

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica

Trabajo de Suficiencia Profesional

**Cambio de batería de hidrociclones 400CVD10 +
ACB empleando el modelo Cavex, nido de baja Ley
CS501 - Remolienda C1 Sociedad Minera Cerro Verde**

Pierre Fernando Mayhuire Saire

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Mecánico

Arequipa, 2022

Repositorio Institucional Continental
Trabajo de suficiencia profesional



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

ASESOR:

ZARATE PEÑA FRANK WILLIAM

AGRADECIMIENTO

Por medio del presente informe de Trabajo de Suficiencia Profesional se agradece en primer lugar al tutor Frank William Zarate Peña quien con sus conocimientos y apoyo guio a través de cada una de las etapas este proyecto para alcanzar los resultados que se buscaba.

También se agradece a la empresa KAMPFER SAC, por brindar todos los recursos y herramientas que fueron necesarios para llevar a cabo el proceso de investigación. No se hubiese podido arribar a estos resultados de no haber sido por su incondicional ayuda.

A los docentes de la prestigiosa Universidad Continental, en especial a los de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Mecánica, por brindar sus conocimientos y motivación.

DEDICATORIA

Este logro está dedicado:

A mi esposa e hija

Le doy gracias a la vida que me dio la oportunidad de encontrarte en mi camino; amada Cinthya, sé que no soy perfecto, pero mis sentimientos son sinceros, te agradezco por darme el regalo que todo hombre sueña, a nuestra hijita Arantza de apenas de 2 años. Querida hija he soñado contigo una eternidad, te amo mucho, siempre estaré junto a ti, solo espero poder llegar a verte hecha toda una señorita, junto a tu madre. Siempre estaré para cuidarlas.

A mi madre

Por ser la persona más importante de mi vida que me orienta en los momentos más difíciles, su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy mi objetivo de ser profesional, gracias por inculcar en mí ese ejemplo, por tener siempre la fortaleza de salir adelante sin importar los obstáculos.

A mi padre y hermanos

A mi padre, mi hermano Alonso y Gonzalo, por su apoyo incondicional, por sus consejos y palabras de aliento que hicieron de mí, una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

A mi tía Anita

Por brindarme su confianza y cariño para salir adelante pese a las dificultades.

A mis compañeros

Por apoyarme aun cuando mis ánimos decaían.

Muchas gracias a todos.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO	iii
DEDICATORIA	iv
RESUMEN	xxi
INTRODUCCION	xxii
CAPITULO I	1
ASPECTOS GENERALES	1
1.1. DATOS GENERALES DE LA EMPRESA	1
1.2. ACTIVIDADES DE LA EMPRESA.....	1
1.2.1. Mantenimiento General de Zarandas	2
1.2.2. Mantenimiento de Bombas Wet End	2
1.2.3. Celdas de Flotación.....	2
1.2.4. Mantenimiento y Giro de Housing	3
1.2.5. Chute de Alimentación	3
1.2.6. Spider y Porta Spider	3
1.2.7. Salas de Lubricación.....	3
1.2.8. Mantenimiento de Nido de Ciclones	4
1.2.9. Remolienda	4
1.2.10. Espesadores	4

1.2.11.	Desmontaje y montaje de estructuras y Spools de gran diámetro.....	5
1.2.12.	Aguas y Relaves.....	5
1.2.13.	Planta Molibdeno.....	5
1.2.14.	Trabajos en HDPE.....	5
1.2.15.	Servicios Adicionales.....	6
1.3.	RESEÑA HISTORICA DE LA EMPRESA.....	6
1.3.1.	Historia Kampfer Sac.....	6
1.3.2.	Ubicación geográfica.....	7
1.3.3.	Pilares.....	8
1.4.	ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA.....	9
1.5.	VISION Y MISION.....	10
1.5.1.	Visión.....	10
1.5.2.	Misión.....	10
1.6.	BASES LEGALES O DOCUMENTOS ADMINISTRATIVOS.....	10
1.7.	DESCRIPCION DEL AREA DONDE REALIZARON SUS ACTIVIDADES PROFESIONALES.....	12
1.7.1.	Descripción del Área de Mantenimiento.....	12
1.8.	DESCRIPCION DEL CARGO Y DE LAS RESPONSABILIDADES DEL BACHILLER DE LA EMPRESA.....	12

1.8.1. Descripción del cargo	12
1.8.2. Responsabilidades del Bachiller en la empresa.	12
CAPITULO II	14
ASPECTOS GENERALES DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES.....	14
2.1. ANTECEDENTES O DIAGNOSTICO SITUACIONAL DEL PROYECTO. 14	
2.1.1. Descripción del Área del Proyecto.	14
2.1.2. Ubicación Geográfica	15
2.1.3. Ubicación Político.....	15
2.1.4. Condiciones Climatológicas y de Relieve	15
2.1.5. Altitud del Arena del Proyecto	16
2.1.6. Vías de acceso.....	16
2.2. IDENTIFICACION DE OPORTUNIDAD O NECESIDAD EN EL AREA DE ACTIVIDAD PROFESIONAL	17
2.3. OBJETIVOS DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL	17
2.3.1. Objetivo General.....	17
2.3.2. Objetivo Especifico.....	17
2.4. JUSTIFICACION DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL	18
2.4.1. Justificación Técnica.....	18
2.4.2. Justificación Económica	18

2.4.3. Justificación Profesional	18
2.5. RESULTADOS ESPERADOS	18
CAPITULO III.....	20
MARCO TEORICO	20
3.1. BASES TEORICAS DE LAS METOLOGICAS O ACTIVIDADES REALIZADAS	20
3.1.1. FUNCIONES PRINCIPALES DE LAS AREAS DE LA PLANTA CONCENTRADORA C1 SMCV.....	20
3.1.1.1. Chancado Primario	20
3.1.1.2. Chancado Secundario	21
3.1.1.3. Molienda.....	21
3.1.1.4. Flotación de Cobre	22
3.1.1.5. Planta de Molibdeno.....	22
3.1.1.6. Filtros.....	22
3.1.1.7. Espesador de Relaves	22
3.1.1.8. Preparación de Reactivos	23
3.1.2. OPERACIONES GENERALES DE PLANTA CONCENTRADORA....	23
3.1.2.1. Proceso General del funcionamiento de la planta Concentrado C1. ..	26
3.1.3. AREA HUMEDA	29

3.1.3.1.	MOLIENDA.....	29
3.1.3.2.	FLOTACION DE COBRE.....	42
3.1.3.3.	REMOLIENDA.....	55
CAPITULO IV		92
DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES.....		92
4.1.	DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES	92
4.1.1.	Enfoque de las actividades profesionales	92
4.1.1.1.	Planificación del Proyecto.....	92
4.1.1.2.	Diseño Estructural	92
4.1.1.3.	Desmontaje de Distribuidor e Hidrociclones Krebs CS501	92
4.1.1.4.	Montaje de Distribuidor e Hidrociclones Cavex CS501	92
4.1.1.5.	Indicadores	93
4.1.2.	Entregables de las actividades profesionales	93
4.1.3.	Alcance de las actividades profesionales.....	93
4.1.3.1.	Planificación.....	93
4.1.3.2.	Diseño y Calculo Estructural.....	93
4.1.3.3.	Desmontaje.....	94
4.1.3.4.	Montaje.....	94
4.1.3.5.	Indicadores	94

4.2.	ASPECTOS TECNICOS DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL	94
4.2.1.	Metodología.....	94
4.2.2.	Técnicas	95
4.2.3.	Instrumentos.....	97
4.2.4.	Equipos y materiales utilizados en el desarrollo de las actividades	98
4.2.4.1.	Requerimiento de Equipos de Protección Personal.....	98
4.2.4.2.	Requerimiento de Equipos y Herramientas	99
4.2.4.3.	Fuerza Laboral.....	100
4.3.	DESARROLLO	100
4.3.1.	Planificación	100
4.3.1.1.	Evaluación de proyecto.	100
4.3.1.2.	Solicitud de necesidades.....	100
4.3.2.	Análisis Estructural y Datos Técnicos de Hidrociclones Cavex.....	101
4.3.2.1.	Análisis Estructural	101
4.3.2.2.	Datos Técnicos de Hidrociclones Cavex.....	107
4.3.3.	Desmontaje de Distribuidor e Hidrociclones Krebs – CS501	115
4.3.3.1.	Retiro de Tuberías Overflow de Ciclones y uniones victaulic de spools de alimentación:.....	115
4.3.3.2.	Desmontaje de uniones victaulic de spools de alimentación.....	117

4.3.3.3.	Desconexión de instrumentación en válvulas de alimentación a ciclones y líneas de aire.	117
4.3.3.4.	Desmontaje de Ciclones Krebs - CS501	118
4.3.3.5.	Retiro de silleta o soporte de ciclones Krebs.....	119
4.3.3.6.	Desmontaje de Distribuidor Krebs y Accesorios.	120
4.3.3.7.	Desmontaje de Grating y canales “C”	122
4.3.4.	Montaje de Distribuidor e Hidrociclones modelo Cavex _ CS501	124
4.3.4.1.	Soldeo de Bracket o canales “C” y Wing Support	124
4.3.4.2.	Montaje de Spools de alimentación y Distribuidor, Válvulas Isogate modelo Cavex	127
4.3.4.3.	Montaje de Mounting Frame y Ciclones Cavex.....	129
4.3.4.4.	Montaje de Tuberías Overflow Descarga de Ciclones	131
4.3.4.5.	Montaje Terminado	133
4.4.	PROCESO Y SECUENCIA OPERATIVA DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES.....	134
4.4.1.	Gantt de Actividades Proyectado.....	134
4.4.2.	Planificación	135
4.4.3.	Diseño y Calculo Estructural	135
4.4.4.	Desmontaje de Distribuidor e Hidrociclones Krebs	135
4.4.5.	Montaje de Distribuidor e Hidrociclones modelo Cavex - CS501	136

