	PZA	1615-110
9	TIRANTES	2	PZA	1615-147
10	POLEA MOTRIZ 4.65" D.P.	1	PZA	1615-155
11	FUNDA PROTECTORA DEL EJE	1	PZA	1615-P25
12	RODAMIENTO PARA EL EJE SIN-FIN	2	PZA	1615-P27
13	ACOPLAMIENTO FLEXIBLE LIVIANO	1	PZA	1615-P31
14	ACTUADOR DE IZAJE	1	PZA	1615-P34
15	INTERRUPTOR LIMITADOR ROTATORIO	1	PZA	1615-P35

FUENTE: Autor del Informe

**ANEXO 11: Cuadro de lubricación de equipos Planta Concentradora**

EQUIPO	SISTEMA	APLICACIÓN	LUBRICANTE SHELL	RECOMENDAC.
				INTERVALO
Alimentador de Placas 48" x 15' COMESA	Sistema Hidráulico (AL)	Circulación	Tellus 46	2 000 hrs. (6 Meses)
	Piñones, Catalina - Engranajes	Engrase manual	Malleus GL 300	Cada 2 días
	Eje polea cabeza y cola, cojinetes	Bombeo manual	Alvania EP-2	Semanal
	Rodillos cojinetes de Carga	Bombeo manual	Alvania EP-2	Semanal
	Rodillos cojinetes de Retorno	Bombeo manual	Alvania EP-2	Semanal
fajas	Motor reductor, reductor	Baño	SPIRAX A90	Rell.1 mes, cambio Anual
	Cadena - sprokets piñones	Engrase manual	Alvania EP-2	Dos veces por semana
Chancadora de Quijadas 24 x 36 - A COMESA	Eje muela móvil	Baño	Omala 150	Agregar diario
	Eje pitman, toggles (AL)	Circulación	Omala 150	2 meses
	Puntos de engrase	Engrase manual	Alvania EP-2	Semanal
Chancadora Cónica 4¼ STD SYMONS	Rodamientos Motor	Engrase manual	SKF LGMT 3	3 Mensual
	Lubricación Centralizada (AL)	Circulación	Omala 68	Según análisis (6 Meses)
Zaranda Vibratoria Z1-A COMESA	Sistema Hidráulico (AL)	Circulación	Tellus 46	Anual
	Rosca de taza y anillos	Engrase manual	Alvania EP-2	Cada 2 días
	Asiento bastidor y anillo de ajuste	Engrase manual	Alvania EP-2	6 meses
	Rodamientos Motor	Engrase manual	SKF LGMT 3	6 Meses
COMESA	Excéntrica, cojinetes	Baño	Omala 150	6 Meses
	Motor eléctrico, cojinetes	Bombeo manual	Alvania EP-2	3 Mensual

FUENTE: Autor del Informe

**ANEXO 12: Cuadro de lubricación de equipos Planta Concentradora**

EQUIPO	SISTEMA	APLICACIÓN	LUBRICANTE SHELL	RECOMENDAC.	CANT.
				INTERVALO	LUB.
Molino Barras 9½' x 13' COMESA	Chumaceras Principales - Trunnions	Circulación	Omala 150	Según análisis ó 6 meses	69 gal.
	Bomba Hidráulica manual-trunnions	Bombeo manual	Omala 150	Cada Arranque	
	Piñón - Catalina	Baño	Belt ray	cada 15 minutos	0.5 g
	Chumaceras Contraeje	Bombeo manual	Alvania EP-2	Semanal	
	Reductor	Baño	Omala 150	Según análisis ó 6 meses	
	Rodamientos Motor	Engrase manual	SKF LGMT 3	6 meses	
	Chumaceras Principales - Trunnions	Circulación	Omala 150	Según análisis ó 6 meses	16 gal.
	Bomba Hidráulica manual-trunnions	Bombeo manual	Omala 150	Cada Arranque	
	Piñón - Catalina	Engrase manual	Belt ray	cada 15 minutos	0,5 g
Molino Bolas 8' x 8' "A" COMESA	Chumaceras de contraeje	Bombeo manual	Alvania EP-2	Semanal	
	Reductor	Baño	Omala 150	Según análisis ó 6 meses	
	Rodamientos Motor	Engrase manual	SKF LGMT 3	6 meses	
	Chumaceras Principales - Trunnions	Circulación	Omala 150	Según análisis ó 6 meses	16 gal.
	Piñón - Catalina	Engrase manual	Malleus GL 300	Cada turno	

COMESA	Chumaceras de contraeje	Bombeo manual	Alvania EP-2	Semanal	
	Reductor	Baño	Omala 150	Según análisis ó 6 meses	
	Rodamientos Motor	Engrase manual	SKF LGMT 3	6 meses	
	Chumaceras Principales - Trunnions	Circulación	Omala 150	Según análisis ó 6 meses	16 gal.
	Bomba Hidráulica manual-trunnions	Bombeo manual	Omala 150	Cada Arranque	
	Molino Bolas 7' x 12'	Piñón - Catalina	Engrase manual	Malleus GL 300	Cada turno
COMESA	Chumaceras de contraeje	Bombeo manual	Alvania EP-2	Semanal	
	Reductor	Baño	mobil shc 630	Según análisis ó 6 meses	
	Rodamientos Motor	Engrase manual	SKF LGMT 3	6 meses	
	Chumaceras Principales - Trunnions	Circulación	Omala 150	Agregar c/ quincena	
Molino Bolas 5' x 10'	Piñón - Catalina	Engrase manual	Malleus GL 300	Cada turno	
DENVER - FIMA	Chumaceras de contraeje	Bombeo manual	Alvania EP-2	Semanal	
	Rodamientos Motor	Engrase manual	SKF LGMT 3	6 meses	
	Chumaceras Principales - Trunnions	Engrase manual	Verena C	Agregar c/ quincena	
Molino Bolas 5' x 6'	Piñón - Catalina	Engrase manual	Malleus GL 300	Cada turno	
COMESA	Chumaceras de contraeje	Bombeo manual	Alvania EP-2	Semanal	
	Rodamientos Motor	Engrase manual	SKF LGMT 3	6 meses	