CAPITULO V.....	137
5.1. Resultados finales de las actividades realizadas.	137
5.1.1. Planificación	137
5.1.1.1. Diagrama de Bloques	137
5.1.1.2. Seguimiento Gantt de Actividades	138
5.1.2. Análisis Estructural y Datos técnicos de Hidrociclones Cavex	140
5.1.2.1. Análisis Estructural	140
5.1.3. Desmontaje de Distribuidor e Hidrociclones Krebs	143
5.1.4. Montaje de Distribuidor e Hidrociclones Cavex	147
5.1.5. Indicadores:.....	156
5.1.5.1. KPI Clasificación de Molienda Primaria”	156
5.1.5.2. KPI Flotación Rougher.....	157
5.1.5.3. KPI Flotación Scavenger.....	158
5.1.5.4. KPI Remolienda del concentrado Scavenger	161
5.1.5.5. <i>KPI Circuito de Remolienda Clasificación</i>	162
5.1.5.6. KPI Flotación Cleaner - Celdas Primera Limpieza	163
5.1.5.7. KPI Flotación Cleaner – Celdas Scavenger de Limpieza.....	164
5.1.5.8. KPI Flotación Cleaner – Celdas Columnas Finales	166
5.2. Logros alcanzados:.....	168

5.2.1. En el Proyecto:.....	168
5.2.2. En lo Personal:.....	168
5.3. Dificultades:	168
5.4. Planeamiento de mejoras:	169
5.5. Aporte del Bachiller en la empresa.....	170
CONCLUSIONES.....	171
RECOMENDACIONES.....	172
BIBLIOGRAFIA	173
REFERENCIAS.....	174
ANEXO 1	176

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Rendimientos de Equipos.	31
Tabla 2: Requerimiento de Equipo de Protección Personal	98
Tabla 3: Requerimiento de Equipos y Herramientas.	99
Tabla 4. Entregables por SMCV.....	101
Tabla 5. Puntos de Bloqueo	115
Tabla 6.KPI Clasificación de Molienda Primaria”	156
Tabla 7. KPI Flotacion Rougher	157
Tabla 8. KPI Flotacion Scavenger	158
Tabla 9. KPI Remolienda del concentrado Scavenger	161
Tabla 10. KPI Circuito de Remolienda Clasificación.....	162
Tabla 11. KPI Flotación Cleaner - Celdas Primera Limpieza	163
Tabla 12. KPI Flotación Cleaner – Celdas Scavenger de Limpieza.....	164
Tabla 13. KPI Flotación Cleaner – Celdas Columnas Finales.....	166

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sede oficina de Kampfer	7
Figura 2: Organigrama de la empresa Kampfer SAC.....	9
Figura 3. Flow Sheet Planta Concentradora C1 -SMCV	25
Figura 4. Diagrama Circuito de Molienda.....	33
Figura 5. Distribución de Agua en el área de molinos.....	34
Figura 6. Descripción de Equipos del Área de Molinos.....	35
Figura 7. Zarandas Húmedas	36
Figura 8. Bombas Centrifugas Alimentador de Ciclones Primarios.....	36
Figura 9. Ciclones Primarios	38
Figura 10. Molino de Bolas Especificaciones Técnicas	39
Figura 11. Molino de Bolas	40
Figura 12. Datos Técnicos de Equipos Comprometidos con el Proceso	41
Figura 13. Especificaciones Técnicas de las Celdas de Flotación.....	43
Figura 14. Reactivos de Flotación	47
Figura 15. Diagrama Celdas de Flotación Rougher – Scavenger	48
Figura 16. Zonas Celdas de Flotación	50
Figura 17. Cajones Circulares Celda de Flotación.	52
Figura 18. Partes Válvula Dardo.....	53
Figura 19. Variables del Proceso	54
Figura 20. Diagrama de Procesos Remolienda C1 – SMCV.....	58
Figura 21. Ficha técnica de Molinos Verticales	59
Figura 22: Molino Vertical Proceso.....	61

Figura 23. Partes del Molino Vertical o Vertimill.....	63
Figura 24: Ficha Tecnica Celdas Columna.....	65
Figura 25. Componentes Celdas Columnas.....	67
Figura 26. Ficha Tecnica de Bateria de Ciclones	67
Figura 27: Alimentación Involuta y Tangencial	68
Figura 28: Flujo de Carga de Ciclon.....	69
Figura 29: Corte de Ciclon Kreps	71
Figura 30: Partes de Ciclón.....	72
Figura 31. Longitud del cuerpo cilíndrico del ciclón y Angulo de descarga.....	73
Figura 32. Tipos de descarga de Ciclón.....	76
Figura 33: Diagrama de sistema de Clasificación	79
Figura 34: Nido de Bateria de Hidrociclones	81
Figura 35: Partes Principales de un nido de ciclones.....	82
Figura 36: Funcionamiento de una bomba Centrifuga	83
Figura 37: Partes de una Bomba centrifuga de pulpa	84
Figura 38: Tag de Equipos en Remolienda.....	85
Figura 39: Variables de Proceso	91
Figura 40: Imagen de Hidrociclon Cavex.....	108
Figura 41: Partes de Hidrociclon Cavex	109
Figura 42: Principales Dimensiones de Hidrociclones Cavex.....	110
Figura 43: Diámetros de alimentación y descarga del rebalse de un ciclón estándar	110
Figura 44: Angulo de Inclinacion	111
Figura 45: Ángulos Asociados al tamaño del cono de hidrociclón	111

Figura 46: Materiales de Revestimiento	112
Figura 47: Material de carcaza del hidrociclón según su tamaño.....	113
Figura 48: Torques de Apriete – Uniones de Metal.....	114
Figura 49: Torque de Apriete – Caucho Compuesto	114
Figura 50: Patron de Apriete Cruzado de Pernos	115
Figura 51: Desmontaje de Codo de descarga Overflow	116
Figura 52: Desmontaje de Línea de Alimentación.	117
Figura 53: Desconexión de Sensores y Válvulas.....	118
Figura 54: Desmontaje de Ciclones Krebs.	119
Figura 55: Retiro de Silleta Krebs.	119
Figura 56: Desmontaje de Spools de Alimentación nivel Superior.....	120
Figura 57: Retiro de Spools de Alimentación nivel inferior.....	121
Figura 58: Desmontaje de Distribuidor Krebs.....	122
Figura 59: Retiro de Grating.....	123
Figura 60: Retiro de Soportes Canales “C”	123
Figura 61: Estructura del nido libre de accesorios Krebs	124
Figura 62: Soldeo de Bracket en la estructura existente	125
Figura 63: Montaje de Wing Support	126
Figura 64: Instalación de Wing Support.....	126
Figura 65: Montaje de Spools de Alimentación	127
Figura 66: Montaje de Distribuidor modelo Cavex.....	128
Figura 67: Montaje de Spools de Alimentación nivel Inferior	129
Figura 68: Montaje de Mounting Frame o “Silletas”	129

Figura 69: Montaje de Ciclones Gmax 15 – Modelo Cavex	130
Figura 70: Montaje de Inlet Hose o Carrete de alimentación de Ciclones.	131
Figura 71: Montaje de Spools de Descarga ala tina Overflow	131
Figura 72: Montaje de Grating.....	132
Figura 73: Montaje de Distribuidor y ciclones Gmax 15 – Modelo Cavex Finalizado	133
Figura 74: Diagrama de Bloques	137
Figura 75: Cronograma Linea Base	138
Figura 76: Cronograma Real.....	139
Figura 77: Esfuerzo Aplicación de carga 410 KGF.....	140
Figura 78: Desplazamiento aplicación de carga 410 KGF	140
Figura 79: Coeficiente de Seguridad	141
Figura 80: Hidrociclón Cavex + ACB	143
Figura 81: Nido de Ciclones CS501	144
Figura 82: Desmontaje de Codo de alimentación tina OF.....	144
Figura 83: Desmontaje de Hidrociclones Krebs	144
Figura 84: Desmontaje de Spool de Alimentacion de Ciclones Brebs	145
Figura 85: Desmontaje de Valvulas Cuchilla 8”	145
Figura 86: Desmontaje de Distribuidor Krebs hasta la bahía de ciclones	146
Figura 87: Desmontaje de Spol de alimentrtacion al Distribuidor	146
Figura 88: Suministro de Distribuidor Cavex y accesorios	147
Figura 89: Pre ensamble de Valvulas Isogate 8 “ en distribuidor CAVEX.....	148
Figura 90: Soldeo de Braket y Wing Support.....	149
Figura 91: Soldeo y armado de Wing Support y Braket Lado Norte del Distribuidor	149