FUENTE: Autor del Informe

**ANEXO 13: Cuadro de lubricación de equipos Planta Concentradora**

EQUIPO	SISTEMA	APLICACIÓN	LUBRICANTE SHELL	RECOMENDAC. INTERVALO	CANT. LUB.
Acondicionadores 6x6 FIMA	Cajas de rodamientos	Bombeo	Alvania EP-2	Mensual	
	vertical	manual			
	Motores eléctricos,	Bombeo	Alvania EP-2		
Acondicionadores 12x12 con moto reductor y Rodam. FIMA - DENVER	cojinetes	manual			
	Caja de rodamientos	Bombeo	Alvania EP-2	Mensual	
	vertical	manual			
Moto reductor, reductor	Baño	SPIRAX A90	6 meses		
Agitador 8x10 FIMA		Bombeo	Alvania EP-2	6 meses	
	Cojinetes motor	manual			
	Reductor	Baño	Alvania EP-2	Mensual	
Espesador 120' Ø DORR OLIVER	Motor eléctrico, cojinetes	Bombeo manual	Alvania EP-2	6 meses	
	Moto reductores, Reductores	Baño	SPIRAX A90	6 meses	
	Cadena - sprokets piñones	Baño	Omala 320	6 meses	
Mecanismos corona-sinfín Dual Mecanismo principal, corona- piñones		Baño	Omala 680	6 meses	8 c/u
		Baño	Omala 680	Anual	2
	Eje corona Dual, cojinetes	Bombeo manual	Alvania EP-2	2 Meses	
Reductor en eje sinfín		Baño	SPIRAX A90	Anual, según análisis	
	Mecanismo corona-sinfin	Baño	Omala 320	Anual, según análisis	

Espesador 80' Ø	Guías de Torre (Sistema de Izaje)	Bombeo manual	Alvania EP-2	2 Meses
COMESA	Moto reductor, reductor (S.I.)	Baño	Alvania EP-2	6 meses
	Caja Reductora - Gata, Mec. Izaje	Baño	Alvania EP-2	2 Meses
Espesador 70' Ø	Moto reductor, reductor	Baño	SPIRAX A90	Anual
	Mecanismo corona-sinfin	Baño	Omala 320	Anual, según análisis
DORR OLIVER	Engrase guías - Sistema de Izaje	Bombeo manual	Alvania EP-2	Mensual
	Caja reductora, Mecanismo Izaje	Baño	Alvania EP-2	6 meses
	Reductor	Baño	SPIRAX A90	Anual
	Cadena - sprokets piñones	Baño	Alvania EP-2	Semanal
Espesadores 40' Ø	Mecanismo corona-sinfin	Baño	Omala 320	Anual, según análisis
FIMA - DENVER	Engrase guías - Sistema de Izaje	Bombeo manual	Alvania EP-2	Mensual
	Caja reductora, Mecanismo Izaje	Baño	Alvania EP-2	6 meses
	Cojinetes de los Tambores	Bombeo manual	Alvania EP-2	Mensual
Filtros de Banda	Cojinetes de rodillos	Bombeo manual	Alvania EP-2	Mensual
Delkor		Bombeo	SPIRAX A90	Mensual
	Cajas reductoras Moto reductor, reductor	manual Baño	SPIRAX A90	6 meses

FUENTE: Autor del Informe

**ANEXO 14: Cuadro de lubricación de equipos Planta Concentradora**

EQUIPO	SISTEMA	APLICACIÓN	RECOMENDAC.		CANT.
			LUBRICANTE	INTERVALO	
			SHELL		LUB.
Bombas Verticales	Caja de rodamientos	Bombeo manual	Alvania EP-2	Semanal	
SVEDALA-FIMA	Rodamientos Motor	Engrase manual	SKF LGMT 3	5 Meses	
Hidrosta e Ingersoll - Dresser	Caja de rodamientos	Bombeo manual	Alvania EP-2	Semanal	
	Rodamientos Motor	Engrase manual	SKF LGMT 3	3 Meses	
	Caja Excéntrica	Bombeo manual	Alvania EP-2	Quincenal	
	Cojinetes del Eje Excéntrico	Bombeo manual	Alvania EP-2	Quincenal	
Jigs Duplex	Caja del Eje Pivot	Bombeo manual	Alvania EP-2	Quincenal	
	Cojinetes del Eje Pivot	Bombeo manual	Alvania EP-2	Quincenal	
Clasificadores Helicoidales	Cojinetes superiores	Bombeo manual	Alvania EP-2	Semanal	
	Engranajes descubiertos - Cónicos	Engrase manual	Malleus GL 300	Cada Turno	
DENVER - FIMA	Tornillo elevador	Engrase manual	Alvania EP-2	Semanal	
	Reductor de Velocidad	Baño	Spirax A90	6 meses	