Figura 92: Soldeo y armado de Wing Support y Braket Lado Sur del Distribuidor	150
Figura 93: Armado de Spool de alimentacion Recto 18” al distribuidor nuevo.....	150
Figura 94: Izaje de montaje de Distribuidor y Spools de Alimentación 18”.....	151
Figura 95: Montaje de Mounting Flame	151
Figura 96: Izaje de Montaje de Hidrociclones CAVEX	152
Figura 97; Posicionamiento y Hidrociclones CAVEX.....	152
Figura 98: Instalacion de Inlet Hose	153
Figura 99: Montaje de Valvulas Isogate 8”	153
Figura 100: Montaje de ACB (Impulsor de Nucleo de Aire)	154
Figura 101: Instalación de Manguera de linea de aire para accionamiento de actuadores de Valvulas Isogate 8”	154
Figura 102: Finalizacion de Cambio de Distribuidor y hidrociclones CAVEX 400 CVD10 +ACB.....	155

RESUMEN

En los últimos años, la “Sociedad Minera Cerro Verde (SMCV)”, una de las mineras más importantes en la producción de cobre del Perú ubicado en la ciudad de Arequipa en su plan de mejorar la eficiencia, productividad, confiabilidad y sobre todo facilitar el mantenimiento de sus equipos realiza mejoras y modificaciones en ellos, tanto en la planta Concentradora CV1 y Concentradora CV2. El presente Proyecto **CAMBIO DE BATERIA DE HIDROCICLONES 400 CVD10 +ACB EMPLEANDO EL MODELO CAVEX, NIDO DE BAJA LEY CS501 – REMOLIENDA C1 SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE**, tiene como objetivo principal mejorar el flujo de pulpa del concentrado de cobre, alargar la vida útil de los hidrociclones y reducir el tiempo de mantenimiento de Distribuidor e Hidrociclones. En la ejecución se inicia con el Desmontaje de componentes existentes (01 Distribuidor, 12 Hidrociclones modelo Krebs y accesorios), modificación de estructura existente soldeo de 12 soportes Bracket y Wing Support por último proceder con el Montaje de 01 Distribuidor, 12 hidrociclones y accesorios modelo Cavex. Para los trabajos de izaje se contará con un puente grúa de 50 Toneladas. Finalmente, con la presente implementación se pretende cumplir con los objetivos planteados y realizar el monitoreo operacional cumpliendo con los estándares establecidos por la minera, **adicionalmente** se realiza por parte de planificación de Cerro Verde la creación de un plan de mantenimiento de distribuidor e hidrociclones para el modelo Cavex.

INTRODUCCION

El presente informe de suficiencia profesional detalla las actividades y aptitudes desarrolladas en el área de supervisión del proyecto **CAMBIO DE BATERIA DE HIDROCICLONES 400 CVD10 +ACB EMPLEANDO EL MODELO CAVEX, NIDO DE BAJA LEY CS501 – REMOLIENDA C1 SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE.**

En el Capítulo I: Aspectos generales de la empresa y/o institución, se detalla los datos generales de la empresa, actividades principales, reseña histórica, organigrama, misión y visión, bases legales, descripción del área y cargo donde el bachiller realiza la actividad profesional en la empresa.

En el Capítulo II: Aspectos generales de las actividades profesionales, se exponen los antecedentes, la identificación de oportunidad o necesidad en el área, los objetivos, la justificación y los resultados esperados de la actividad profesional.

En el Capítulo III: Marco teórico, se expone las bases teóricas de las metodologías y/o actividades realizadas.

En el Capítulo IV. Descripción de las actividades profesionales, se describe las actividades desarrolladas por el bachiller, aspectos técnicos y ejecución de las actividades profesionales.

En el Capítulo V. Resultados, se evalúan los resultados finales, logros alcanzados, dificultades, planteamiento y mejoras, análisis de las actividades realizadas y el aporte del bachiller a la empresa.

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. DATOS GENERALES DE LA EMPRESA

Es una empresa contratista minera de mantenimiento mecánico especializada en realizar servicios en las áreas de molienda, flotación, espesadores relaves, chancado. Cuenta con amplia experiencia realizando trabajos en fabricaciones metal mecánica.

Numero de RUC ; 20600121503

Tipo de contribuyente ; Sociedad Anónima Cerrada

Nombre Comercial : KAMPFER SAC

Estado del Contribuyente ; Activo

Condición del Contribuyente ; Habido

Fecha de Inicio de Actividades; 09 / Febrero / 2015

Dirección o Domicilio Fiscal : Urbanización Campiña Dorada B24

CIU ;74218

Departamento ; Arequipa -Perú

Ciudad : Arequipa

1.2. ACTIVIDADES DE LA EMPRESA

La empresa KAMPFER SAC, Ofrece los siguientes servicios según se detalle:

Mantenimiento de Zarandas Húmedas.

1.2.1. Mantenimiento General de Zarandas

- ✓ Cambio de Zarandas
- ✓ Cambio de Excitadores
- ✓ Cambio de Amortiguadores
- ✓ Cambio de Mallas de deck superior y desk Inferior
- ✓ Cambio de Liniers en chutes Oversize y Undersize
- ✓ Cambio de Croosmber
- ✓ Cambio de paneles
- ✓ Cambio y/o Reparación de Sistema de aspersor de Agua

1.2.2. Mantenimiento de Bombas Wet End

- ✓ Desmontaje y Montaje de Bombas
- ✓ Inspección y mantenimiento de partes Húmedas
- ✓ Mantenimiento de Camiseta de Alivio
- ✓ Cambio de Reductor
- ✓ Cambio de Impulsor
- ✓ Cambio de Sello
- ✓ Sistema de Lubricación
- ✓ Calibración y alineamiento
- ✓ Cambio de Botella Porta Rodamiento

1.2.3. Celdas de Flotación

- ✓ Mantenimiento de Celdas de Flotación
- ✓ Reparación de falso piso

- ✓ Inspección y medición de mecanismos de agitación
- ✓ Armado y cambio de reductor
- ✓ Tensado de Correas
- ✓ Aplicación y recubrimiento de resina en las paredes de celda
- ✓ Mantenimiento de Válvulas Dardo y cajón Chomsky

1.2.4. Mantenimiento y Giro de Housing

- ✓ Cambio de Inserto
- ✓ Cambio de Dona
- ✓ Giro de Dona
- ✓ Cambio de Liner
- ✓ Alojamiento Undersize de los Ciclones

1.2.5. Chute de Alimentación

- ✓ Mantenimiento de Spout Fedder
- ✓ Cambio de Liniers
- ✓ Cambio de Anillo Cerámico
- ✓ Mantenimiento General carro porta chute

1.2.6. Spider y Porta Spider

- ✓ Retiro e instalación de Spider
- ✓ Cambio de Porta Spider

1.2.7. Salas de Lubricación

- ✓ Inspección y mantenimiento en salas de lubricación

- ✓ Mantenimiento de intercambiadores de calor
- ✓ Cambio de divisores de flujo
- ✓ Mantenimiento de Bomba

1.2.8. Mantenimiento de Nido de Ciclones

- ✓ Reparación de Tinas Underflow y Underflow
- ✓ Cambio de Hidrociclones
- ✓ Mantenimiento de Hidrociclones GMAX, KREBBS
- ✓ Cambio de ápex, Vortex y forros internos
- ✓ Cambio y/o mantenimiento del cajón distribuidor de hidrociclones

1.2.9. Remolienda

- ✓ Cambio de pools con diámetro mayor a 30"
- ✓ Cambio de válvulas
- ✓ Mantenimiento de bombas
- ✓ Alineamiento
- ✓ Mantenimiento Filtros Presa

1.2.10. Espesadores

- ✓ Inspección y mantenimiento de Rastras
- ✓ Inspección y mantenimiento de Feedwel
- ✓ Inspección Estructural
- ✓ Inspección, cambio, modificación de Blades, nivelación y alineamiento
- ✓ Mantenimiento de unidad hidráulica
- ✓ Fabricación y montaje de aspersores

- ✓ Mantenimiento del sistema planetario

1.2.11. Desmontaje y montaje de estructuras y Spools de gran diámetro

- ✓ Montaje de Desmontaje de Spools de diámetro mayores y Menores
- ✓ Montaje y Desmontaje de Estructuras de diversos tonelajes

1.2.12. Aguas y Relaves

- ✓ Mantenimiento de Nido de ciclones
- ✓ Crecimiento horizontal y vertical de Jacking Header
- ✓ Cambio de Válvulas Pinch, Válvulas cuchillas y spray bar
- ✓ Cambio de spools de diámetro mayores y menores
- ✓ Movimiento y mantenimiento de barcazas

1.2.13. Planta Molibdeno

- ✓ Mantenimiento de Línea de Reactivos (NASH, CO2, SILICATO)
- ✓ Mantenimiento de agua de sellos de bombas
- ✓ Mantenimiento de bombas sumergibles
- ✓ Fabricación de estructuras
- ✓ Estructuras de medio tonelaje
- ✓ Fabricación de Escalinatas
- ✓ Fabricación de Barandas
- ✓ Fabricación de Escalera de Gatos
- ✓ Fabricación de Plataformas

1.2.14. Trabajos en HDPE

- ✓ Trabajo en tendido y termo fusionado de tuberías HDPE de diferente diámetro
- ✓ Hermetizado de techos de salas eléctricas y de otras instalaciones con geomembrana
- ✓ Hermetizado en pozas con geomembrana

1.2.15. Servicios Adicionales

- ✓ Cambio de Válvulas
- ✓ Instalación de Guardas de seguridad
- ✓ Reparación de Guardas de seguridad
- ✓ Reparación de silenciador
- ✓ Alquiler de camión grúa
- ✓ Limpieza de tanques de almacenamiento de agua
- ✓ Cambio de motores eléctricos
- ✓ Servicio de armado y desarmado de andamios
- ✓ Cambio de líneas de refrigeración
- ✓ Cambio de Pistones
- ✓ Reparación de ciclones primarios, secundarios y terciarios.

1.3. RESEÑA HISTORICA DE LA EMPRESA

1.3.1. Historia Kampfner Sac.

Una contratista industrial del rubro minero. Nuestras operaciones iniciaron el año 2015. En ese año, Alexander Marroquín Salinas, motivado por un ideal de nuevos estándares de servicio y con la ilusión de un mejor futuro para su familia forjó este

emprendimiento. La empresa estaría inspirada en el empuje, disciplina y compromiso del trabajo alemán. El nombre había nacido: Kämpfer que en su traducción al español significa guerreros.

Lo acompañaron en la aventura un grupo de profesionales amigos, en una modesta oficina. En el primer año, crecieron espectacularmente, nuestra visión de responsabilidad y compromiso los llevaron a uno de procesos más críticos de las operaciones de Cerro Verde, el área húmeda. Desde entonces el crecimiento ha sido sostenido y especializado. De tal forma que son la primera línea a la que acuden cuando se trata de solucionar problemas de mantenimiento. Estamos listos en cualquier momento, como guerreros que luchan contra cualquier adversidad, para apoyar y proteger

1.3.2. Ubicación geográfica

Nuestra sede principal está ubicada en Urbanización Campiña Dorada B24–Hunter –Arequipa.

Figura 1.

Sede oficina de Kampfer



Fuente: Google maps

1.3.3. Pilares

✓ Eficiencia

Optimización de recursos para servir mejor a cada uno de nuestros clientes alcanzado el nivel máximo de rendimiento

✓ Calidad

El acto de supervisar todas las actividades que deben realizarse para mantener el nivel deseado de excelencia requiere que todas las áreas de la kampfer trabajen juntas para mejorar los procesos, servicios y a cultura de la propia empresa

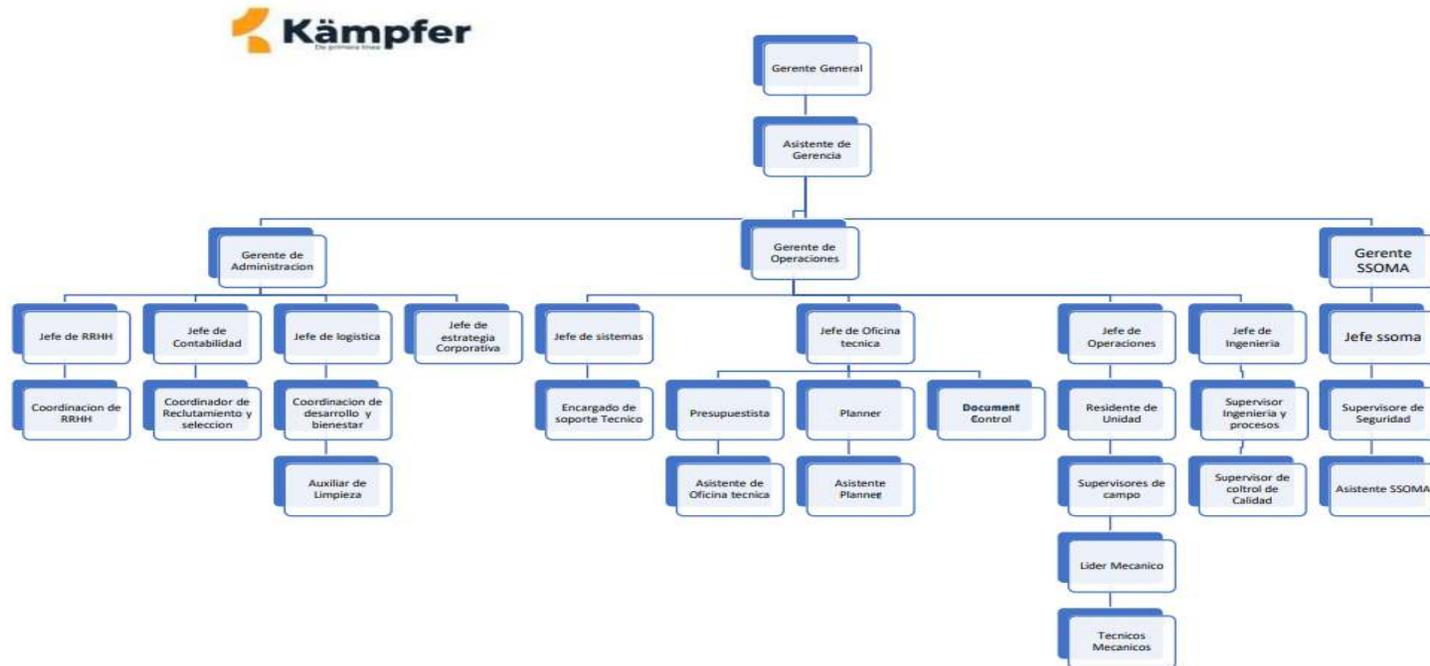
✓ Confianza

Confiabilidad y credibilidad que kampfer refleja hacia nuestros colaboradores y clientes. Tranquilidad que damos a nuestros clientes al trabajar con nuestros valores.

1.4. ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA

Figura 2.

Organigrama de la empresa Kampfer SAC



Fuente: Elaboración Propia

1.5. VISION Y MISION

1.5.1. Visión

Contribuir al desarrollo y éxito de nuestros clientes, resolviendo sus necesidades de forma inmediata, precisa y eficiente, para que las empresas y personas que trabajan con nosotros puedan seguir protegiendo lo que aman.

1.5.2. Misión

Convertirnos en la primera línea de acción del sector minero, brindando servicio especializado, efectivo y oportuno en el sur del Perú.

1.6. BASES LEGALES O DOCUMENTOS ADMINISTRATIVOS

Decreto Supremo N.º 014-92-EM, se aprueba el Texto Único Ordenado de la Ley General de Minería, estableciéndose en su Título Décimo Cuarto, denominado Bienestar y Seguridad, ciertas obligaciones que los titulares de la actividad minera tienen frente a sus trabajadores; La contratista se obliga a cumplir la ley 29783, Ley de seguridad y salud en el trabajo, su reglamento aprobado por D.S 005-2012-TR

Mediante el artículo 1 del Decreto Supremo N.º 055-2010-EM, se aprobó el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería, el cual tuvo como objetivo prevenir la ocurrencia de incidentes, accidentes y enfermedades ocupacionales, promoviendo una cultura de prevención de riesgos laborales en la actividad minera, contando con la participación de los trabajadores, de los empleadores y del Estado

Ley N.º 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, se dispuso promover una cultura de prevención de riesgos laborales en el país, mediante el deber de prevención de los empleadores, el rol de fiscalización y control del Estado y la participación de los

trabajadores y sus organizaciones sindicales, quienes a través del diálogo social velan por la promoción, difusión y cumplimiento de la normativa sobre la materia

El artículo 2 de la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo precisa que su aplicación está dirigida a todos los sectores económicos y de servicios, incluyendo a todos los empleadores y los trabajadores bajo el régimen laboral de la actividad privada en todo el territorio nacional, trabajadores y funcionarios del sector público, trabajadores de las Fuerzas Armadas y de la Policía Nacional del Perú, y trabajadores por cuenta propia.

Ley N.ª 28964, las Disposiciones Complementarias Finales de la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo señalan que los ministerios, instituciones públicas y organismos públicos descentralizados adecúan sus reglamentos sectoriales de seguridad y salud en el trabajo a la mencionada Ley y ordenan que se transfieran las competencias de supervisión, fiscalización y sanción en materia de seguridad y salud en el trabajo.

El artículo 18 de la Ley N.º 28964, Ley que transfiere competencias de supervisión y fiscalización de las actividades mineras al Osinerg, dispone que -a partir de la entrada en vigencia de dicha Ley- toda mención que se haga al OSINERG en el texto de leyes o normas de rango inferior debe entenderse que está referida al OSINERGMIN.

Ley N.ª 29981, se crea la Superintendencia Nacional de Fiscalización Laboral - SUNAFIL, como organismo técnico especializado, adscrito al Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo, responsable de promover, supervisar y fiscalizar el cumplimiento del ordenamiento jurídico sociolaboral y de seguridad y salud en el trabajo

1.7. DESCRIPCION DEL AREA DONDE REALIZARON SUS ACTIVIDADES PROFESIONALES

Las labores encomendadas como supervisor de operaciones en la empresa KAMPFER SAC, en el área de Mantenimiento Concentradora C1, Mantenimiento Concentradora C2, Hidrometalurgia, Aguas y relaves C1 / C2 de la Sociedad Minera Cerro Verde (SMCV), en la cual desarrolle mis habilidades aplicando conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería Mecánica y a lo largo de mi experiencia laboral adquirido en diferentes proyectos en Grande y Pequeña Minería.