FUENTE: Autor del Informe

**ANEXO 15: Cuadro de lubricación de equipos Planta Concentradora**

EQUIPO	SISTEMA	APLICACIÓN	LUBRICANTE SHELL	RECOMENDAC. INTERVALO	CANT. LUB.
COMESA	Engranajes descubiertos - Rectos	Engrase manual	Malleus GL 300	Cada 3 días	
	Cojinetes de Tren	Bombeo manual	Alvania EP-2	Semanal	
	Engranj. Rectos	Engrase manual	Alvania EP-2	Semanal	
	Tornillo elevador	Bombeo manual	Alvania EP-2	2 Meses	
Celdas de Flotación SUB-A	Cajas de rodamientos vertical	Bombeo manual	Alvania EP-2	2 Meses	
	Eje paletas - cojinetes de apoyo	Bombeo manual	Alvania EP-2	Cada 3 días	
Nº 30 FIMA - DENVER	Reductor del Eje paletas	Baño	Spirax A90	6 meses	
	Rodamientos	Engrase manual	SKF LGMT 3	4 Meses	
	Motor	Bombeo manual	Alvania EP-2	2 Meses	
Celdas de Flotación DR 180	Cajas de rodamientos vertical	Bombeo manual	Alvania EP-2	2 Meses	
	Eje paletas - cojinetes de apoyo	Bombeo manual	Alvania EP-2	Cada 3 días	
Jigs Kelsey	Sistema Hidráulico (AL)	Circulación	Tellus 46	1 800 Hrs	5 gl.
	Puntos de Engrase	Engrase manual	retinax DX 2	Inter diario	5 Grs.
Jigs Gekko	Sistema Hidráulico (AL)	Circulación	Tellus 46	1 800 Hrs	2 gl.
	Rodamientos Motor Bomba	Engrase manual	SKF LGMT 3	3 Meses	

FUENTE: Autor del Informe





## ANEXO 17: Procedimiento Operación Sulfuros Casiterita

DIVISIÓN MINERA BRECA			
 <b>MINSUR</b>	<b>OPERACIÓN FLOTACION SULFUROS Y CASITERITA</b>		<b>UNIDAD SAN RAFAEL</b>
	Código: <b>PETS-SR-PTA-12</b>	Versión: <b>02</b>	
	Tipo de documento: <b>PETS – Procedimiento Operativo</b>	Página: <b>1 de 8</b>	
Macro Proceso : <b>Procesos Operativos</b>		Proceso: <b>Planta Concentradora</b>	

**1. OBJETIVO**

Estandarizar la correcta operación del circuito de Flotación Sulfuros-Casiterita, para realizar una adecuada recuperación de la parte valiosa (**Mineral Casiterita**), en la etapa de Flotación, priorizando la seguridad del personal, proceso y equipos que realizan esta actividad.

**2. ALCANCE**

Este procedimiento involucra al Operador de planta concentradora designado a la actividad de operación del circuito de Flotación Sulfuros y Casiterita.

**3. REFERENCIAS LEGALES Y OTRAS NORMAS**

**3.1. DS N°. 055 - 2010 - EM:** Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional y otras medidas complementarias en Minería / Obligaciones de los Supervisores (Art. 38 y 39) / Obligaciones de los Trabajadores (Art. 44, 45, 46, 47, 48 y 49).

**4. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS**

**4.1. IPERC:** Identificación de peligros, evaluación y control de riesgos.

**4.2. Flotación:** Es un proceso de concentración de minerales, en la que se aprovechan las propiedades físico-químicas superficiales de las partículas (propiedades hidrofílicas e hidrofóbicas) para efectuar la selección por medio de burbujas.

**4.3. MGS:** Separador Multigravimétrico Mozley.

**4.4. I:** Instrucción de trabajo.

**4.5. Orden de Trabajo:** Registro que se utiliza para asignar trabajos y autorizar su ejecución.

**4.6. ATS:** Análisis de trabajo seguro

**4.7. Verificación de equipos:** Verificación de parámetros de operación en sus equipos con el objetivo de mantenerlos en condiciones óptimas para su operación normal en jornada de trabajo.

**5. RESPONSABILIDADES:**

**5.1. Supervisa:** Ingeniero o Supervisor Técnico de turno.

**5.2. Ejecuta:** El operador designado a la actividad de operación del circuito de Flotación Sulfuros y Casiterita

## **6. EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL**

**6.1.** Casco

**6.2.** Lentes de seguridad

**6.3.** Respirador de seguridad con filtros para partículas de polvo (3M 2097).

**6.4.** Barbiquejo

**6.5.** Mameluco

**6.6.** Zapatos de seguridad con punta de acero.

**6.7.** Botas de Jebe con punta de acero

**6.8.** Tapones de oído y/o orejeras

**6.9.** Guantes de cuero o jebe

## **7. EQUIPO / HERRAMIENTA / MATERIALES DE TRABAJO**

**7.1. Equipos:** Celdas DR-500 Flotación Rougher (Banco 1 y 2); Celdas DR-500 Flotación Scavenger, Celdas DR-300 Flotación Primera Limpieza (Banco 1 y 2); Celdas DR-300 Flotación Segunda Limpieza; Celdas DR-300 Flotación Limpieza Sulfuros; Celdas DR-180 Flotación Re-Limpieza de Sulfuros; Celdas DR-180 Flotación Tercera Limpieza; Celdas Sp-18 de Sulfuros, Concentradores 1 (A y B), 2 (A y B) y 3 (A y B); Hidrociclones Mozley de 1  $\frac{3}{4}$ " ( 10 nidos); Acondicionadores 12' x 12' A, B, C y D; Acondicionadores 8' x 8' A y B; Sumidero mata espuma 5' x 5'; Acondicionador 6' x 6'; Bombas Prominent de Ácido Sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>): PU-001, PU-002, PU-004, PU-005, PU-006, PU-007 y PU-008 ;Bombas de Xantato (Z-11) : PU-012 ; Bombas de MIBC: PU-013 ; Bombas de Aeropromoter (AP) : PU-014, PU-016, PU-017, Sopladores 100 HP A y B; Sopladores 60 HP A y B; Sopladores 30 HP A y B; Sopladores N°1, 2 y 3; de las celdas: DR-180 Re-Limpieza de Sulfuros, DR-180 Tercera Limpieza y DR-300 Sulfuros; Dosificadores de Copa funciona esporádicamente; Flujo metro de relave Scavenger; Controladores de pH: N°114, 115, 116, 117, 118 y 119.