1.7.1. Descripción del Área de Mantenimiento

- ✓ Coordinación con el Cliente Sociedad Minera Cerro Verde para atender mantenimiento de equipos programados y no programados.
- ✓ Asignación de Supervisores de operaciones y de Seguridad para los diversos frentes de trabajo.
- ✓ Cumplir con las normas y estándares del Cliente Sociedad Minera Cerro Verde
- ✓ Instruir y verificar que los trabajadores conozcan y cumplan con los estándares y procedimientos y usen adecuadamente el EPP apropiado para cada tarea.

1.8. DESCRIPCION DEL CARGO Y DE LAS RESPONSABILIDADES DEL BACHILLER DE LA EMPRESA

1.8.1. Descripción del cargo

Supervisor de Operaciones de la empresa KAMPFER SAC.

1.8.2. Responsabilidades del Bachiller en la empresa.

- ✓ Visita Técnica en Unidades Mineras para atención de servicios.

- ✓ Elaboración de Procedimientos escrito de trabajo seguro (PETS).
- ✓ Elaboración de Gantt y responsable del seguimiento y ejecución del programa establecido por el planner de SMCV
- ✓ Gestión, seguimiento y requerimientos de herramientas y equipos a los trabajos asignados.
- ✓ Coordinaciones técnicas con supervisor de SMCV para cumplimiento de actividades.
- ✓ Responsable de la ejecución del servicio de mantenimiento, fabricación, montaje, etc. en la unidad minera SMCV.
- ✓ Hacer cumplir las cláusulas contractuales a satisfacción del cliente SMCV.
- ✓ Cumplir y hacer cumplir los procedimientos y estándares de seguridad, salud y medio ambiente
- ✓ Elaboración de Informes de trabajo del desarrollo del servicio.

CAPITULO II

ASPECTOS GENERALES DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES

2.1. ANTECEDENTES O DIAGNOSTICO SITUACIONAL DEL PROYECTO

Kampfer es una empresa peruana que brinda servicios de calidad en las disciplinas de ingeniería, mantenimiento y construcción, en calidad de contratista realiza mantenimiento a diferentes rubros tales como: la industria Minera, petrolífera, gasífera, metalmecánica y otros sectores industriales. Como parte de las operaciones de mantenimiento, La Compañía Minera Cerro verde (SMCV), Solicita atender el proyecto **CAMBIO DE BATERIA DE HIDROCICLONES 400 CVD10 +ACB EMPLEANDO EL MODELO CAVEX, NIDO DE BAJA LEY CS501 – REMOLIENDA C1 SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE.** ubicado en el interior de la SMCV, en la Planta concentradora C1, Nido de ciclones CS501 en el área de Remolienda. En ese sentido, SMCV requiere contratar los servicios de la empresa **KAMPFER SAC.** Con el presente servicio se busca la mejorar en lo siguiente:

- Implementar un 01 Distribuidor y 12 Hidrociclones de Modelo “Cavex”.
- Modificar la estructura existente para poder soportar los 12 Hidrociclones modelo Cavex
- Mejorar el flujo de pulpa de concentrado de cobre.
- Alargar la vida útil de Distribuidor e Hidrociclones
- Mejorar el proceso de mantenimiento de hidrociclones modelo Cavex

2.1.1. Descripción del Área del Proyecto.

El área de influencia del proyecto se encuentra ubicado en el departamento de Arequipa, provincia de Arequipa, en el distrito de Uchumayo, En el interior de la planta concentradora C1, Área de Remolienda -Sociedad Minera Cerro Verde

La Compañía Minera Cerro verde se encuentra ubicado en la parte sur del país a 2700 m.s.n.m

2.1.2. Ubicación Geográfica

El área del proyecto se encuentra delimitada por las siguientes coordenadas.

Paralelos Latitud Sur; $16^{\circ}31'53''$

Meridianos de longitud Oeste: $71^{\circ}35'50$

2.1.3. Ubicación Político

La Unidad de Producción Cerro Verde (UPCV) se encuentra ubicada en los distritos de Uchumayo, Yara bamba y Tiabaya, provincia y departamento de Arequipa; a 30 km al sur de la ciudad de Arequipa. Geográficamente, el área está ubicada en una planicie que ha sido erosionada y diseccionada por numerosos valles de arroyos secos, para formar la topografía local empinada y agreste. La mayor parte del área de la unidad está ubicada dentro de las quebradas de Enlozada y Huay rondo.

2.1.4. Condiciones Climatológicas y de Relieve

La topografía local adyacente a la mina Cerro Verde está compuesta por cerros con pendientes empinadas y de escasa vegetación. El paisaje alrededor del área de la mina

se presenta de ondulado ha quebrado, con laderas que no superan los 300 metros de altura, pero con pendientes mayores a 40%.

En general, estas quebradas áridas se caracterizan, además, por ser bastante amplias en sus cabeceras, tendiendo a estrecharse hacia su parte media, volviéndose a ampliar hacia su parte inferior. Los procesos de erosión y transporte de sedimentos se evidencian en la zona por el abundante relleno que existe en el lecho de las quebradas.

La temperatura promedio anual del aire para la zona de evaluación es 13,6°C. En la estación meteorológica La Pampilla se registraron temperaturas promedio mensuales del aire entre 15,1°C y 17,2°C, sin presentar variaciones significativas anuales. La temperatura promedio mínima anual en la Estación Cerro Verde es 5,9°C y la temperatura máxima anual alcanza un valor de 22,8°C.

El viento tiene un comportamiento variable para el área de evaluación, tanto en intensidad como en dirección, sin embargo, se presenta predominancia de dirección SO a NE con una velocidad promedio de 2,1 m/s.

2.1.5. Altitud del Arena del Proyecto

El área del proyecto se encuentra a una altitud promedio de 2700 m.s.n.m.

2.1.6. Vías de acceso

El acceso al asiento minero Cerro Verde y por ende al área del proyecto se realiza a través de dos carreteras, una de las cuales es una carretera asfaltada que viene desde Arequipa hasta las instalaciones del Cerro Verde y es usada como acceso principal a la mina. La otra, es una carretera de 100 km de largo que viene desde la costa, 95 de los cuales están asfaltados y 5 son afirmados. Esta última es de acceso restringido desde el

cruce con la antigua carretera Panamericana y se utiliza actualmente como vía para el transporte de los cátodos de cobre e insumos hacia y desde el puerto de Matarani

2.2. IDENTIFICACION DE OPORTUNIDAD O NECESIDAD EN EL AREA DE ACTIVIDAD PROFESIONAL

La empresa KAMPFER SAC, Atiende servicios de mantenimiento de equipos a solicitud del Cliente Sociedad Minera Cerro Verde (SMCV). Por lo cual se asigna a mi persona como Supervisor de Campo competente para la ejecución del servicio **CAMBIO DE BATERIA DE HIDROCICLONES 400 CVD10 +ACB EMPLEANDO EL MODELO CAVEX, NIDO DE BAJA LEY CS501 – REMOLIENDA C1 SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE.** en el área de remolienda, Planta concentradora C1.

2.3. OBJETIVOS DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL

2.3.1. Objetivo General

- Realizar el cambio de Batería de Hidrociclones 400CVD10 +ACB empleando el modelo Cavex, nido de baja ley CS501 – remolienda C1 SMCV.

2.3.2. Objetivo Especifico

- Realizar el Rediseño estructural de los soportes Bracket
- Cambiar los Hidrociclones y Distribuidor Krebs, por los hidrociclones Cavex
- Verificar la Operación de los Hidrociclones Cavex, rendimiento e implementación del nuevo diseño

2.4. JUSTIFICACION DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL

2.4.1. Justificación Técnica

En el Montaje de la Batería de Hidrociclones 400 CVD10 +ABC, se debe considerar la fabricación de nuevos soportes de la base del distribuidor nuevo marca CAVEX, así como la posición y verificar la correcta instalación de hidrociclones nuevos modelo CAVEX. Verificar el correcto ensamble de componentes de hidrociclones antes de realizar el montaje en el distribuidor.

2.4.2. Justificación Económica

Según evaluación y estudios por parte de SMCV en cuando al mantenimiento de hidrociclones en el nido de ciclones CS501 , concluyen que el mantenimiento ideal es de 4000 horas y hoy en día presenta problemas operacionales , por lo cual el mantenimiento se reprograma a las 3500 horas generando gasto de consumibles empleados para la reparación de hidrociclones , bajando la confiabilidad de los equipos generando pérdidas en la producción por las continuas paradas que se toma para poder realizar el mantenimiento de los Hidrociclones.

2.4.3. Justificación Profesional

El personal profesional asignado al proyecto complementa sus conocimientos, desarrollan sus habilidades en el campo de trabajo, adquieren nuevos conocimientos, contribuyen a fortalecer la seguridad y confianza profesional y sobre todo trabajan con seguridad para poder llegar sano y salvo a casa, todo esto forma parte de una mejora continua como profesionales.

2.5. RESULTADOS ESPERADOS

Rediseño estructural: Mediante un cálculo estructural y una simulación de cargas podemos identificar los esfuerzos, fatiga, humedad del área de trabajo y vibración a los que será sometidos los soportes de los Ciclones Cavex Gmax 15". Con estos datos podemos seleccionar perfiles en "C" llamados Wing Support.

Cambio de Hidrociclones y Distribuidor CAVEX: Con el cambio se espera mejorar la confiabilidad y rendimiento operacional de los ciclones Cavex, así como reducir el cambio periódico de Ciclones Dañados y mejorar el mantenimiento de componentes internos del Ciclón Cavex.