**7.2. Herramientas a usar:** Probetas graduadas de 1 000 ml, 100 ml y 50 ml; Plato FIMA; Balanza Marcy; Cortador de muestra; Manguera de 1 pulg.

**7.3. Material de Limpieza:** Escoba, Trapo.

## **8. DESCRIPCION**

El operador deberá recibir en el despacho de guardia por parte del Ingeniero o técnico supervisor de turno su Orden de trabajo, IPERC y Reporte Operacional, en caso del segundo turno más el Check List de equipos.

**8.2.** El operador deberá revisar el contenido del reporte operacional en el momento del relevo conjuntamente con el operador saliente, la cual deberá estar correctamente llenada y firmada, esto para la referencia de los acontecimientos ocurridos en la jornada de la guardia saliente y firmar en señal de conformidad de la información del reporte.

✓ En caso de detectar la información incompleta o errónea comunicar inmediatamente al Ing. De guardia de turno, quién tomará las acciones necesaria para su corrección.

**8.3** El Operador deberá inspeccionar toda su área de trabajo para el correcto llenado del IPERC. Llenar el registro F-SR-SSO-12 IPERC Continuo.

**8.4** El Operador deberá realizar el Check List de los MGS y de las bombas de  $H_2SO_4$ , verificando su óptimo estado, para su operación continua, deberá llenar los registros F-SR-MTO-11 Check List Separador Multigravimétrico Mozley y F-SR-MTO-12 Check List Bombas de Ácido Sulfúrico ( $H_2SO_4$ ). Cualquier anomalía comunicar al Ingeniero o supervisor de turno.

**8.5.** El Operador, deberá llenar el reporte operacional, **F-SR-PTA-12 Reporte Operacional Flotación Casiterita**, registrando todos los acontecimientos sucedidos durante su turno de trabajo.

✓ La información del reporte operacional, deberán ser llenados en el transcurso de la jornada laboral, los casilleros de parámetros operacionales que no contengan información, deberán ser llenados con letras (STAND BY, EN MANTENIMIENTO, PARADO, NO OPERATIVO, Etc.). Si el dato es un número cero, entonces colocar "0", según corresponda, por ningún motivo se dejarán los casilleros en blanco.

#### **8.6. Arrancar el circuito de acuerdo a secuencia**

**8.6.1.** El Operador de la actividad asignada antes de arrancar el circuito deberá coordinar con el

Operador de Molienda Terciaria, Operador del Espesador  $120'\emptyset$ , Deslame y Bombeo (Sección Casiterita), Operador de los Espesadores  $70'\emptyset$  -  $80'\emptyset$ , Operador de Reactivos y Operador de OK- 5 y Filtro de Placas.

**8.6.2.** El Operador, por ningún motivo arrancará el circuito, si es que no tienen conocimiento los operadores nombrados.

**8.6.3.** Revisar el circuito para evitar contratiempos en el arranque (Verificar que estén cerradas las válvulas de descarga de los acondicionadores, celdas y que no se encuentre herramientas o materiales dentro de las celdas de Flotación).

**8.6.4.** Arrancar los Acondicionadores 8' x 8' A y B con un 30 a 40% de llenado (con agua).

**8.6.5.** Arrancar los Acondicionadores 12' x 12' A, B, C y D con un 30% de llenado (con agua).

**8.6.6.** Arrancar el Acondicionador 6' x 6', con un 30% de llenado (con agua).

**8.6.7.** Arrancar las celdas DR-300 de Flotación Sulfuros (limpieza de sulfuros) en vacío y poner en modo automático las compuertas (neumáticas) de descarga de las celdas.

**8.6.8.** Arrancar las celdas DR-500 de Flotación Rougher en vacío y poner en modo automático las compuertas (neumáticas) de descarga de las celdas. MGS

**8.6.9.** Arrancar las celdas DR-500 de Flotación Scavenger en vacío y poner en modo automático las compuertas (neumáticas) de descarga de las celdas.

**8.6.10.** Arrancar las celdas DR-300 de Flotación Primera Limpieza y Segunda Limpieza, en vacío y poner en modo automático las compuertas (neumáticas) de descarga de las celdas.

**8.6.11.** Arrancar las celdas DR-180 de Flotación Re Limpieza de Sulfuros, en vacío y poner en modo automático las compuertas (neumáticas) de descarga de las celdas.

**8.6.12.** Arrancar las celdas DR-180 de Tercera Limpieza, en vacío y poner en modo automático las compuertas (neumáticas) de descarga de las celdas.

**8.6.13.** Arrancar las celdas SP-18 limpieza de Sulfuros, en vacío y graduar las compuertas manuales.

**8.6.14.** Verificar que todos los equipos arrancados, estén en funcionamiento, luego indicarle al Operador del Espesador 120'Ø que alimente carga al circuito.

**8.6.15.** Coordinar con el Operador del Espesador 120'Ø, Deslame y Bombeo (Sección casiterita), que arranque las bombas del circuito de Flotación.

**8.6.16.** Arrancar el agitador 5' x 5' de la bomba 22FA-B.

**8.6.17.** Arrancar los sopladores N°1, 2 y 3, luego abrir la válvula de descarga de los equipos.

**8.6.18.** Arrancar los sopladores (HP-100 A y B) ó (HP-60 A y B y HP-30 A y B) luego abrir las válvulas de descarga de los equipos.

**8.6.19.** Arrancar las bombas de Reactivos con dosificación mínima, hasta que el circuito se establezca.

**8.6.20.** Arrancar los concentradores MGS N° 1(A y B), 2(A y B) y 3(A y B), luego abrir las válvulas de agua de lavado.

**8.6.21.** Retirar los recipientes con agua de los sensores de pH.

**8.6.22.** Terminada la secuencia de arranque, el Operador, deberá regular las variables de operación de los equipos para que los parámetros estén dentro de los rangos establecidos.

**8.6.23.** Todos los equipos deben ser arrancados en vacío (sin carga), Teniendo en cuenta las instrucciones, **I-SR-PTA-19 Cambio arranque y parada de Bombas** y **I-SR-PTA-30 Operación y mantenimiento de Hidrociclones.**

### **8.7. Parada del circuito o equipo por emergencia**

**8.7.1.** El Operador deberá estar controlando constantemente, donde podrían presentarse problemas como:

- Problemas mecánicos y/o eléctricos en las Celdas de Flotación, Acondicionadores, Bombas, MGS e Hidrociclones.
- Corte total o parcial de la energía eléctrica.
- Problemas con el espesador 120' Ø Deslame y Bombeo ( Sección Casiterita)

**8.7.2.** El Operador deberá parar el circuito o equipo de inmediato sin descargar, ya que su demora podría ocasionar mayor daño, las posibles causas pueden ser:

- Problemas mecánicos y/o eléctricos en las Celdas de Flotación y Acondicionadores.
- Sobrecarga en las celdas de Flotación

**8.7.3.** El Operador comunicará de inmediato el problema suscitado en su labor, dando alcance de las fallas detectadas.

**8.7.4.** El Ingeniero o Supervisor Técnico de turno; realizará las coordinaciones siguientes:

- Comunicar verbalmente al área de mantenimiento
- Generar aviso de mantenimiento
- Realizar seguimiento de ejecución de trabajo

**8.7.5.** El Ingeniero o Supervisor Técnico de turno, evaluará los problemas presentados en el circuito, debiendo tomar acción de acuerdo a la instrucción **I-SR-PTA-44 Problemas en operación Flotación Sulfuros y Casiterita.**

### **8.8. Realizar el control de los parámetros operativos de Flotación Sulfuros y Casiterita**

**8.8.1.** El Operador designado a la actividad, deberá verificar y controlar de manera constante, que los parámetros de operación se mantengan dentro de sus rangos establecidos, para garantizar el cumplimiento de los objetivos operacionales.

- Densidad de pulpa (alimento Acond. 8' x 8' A) : (1250 a 1500) g/l
- pH - 115 en Flotación de Sulfuros : (4.9 a 6.0)
- pH – 114 en Flotación Rougher : (5.0 a 5.5)

- pH - 117 en Primera Limpieza :
- pH - 118 en Segunda Limpieza : (4.3 a 5.0)
- pH - 116 en Re-Limpieza de Sulfuros : (4.7 a 5.2)
- Ley de alimento a flotación. : (0.3 a 0.8) % Sn
- Ley de alimento MGS. : (15 a 25) % Sn
- Ley del relave Scavenger. : (0 a 0.30) % Sn
- Verificar la adecuada dosificación de reactivos

**8.8.2.** El Operador deberá visualizar el reporte de leyes (Control Horario) en la computadora del Amdel, medir la densidad de pulpa (alimento Acond. 8' x 8' A) y verificar el pH en los diferentes puntos, registrar los parámetros a cada hora, en el reporte, **F-SR-PTA-12 Reporte Operacional Flotación Casiterita.**

### **8.9. Regular los parámetros de operación de Flotación Sulfuros y Casiterita**

**8.9.1.** El Operador deberá verificar y regular las variables de operación de los equipos hasta alcanzar y mantener los parámetros de operación.

**8.9.2.** Si la densidad de pulpa en la alimentación al acondicionador 8' x 8' "A", está fuera de los rangos de operación; el Operador, deberá incrementar o disminuir el agua de dilución gradualmente de ser necesario coordinar con el Operador del Espesador 120'Ø, para que regule la carga del U/F de los Hidrociclones de 4", 60mm. y 1 ¾".

**8.9.3.** Ajustar el pH, regulando la adición de ácido H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, además, verificar que esté llegando el ácido, a los acondicionadores **8' x 8' A, 12' x 12' A, C y D** a la celda DR-180 de Re Limpieza de sulfuros (cajón de descarga celda N° 03).

**8.9.4.** Verificar, medir (aforar) y regular la adición de los reactivos a continuación:

- MIBC (Acondicionador 8' x 8' "A"): (30 a 120) cc/min.
- Xantato Z-11 (Acondicionador 8' x 8' "A"): (200 a 1000) cc/min.
- Aeropromoter AP-845 (Acondicionador 12' x 12' "A"): (500 a 1300) cc/min.
- Aeropromoter AP-845 (Celda N° 01 Scavenger): (500 a 1200) cc/min.
- Aeropromoter AP-845 (Celda N° 03 Scavenger): (100 a 450) cc/min.
- En caso de emergencia usar PU 015 y PU 033
- La dosificación de reactivos varía según las condiciones de trabajo y tonelaje y ley de cabeza de flotación.

**8.9.5.** El Operador **designado a la actividad** deberá registrar cada hora las dosificaciones de los reactivos en el reporte, **F-SR-PTA-12 Reporte Operacional Flotación Casiterita.**

**8.9.6.** Regular gradualmente la abertura de las compuertas automáticas (0 a 100) %, en las Celdas de Flotación Sulfuros-Casiterita.