Pruebas de Operación y rendimiento e Implementación del nuevo diseño: Con el cambio se espera mejorar el balance metalúrgico de Flujo de pulpa de concentrado de cobre, así como la creación de un nuevo plan de mantenimiento de hidrociclones Cavex.

CAPITULO III

MARCO TEORICO

3.1. BASES TEORICAS DE LAS METOLOGICAS O ACTIVIDADES REALIZADAS

En el presente capítulo se estudiarán los conceptos referentes al proyecto **CAMBIO DE BATERIA DE HIDROCICLONES 400 CVD10 +ACB EMPLEANDO EL MODELO CAVEX, NIDO DE BAJA LEY CS501 – REMOLIENDA C1 SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE**. En la ciudad de Arequipa-Perú.

Es importante comprender el proceso de extracción de cobre para el estudiaremos en este capítulo el Área Húmeda de SMCV.

La operación del circuito de flotación de cobre está muy ligada al circuito de molienda, ya que no hay ninguna capacidad de almacenamiento o compensación entre la molienda y flotación; de tal forma que, si el circuito de molienda está operando, también debe hacerlo el circuito de flotación.

Hay tres unidades de operación incluidas en el circuito de flotación de cobre:

- Molienda
- Flotación Rougher - Scavenger
- Remolienda

3.1.1. FUNCIONES PRINCIPALES DE LAS AREAS DE LA PLANTA CONCENTRADORA C1 SMCV.

3.1.1.1. Chancado Primario

El chancado primario es la primera etapa de la operación de la concentradora. Sin embargo, es en realidad la segunda etapa de la reducción de tamaño, posterior al minado. El propósito del chancado primario es reducir el tamaño del mineral de mina a un tamaño que pueda ser transportado fácilmente por las fajas transportadoras, y el cual sea conveniente para alimentar a la siguiente etapa de chancado (operaciones, 1993).

3.1.1.2. Chancado Secundario

El chancado secundario y terciario son las etapas intermedias del chancado, que reducen el tamaño de partícula del mineral desde un tamaño de descarga de la chancadora primaria de 80% -165 mm hasta un tamaño de alimentación para el molino de bolas del 100% - 6 ms. Esto se logra en dos etapas de chancado y zarandeo. En ambas etapas secundarias y terciarias, las chancadoras están en circuito cerrado con zarandas para asegurar un buen control de tamaño máximo en el producto de esa etapa (Operaciones, Chancado Secundario y manejo de mineral grueso, 1993).

3.1.1.3. Molienda

El circuito de molienda realiza dos funciones principales. La primera es reducir las partículas de mineral a un tamaño tal que estas sean liberadas del material de ganga que las contiene. Esto permitirá el proceso de flotación, donde el mineral y la ganga son separados, para proceder eficientemente. La segunda función principal del circuito de molienda es asegurar que la alimentación de flotación (y finalmente el relave de flotación) tenga una distribución de tamaños que permita que se lleve a cabo la construcción de la presa de una manera aceptable (Operaciones, Molienda, 1993).

3.1.1.4. Flotación de Cobre

Tiene por finalidad la separación de especies minerales aprovechando sus propiedades de afinidad (hidrofilicos) o repulsión (hidrofóbico) por el agua (Operaciones, Flotacion de Cobre, 1993).

3.1.1.5. Planta de Molibdeno

El circuito de molibdeno, o planta moly, se usa para extraer el molibdeno del concentrado cobre-molibdeno producido por el circuito de flotación de cobre. El molibdeno se presenta en la forma de molibdenita de mineral sulfurado (MoS_2). El producto final de la planta moly es un concentrado moly que es empacado en bolsas grandes para su embarque y de una pulpa de concentrado final de cobre (Operaciones, Planta Moly, 1993).

3.1.1.6. Filtros

Las funciones principales del área de filtrado y despacho de concentrado es reducir el contenido de humedad del concentrado de Cu a un nivel económicamente transportable y cargar eficientemente el concentrado en los camiones para su embarque al puerto. Los camiones transportarán el concentrado a una estación férrea de transferencia en la Joya donde el concentrado es transferido a vagones de tren para su embarque final hacia las instalaciones de Tisur del puerto de Matarani (Operaciones, Filtrado y despacho de concentrado, 1993).

3.1.1.7. Espesador de Relaves

La función principal del área de espesadores de relaves es recuperar la máxima cantidad de agua del proceso. El área de espesamiento de relaves y de recirculación de agua recibe el relave del circuito de flotación de cobre, y luego espesa el relave por

sedimentación, enviando el agua del Overflow nuevamente a los tanques de agua del proceso y la pulpa espesada del Underflow a las instalaciones de almacenamiento de relaves (Operaciones, Espesamiento de Relaves, 1993).

3.1.1.8. Preparación de Reactivos

El colector primario, el espumante y colector para el molibdeno son llevados mediante un camión tanque hacia los tanques de almacenamiento, y son medidos completamente para fines del proceso. El colector secundario es entregado en forma sólida dentro de bolsas grandes, y es mezclado antes de distribuirse en el proceso. La cal es entregada en la forma de gránulos secos por medio de un camión tanque, y es transferida al silo para cal. Los sólidos de cal son molidos con agua para originar una reacción química de cal apagada para producir una lechada de cal hidratada. Esta es bombeada hacia el proceso para controlar el pH de la pulpa. En la planta de molibdeno, una solución concentrada de hidrosulfuro de sodio es llevada por un camión tanque hacia un tanque de almacenamiento calentado. La solución es diluida desde una concentración de 40% hasta 20% para distribuirla y evitar la cristalización de los sólidos de la solución (Operaciones, Preparación de Reactivos, 1993).

El floculante es entregado en forma sólida y es mezclado en una solución diluida dentro de sistemas destinados al mezclado y distribución.

3.1.2. OPERACIONES GENERALES DE PLANTA CONCENTRADORA

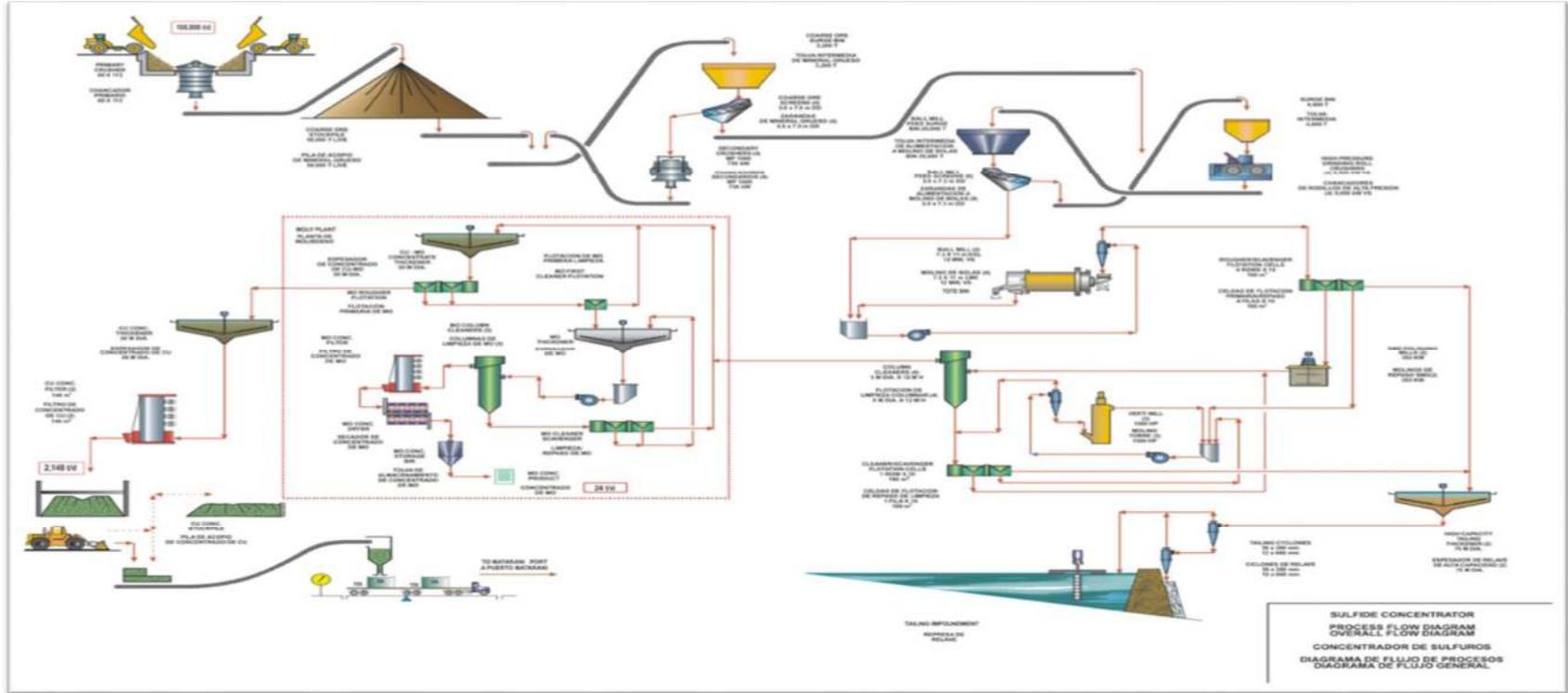
La Planta Concentradora de Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A. procesa mineral de sulfuro primario proveniente de las menas de cobre y de molibdeno, que en su mayor proporción se encuentra como calcopirita.