**8.9.7.** Regular el flujo de aire en cada celda y la presión de los sopladores de HP-100 A y B ó HP-60 A y B - HP-30 A y B.

**8.9.8.** Disminuir o incrementar el agua en las canoas recolectoras de espumas de las celdas de Flotación Sulfuros-Casiterita, de manera que la espuma no pierda densidad.

**8.10. Realizar el control de los parámetros operativos de los Hidrociclones Mozley 1 ¾"**

**8.10.1.** El Operador designado a la actividad deberá verificar y controlar de manera constante, que los parámetros de operación de los Hidrociclones Mozley se mantengan dentro de sus rangos establecidos, para garantizar el cumplimiento de los objetivos operacionales

- Presión (alimento Hidrociclones 1 ¾"): (40 a 65) PSI

**8.10.2.** El Operador deberá visualizar cada hora el reporte de leyes (Control Horario), en la computadora del Amdel, para regular los parámetros de operación; estos controles deben ser registrados por el Operador a cada hora en el reporte, **F-SR-PTA-12 Reporte Operacional Flotación Casiterita.**

**8.11. Regular los parámetros de operación de los Hidrociclones Mozley 1 ¾"**

**8.11.1.** El Operador designado a la actividad deberá verificar y regular las variables de operación de los Hidrociclones Mozley 1 ¾" hasta alcanzar y mantener los parámetros de operación establecidos.

**8.11.2.** Verificar que las bombas 22F A/B, estén funcionando correctamente.

**8.11.3.** Verificar que el manómetro del Hidrociclón esté funcionando correctamente.

**8.11.4.** Abrir o cerrar los Hidrociclones Mozley 1 ¾", para regular la presión.

**8.11.5.** Verificar la abertura de los ápex y vortex. Personal de Operación Mantenimiento de Ciclonas.

**8.11.6.** Verificar el nivel del agitador 5 x 5 de la bomba 22 F A/B.

**8.12. Realizar el control de los parámetros operativos de los concentradores MGS**

**8.12.1.** El Operador designado a la actividad deberá verificar y controlar de manera constante, que los parámetros de operación de los concentradores MGS se mantengan dentro de sus rangos establecidos, para garantizar el cumplimiento de los objetivos operacionales:

- Densidad de pulpa (alimento MGS) : (1300 a 1600) g/l
- Ley de alimento MGS : (15 a 25) % Sn
- Ley de concentrado MGS : (30 a 45) % Sn
- Recuperación en Flotación : (5 a 15) % Sn

**8.12.2.** Si los parámetros de operación de los concentradores MGS están fuera del rango el Operador deberá regularlos de la siguiente manera:



**8.12.3.** Si la densidad de pulpa en la alimentación al concentrador MGS, está fuera de los rangos de operación; el Operador, deberá incrementar o disminuir el agua de dilución y de ser necesario deberá verificar la abertura de los ápex (Hidrociclones 1 ¾”), la cual debe estar en 4.5 mm.

**8.12.4.** Disminuir o incrementar el agua de lavado, que ingresa al concentrador MGS, esta debe mantenerse de (8 a 25) l/min.

**8.12.5.** Verificar las aberturas y posiciones de los Scrapers, de los concentradores MGS.

**8.12.6.** Verificar la inclinación de los concentradores MGS (5,0° a 5.5°). Personal de Mantenimiento

**8.12.7.** Lavar la parte interior de los MGS por lo menos 2 veces por turno.

**8.12.8.** El Operador deberá visualizar cada hora el reporte de leyes (Control Horario), en la computadora del Amdel, para regular los parámetros de operación y registrará en el reporte, **FSR- PTA-12 Reporte Operacional Flotación Casiterita**, La densidad de pulpa de alimentación y las horas de operación de los concentradores MGS.

### **8.13. Realizar trabajos de rutina**

**8.13.1.** El Operador designado a la actividad realizará trabajos de rutina con el Operador del

Espesador 120' Ø, Deslame y Bombeo (Sección casiterita), Operador de los Espesadores 70'

Ø - 80' Ø, Operador de Reactivos y Operador de Molienda Terciaria, como:

**8.13.2.** Cambio, arranque y parada de Bombas, según la instrucción, **I-SR-PTA-19 Cambio arranque y parada de Bombas.**

**8.13.3.** Operación de Hidrociclones, según la instrucción, **I-SR-PTA-30 Operación y Mantenimiento de Hidrociclones.**

**8.13.4.** Verificar operatividad de los cajones y sondas Amdel del circuito (Solo observar que se encuentren operativos).

**8.13.5.** Limpieza de los Scrapers en los MGS.

**8.13.6.** Limpieza de las mallas de los hidrociclones 1 ¾”.

**8.13.7.** Limpieza de los sensores de pH.

**8.13.8.** Limpieza de las bombas de reactivos asignadas.

**8.13.9.** Limpieza de fugas de las bombas de reactivos asignadas.

**8.13.10.** Limpieza de los tambores MGS.

**8.13.11.** Limpieza de estructuras y guardas de celdas.

**8.13.12.** Limpieza de pisos (Carga derramada).

#### **8.14. Trabajos de apoyo**

**8.14.1.** El área de influencia de la actividad de operación Flotación Sulfuros y Casiterita es:

- Actividad de Operación de Espesador 70'Ø y 80'Ø
- A dichos operadores se le solicitará y brindará apoyo en caso que se requiera, previa comunicación y coordinación con el Ingeniero o supervisor técnico de turno, para dicho apoyo no se requerirá otros documentos de gestión (OT, IPERC).

**8.14.2.** En caso se realice nuevas tareas o trabajos de apoyo en otras áreas que no sean de influencia, el operador deberá:

- Recibir o solicitar una nueva Orden de Trabajo e IPERC firmada por el Ingeniero o Supervisor Técnico de turno.

**8.14.3.** Hora de refrigerio (turno de día de 11:00 am a 12:00 pm o de 12:00 pm a 01:00 pm.) (Turno de noche de 6:00 a 7:00 pm. o de 7:00 pm a 8:00 pm). Su puesto será cubierto por el Operador designado a la actividad de operación de Espesador 70'Ø y 80'Ø.

#### **8.15. Parar el circuito de Operación Flotación Sulfuros y Casiterita**

**8.15.1.** El circuito se podrá parar por:

- Trabajos de mantenimiento por parada de Planta.

**8.15.2.** Coordinar con el Operador del Espesador 120'Ø, Deslame y Bombeo (Sección Casiterita), para que corte la alimentación a los acondicionadores 8' x 8' "A y B".

**8.15.3.** Indicar al Operador del Espesador 120'Ø Deslame y Bombeo (Sección Casiterita) que pare las bombas cuando los sumideros se encuentren vacíos.

**8.15.4.** Parar las bombas de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ), Xantato (Z-11), MIBC y Aero promoter (AP-845).

**8.15.5.** Abrir las válvulas de descarga de los acondicionadores 8' x 8' A y B, hasta que la carga en el equipo sea mínima, posteriormente el Operador, procederá a parar los acondicionadores.

**8.15.6.** Abrir las válvulas de descarga de los acondicionadores 12' x 12' A, B, C y D, hasta que la carga en el equipo sea mínima, posteriormente el Operador, procederá a parar los acondicionadores.

**8.15.7.** Cerrar las válvulas de descarga de los sopladores N°1, 2, 3 y HP-100 (A y B) ó HP-60 (A y B) - HP-30 (A y B), luego parar los sopladores.

**8.15.8.** Colocar en modo manual las compuertas (neumáticas) de descarga de las celdas DR-500, DR- 300 y DR-180, hasta que la carga en las celdas sea mínima.

**8.15.9.** Verificar que el nivel de pulpa en las celdas: DR-500, DR-300 y DR-180, este por debajo del difusor (sistema de agitación), luego el Operador, procederá a parar las celdas.

**8.15.10.** Verificar que no ingrese carga a los concentradores MGS 1, 2 y 3; luego esperar 05 minutos para cerrar las válvulas de agua de lavado, de manera que la parte interior del equipo quede limpia y proceder a parar los concentradores MGS.

**8.15.11.** Colocar en un frasco de plástico con agua, a los sensores de pH.

**8.15.12.** El Operador, deberá parar su circuito teniendo en cuenta las instrucciones **I-SR-PTA-30 Operación y Mantenimiento de Hidrociclones y I-SR-PTA-19 Cambio arranque y parada de Bombas.**

### **8.16. Realizar limpieza del área de trabajo**

**8.16.1.** El Operador designado a la actividad una vez culminado su trabajo deberá hacer limpieza y ordenar la zona de trabajo, tales como:

- Guardas del sistema de transmisión y pisos metálicos de las Celdas de Flotación Sulfuros- Casiterita.
- Estructuras y pisos metálicos de los acondicionadores 6' X 6', 8' x 8' A y B, 12' x 12' A, B, C y D.
- Estructuras pisos metálicos de los Hidrociclones 1 ¾".
- Pisos y estructuras de los concentradores MGS.

**8.16.2.** Al finalizar la limpieza las mangueras y herramientas deben guardarse en su respectivo lugar.

### **8.17. Fin de turno**

**8.17.1.** Al finalizar el turno el operador deberá realizar lo siguiente:

- El operador saliente, deberá llevar la orden de trabajo e IPERC a la Sala Amdel.
- El operador saliente deberá realizar el traslape con el reporte operacional llenado correctamente durante su guardia con el operador de la guardia entrante, este último revisará el reporte operacional y firmará la misma en señal de conformidad, luego dejarlo en la sala Amdel. En caso de no encontrar a su relevo, detectar información incompleta o errónea, comunicar inmediatamente al Ing. de guardia de turno.
- El operador del segundo turno deberá dejar el Check List de Equipos en su puesto de trabajo llenado correctamente al final de su turno y el operador del primer turno deberá entregar el Check List de equipos a la Sala Amdel llenado correctamente al final de su turno.

### **8.18. Restricciones:**

**8.18.1.** Ninguna labor se realizará sin su respectiva Orden de Trabajo e IPERC.

**8.18.2.** Por ningún motivo se debe utilizar herramientas no inspeccionadas de acuerdo al trimestre.

**8.18.3.** Verificar la operatividad de la ducha y lavaojos de seguridad del área de trabajo.

**8.18.4.** Verificar las bandejas colectoras de los reactivos, deben encontrarse limpias.

**8.18.5.** Verificar que los baldes de plástico con lechada de cal, se encuentren con el nivel adecuado.

**8.18.6.** Cuando se realice limpieza con el uso de la manguera obligatoriamente utilizar botas y guantes de jebe.

**8.18.7.** No manipular los tableros eléctricos.

**8.18.8.** Por ningún motivo se debe tocar los equipos en movimiento.

**8.18.9.** Nunca operar equipos sin guardas de protección.

**8.18.10.** Cada vez que se realice mantenimiento operativo a los equipos colocar el sistema Lock out - Tag out (Candado de seguridad, tarjeta y pinza).

**8.18.11.** Mantener siempre ordenada y limpia la zona de trabajo.

**8.18.12.** El manejo de la grúa puente solo se hará si el operador cuenta con autorización de uso de este equipo (licencia).