La Planta actualmente tiene una capacidad de procesamiento en promedio de 120,000 t/d, las leyes promedios de alimentación son de 0.64% Cu y 0.019% Moly, después de todos las operaciones y procesos efectuados en la planta, se obtiene productos finales en forma de concentrado de Cu y Mo con leyes promedio de 25%Cu y 52%Mo ,la recuperación de cobre está entre 88-90% de Cu y de Molibdeno en un 44% (~55-60% en planta de cobre y 80-82% en planta de Moly) (Operaciones, Flow Sheet, 1993).

El diseño del proceso se basa en la tecnología actual y en los tamaños de equipo más grandes existentes y disponibles.

Figura 3.

Flow Sheet Planta Concentradora C1 -SMCV



Fuente: Manual de Operaciones SMCV

3.1.2.1. Proceso General del funcionamiento de la planta Concentrado C1.

La concentradora tiene tres funciones principales: preparar el mineral para su concentración; separar los minerales valiosos para convertirlos en productos comerciables, disponer de los productos del proceso. La preparación consiste en reducir el tamaño de las rocas en etapas hasta un tamaño menor en que las partículas de mineral puedan ser físicamente separadas de la ganga. Las etapas de la preparación incluyen:

- Voladura en mina hasta un tamaño máximo de 1-2 m.
- Chancado primario hasta 100% - 280 mm (80% - 165 mm)
- Chancado secundario hasta menos de 50 mm.
- Chancado terciario hasta menos de 6 mm.
- Molienda hasta menos de 0.5mm (80% passing ó P80 de 115 -150 μ m ó0.115 -0.15mm.)
- Después de una separación inicial, el concentrado es sometido a una remolienda más fina hasta aproximadamente 0.035mm P80.

La separación se lleva a cabo en dos etapas principales. Primeramente, los minerales valiosos en cobre y molibdeno son separados de la roca (ganga). Los minerales de cobre y molibdeno son luego separados uno del otro. En ambos casos la separación es física, los minerales mismos no sufren ningún cambio químico.

El mineral principal de cobre es la calcopirita que contiene 34% de cobre combinado con hierro y azufre. El cobre es solamente convertido a la forma metálica en la fundición. El mineral principal de molibdeno es la molibdenita, que contiene 60%, de

molibdeno combinado con un 40% de azufre. Los productos finales vendibles provenientes de la concentradora están ambos en la forma de sulfuros, con una ley de aproximadamente el 55% de Mo para el concentrado de Molibdeno, y del 29% de cobre para el concentrado de cobre. (Operaciones, Chancado Primario area 3100, 1993)

La separación se lleva a cabo agregando sustancias químicas (colectores), los cuales se adhieren a las partículas de mineral valioso, pero no así a la ganga cuando la mezcla mineral molido – agua (pulpa) se mezcla con una adición de aire, la capa del colector sobre las partículas de mineral se adhiere a las burbujas de aire, y las partículas de mineral flotan en la superficie, de donde son separadas en la celda de flotación. Otra sustancia química (espumante) es también agregada a la mezcla para producir una espuma estable que pueda soportar las partículas flotadas hasta que las mismas sean separadas en las celdas de flotación. Las partículas concentradas son sometidas a remolienda hasta lograr un tamaño más fino para poder separar los granos de mineral que todavía están combinados con la ganga.

Una o dos etapas adicionales de separación eliminan la mayoría de la ganga remanente para producir un concentrado conteniendo cobre con una ley suficientemente alta como para venderse. Este concentrado también contiene molibdeno, el cual puede separarse del cobre para venderse por separado.

Un depresor químico (hidro sulfuro de sodio, Nash) es agregado al concentrado cobre–molibdeno, el cual deprime el mineral de cobre, y permite que se flote el mineral de molibdeno. Después de varias etapas sucesivas de flotación, más y más cobre es separado del concentrado de molibdeno hasta producir un concentrado de molibdeno

comercializable. El cobre deprimido (relave de la planta de molibdeno) es el concentrado final de cobre.

La disposición de los productos del concentrado incluye la eliminación de la mayor parte de agua y el transporte en camiones del producto seco del lugar. El concentrado de cobre es espesado y filtrado hasta lograr una humedad del 9%, luego es cargado en contenedores con capacidad de 15 toneladas y transportadas en camión a La Joya. Los contenedores son transferidos a vagones para ser transportados a Matarani. De allí el concentrado es transportado en masa por barco hacia la fundición, donde será reducido a metal de cobre (Operaciones, Chancado Primario area 3100, 1993).

El concentrado de molibdeno es filtrado hasta lograr una humedad del 8%, y luego es secado hasta obtener una humedad del 3% antes de ser cargado en bolsas grandes. Estas son transportadas a las fundiciones para un tratamiento posterior. El tercer producto del proceso es el relave, el cual contiene la ganga y el agua usada en el proceso. Cierta cantidad de agua es separada en la concentradora y reciclada inmediatamente al proceso. El relave espesado es transportado por tuberías hacia un área para contención de relaves, donde es diluido y tratado para separar la fracción de arenas gruesas de los sólidos. Esta arena es muy importante, ya que es usada para construir el dique que almacena la fracción fina del relave. El área de almacenamiento también permite recuperar y volver a usar la mayor parte del agua remanente del proceso. El relave es almacenado en la represa para relaves permanentemente. Toda filtración de agua proveniente del área de almacenamiento o del dique, es recolectada y retornada al proceso para volverla a usar. No hay ningún escape de sólido o líquido desde la operación, que no sean los productos del concentrado, los cuales son vendidos, y algo de agua pérdida por evaporación.

3.1.3. AREA HUMEDA

3.1.3.1. MOLIENDA

La función de la molienda es reducir las partículas de mineral a un tamaño adecuado para liberar el mineral valioso de la ganga, favoreciendo la separación en la flotación. La molienda es la etapa controlante del proceso; porque el producto obtenido repercute significativamente en la flotación, remolienda y espesadores de relaves (Operaciones, Molienda area 3300, 1993).

El circuito de molienda consiste de 4 líneas independientes. Cada línea incluye 02 alimentadores, 02 zarandas, 01 cajón de alimentación, 01 bomba centrífuga, 01 molino de bolas y 01 nido de ciclones. El mineral de la tolva de molinos es transportado por el alimentador de placas al cajón acondicionador de la zaranda para la formación de la pulpa, descargando en la zaranda húmeda para clasificar el mineral mediante vibración y agua de lavado. El Overflow de zarandas, partículas mayores a 5 o 5.5 mm descarga en la faja CV – 011 para volver a ser reducidos de tamaño en los HPGR de Chancado Terciario. El Underflow de las zarandas, partículas menores a 5 mm, descargan en el cajón de alimentación a ciclones. Existe un cajón por línea, por ello dos zarandas descargan en un cajón (Operaciones, Molienda area 3300, 1993).

El agua necesaria para formar la pulpa se alimenta en 2 puntos: cajón acondicionador a zarandas (mediante 2 tuberías) y líneas de aspersores. El flujo de agua en los aspersores se mantiene constante en 150 m³/h, el sistema de control experto del DCS regula el agua a los acondicionadores para mantener una ratio de 0.5 m³ de agua por tonelada de mineral alimentado.

Ratio de Agua: $0.5 \text{ m}^3 \text{ Agua} / \text{TM Mineral}$

Flujo de agua total (m³/h) = Agua en el acondicionador Variable + Agua de Aspersores 150 m³/h(cte.).

La ratio de agua – mineral utilizado asegura una clasificación y lavado del mineral, para que lo recirculado por la CV – 011 no sea lodo. Los cajones de alimentación a ciclones (BX 101 – 401) además de recibir el Underflow de 02 zarandas húmedas, también decepcionan:

- Flujo transportado por la PP – 030 (Sólo descarga en BX 101 y 201)
- Agua de las 3 compresoras de molinos (Sólo descarga en BX 201, 301), aproximadamente 60 m³ en total.
- Agua de enfriamiento del estator de molinos, descarga en los 4 cajones, aproximadamente 150 m³ en total.

Las bombas de alimentación a ciclones transportan la pulpa al nido de ciclones (normalmente trabajan de 5 a 7 ciclones) para la clasificación del mineral con un porcentaje de sólidos entre 60 y 65%. El Overflow de ciclones (mineral fino) se dirige a flotación con un porcentaje de sólidos entre 26 y 32% para la separación de mineral de cobre valioso. El Underflow de los ciclones (mineral grueso) se alimenta a un molino de bolas para la reducción de tamaño con un porcentaje de sólidos elevado consistente en el material a ser molido y mezclado con algo de agua de proceso (Operaciones, Molienda, 1993).

Los medios de molienda se levantan mediante la rotación del cilindro y ocurre la reducción de tamaño por una combinación de impacto, rozamiento y abrasión. El producto

de molinos con un % de sólidos entre 76 y 78% descarga en el cajón de alimentación a ciclones formando un circuito inverso cerrado.

Los medios molientes son bolas de acero 2 y 2.5”, ocupando un 35 - 37 % del volumen total. Se adicionan en cada turno de trabajo y según cálculo realizado por el área de Metalurgia transportando las bolas desde la tolva de almacenamiento a la faja de alta elevación (CV- 021) descargando en la faja de transferencia (CV -022). Esta faja posee una balanza que registra el peso total de bolas y 04 raspadores accionados neumáticamente (compuertas) que son operadas secuencialmente que permiten dirigir las bolas de molienda hacia uno de los cuatro molinos de bolas. Cada chute de adición al molino de bolas está equipado con un contador de bolas para medir su correcta adición al molino.