## **9. REGISTROS**

- F-SR-SSO-70 Orden de Trabajo
- F-SR-SSO-12 IPERC Continuo.
- F-SR-PTA-12 Reporte Operacional Flotación Casiterita.
- F-SR-MTO-11 Check List Separador Multigravimétrico Mozley.
- F-SR-MTO-12 Check List Bombas de Ácido Sulfúrico H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

## **10. RIESGOS Y PELIGROS ASOCIADOS DE SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE.**

**10.1. Lesiones o heridas provocadas por tropiezos, resbalones y caídas:** Mantener el área limpia y ordenada.

**10.2. Lesiones o heridas provocadas por la manipulación de equipos en movimiento, posición inadecuada y sustancias peligrosas:** Cumplir con las disposiciones de seguridad que se estipulan en el presente procedimiento.

**10.3. Exposición al Polvo y Ruido:** Usar los EPPS de forma correcta y continua, durante el tiempo que realice su labor.

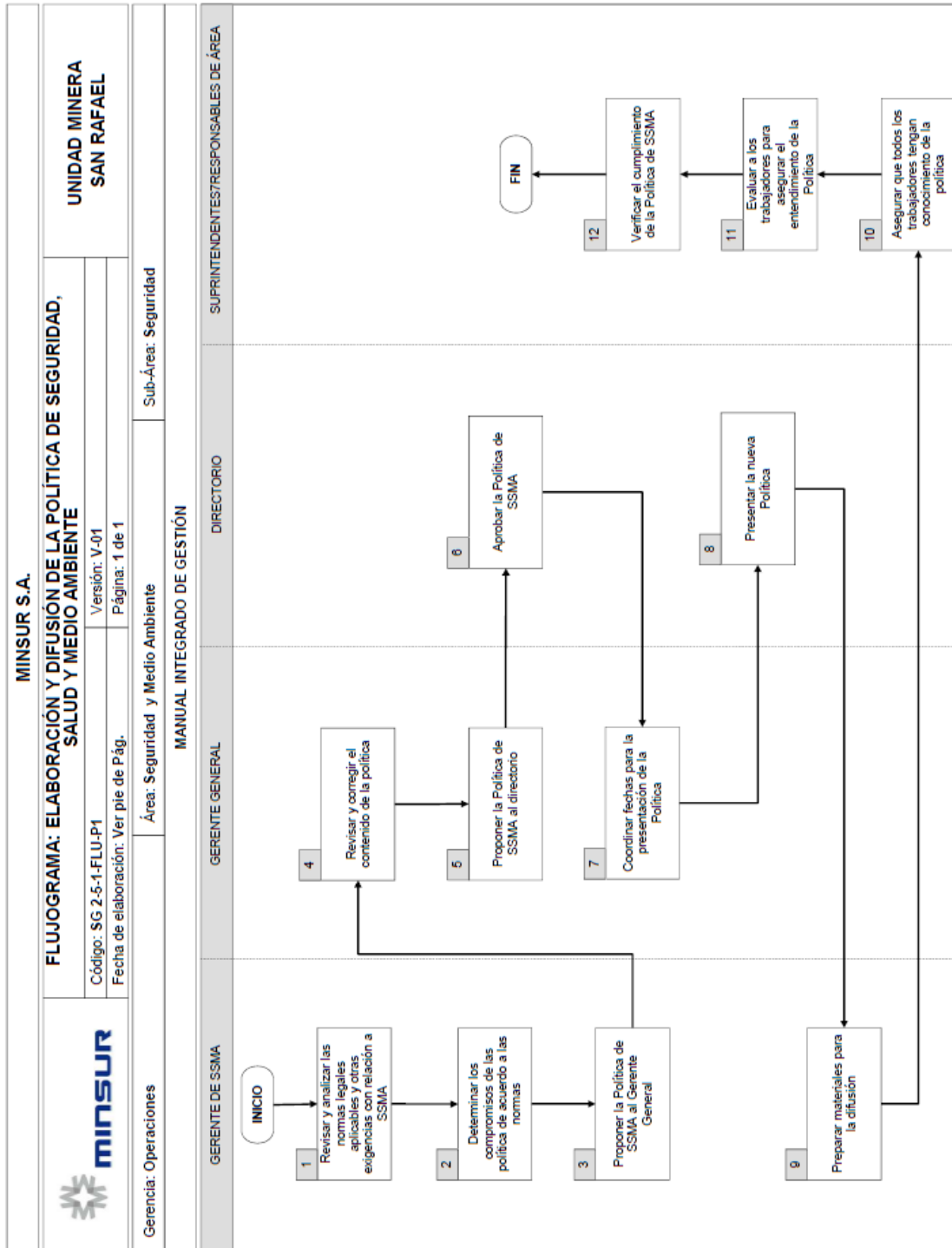
## **11. CONTROL DE CAMBIOS RESPECTO A LA ÚLTIMA VERSION**

### **ANEXOS:**

**Aplicable solo para el Sistema de Gestión de SSO y MA:**

- I-SR-PTA-02 Uso de grúa puente
- I-SR-PTA-19 Cambio, Arranque y Parada de Bombas
- I-SR-PTA-21 Desatoro de Tuberías
- I-SR-PTA-30 Operación y Mantenimiento de Hidrociclones
- I-SR-PTA-44 Problemas de Operación Flotación Sulfuros y Casiterita

ANEXO 18. Política de Seguridad, Salud y Medio Ambiente



1 Elaborado por: Ingeniero de Seguridad  14/11/11 - Edlar Yapo	2 Revisado por: Gerente de Org. y Gestión Interna  14/11/11 - Gustavo Hernandez	3 Aprobado por: Gte. Operaciones y Gte. Programa de Seguridad y Salud O.  18/11/11 - Jose Saez
--	---	--

Este documento ha sido aprobado el 18/11/11. La próxima fecha de revisión de este documento es el 18/11/13