Tabla 1. Rendimientos de Equipos.

Molinos	Potencia Max a 12.4.rpm (KW)	Potencia Promedio (KW)	Nivel de bolas (%)	Adición Bolas (TM)		
				Turno “A”	Turno “B”	TOTAL
ML 101	12,675	12,286	36.0	15	10	25
ML 201	12,300	12,273	36.5	12	10	22
ML 301	12,328	11,980	35.5	25	15	40
ML 401	12,617	12,445	36.4	15	10	25

Fuente: Elaboración Propia

PUNTOS DE ADICIÓN DE AGUA PARA CONTROLAR EL PORCENTAJE DE SÓLIDOS

Existen 3 puntos de adición de agua:

- Canaleta que descarga en el cajón de alimentación de ciclones: Para controlar el porcentaje de sólidos en el Overflow de ciclones.

- Canaleta del Underflow de ciclones: Para controlar el porcentaje de sólido en la descarga de molinos.
- Cajón del Overflow de ciclones: Se usa en casos extremos, para reducir el porcentaje de sólidos del Overflow de ciclones.

MEDICIÓN DE LA MALLA EN EL OVERFLOW DE CICLONES

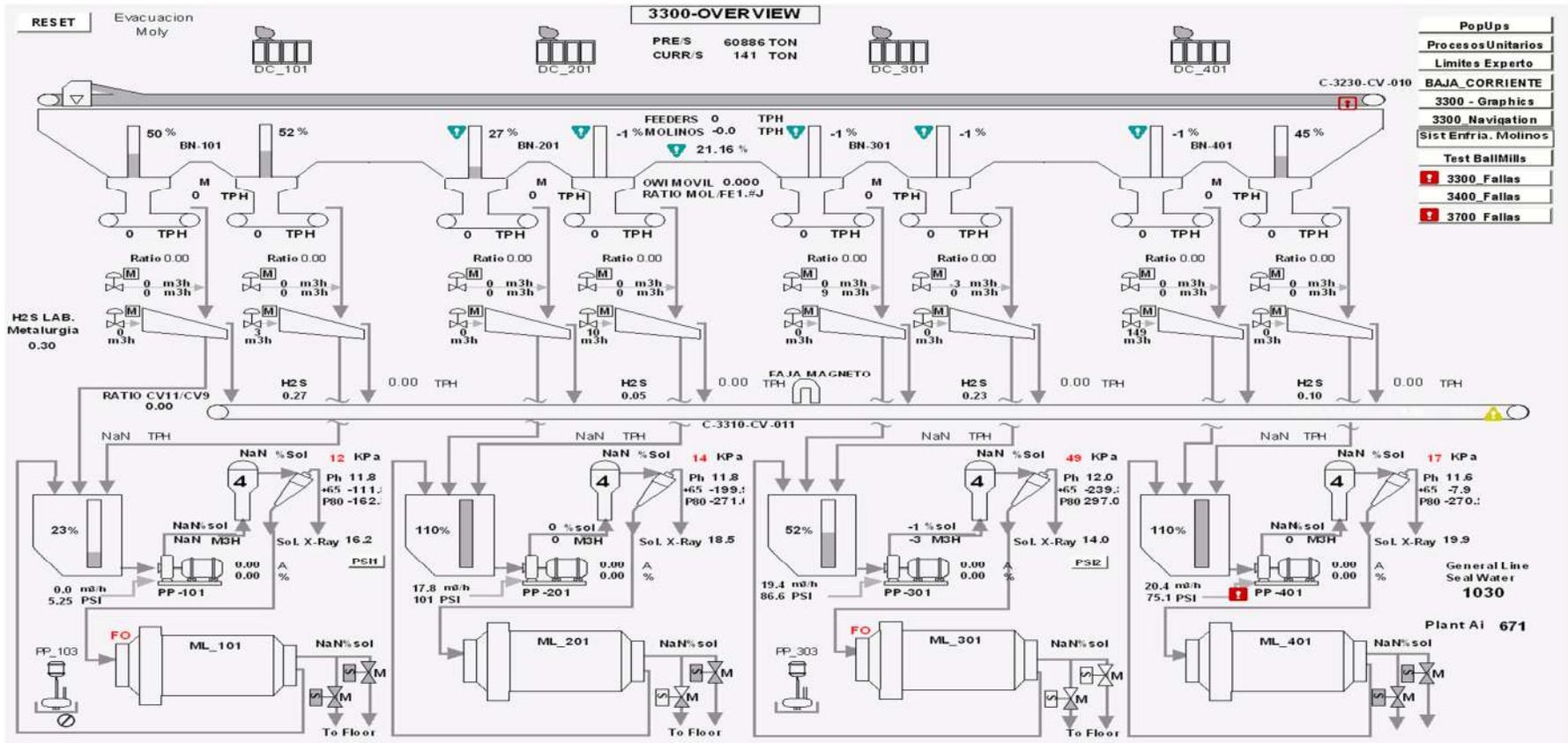
El procedimiento para determinar la malla es el siguiente:

- Calibrar la balanza Mercy con agua
- Recoger una muestra proporcionada por el analizador PSI 3000 y homogenizar.
- Verter la muestra en la cubeta hasta completar 01 litro y colocarlo en la balanza.
- Anotar el % de sólidos y la densidad de pulpa (P1) indicados en la balanza.
- Echar la muestra en la malla +65 y lavar bien con agua. Lo retenido verter en la cubeta y completar con agua hasta 01 litro.
- Volver a leer la densidad de lo retenido por la malla + 65 en la balanza (P2)

$$\% \text{ malla } + 65 = \frac{P2 - 1000}{P1 - 100} \times 100$$

Figura 4.

Diagrama Circuito de Molienda



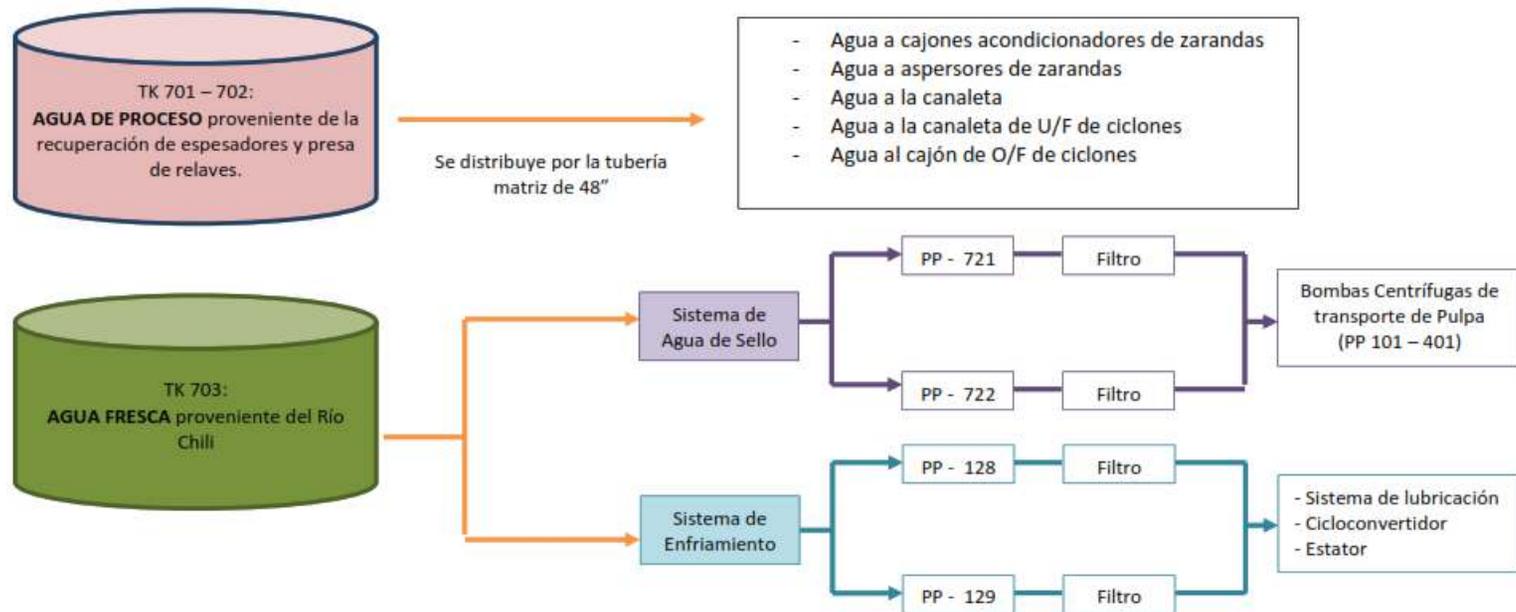
Fuente: Manual de Operaciones SMCV (2018)

DISTRIBUCION DEL AGUA EN EL AREA DE MOLINOS:

Se clasifica en Agua de Proceso y Agua Fresca

Figura 5.

Distribución de Agua en el área de molinos



Fuente: Manual de Operaciones SMCV (2018)

Figura 6.

Descripción de Equipos del Área de Molinos

EQUIPO	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	COMPONENTES/EQUIPO AUXILIAR	FUNCION
Alimentadores de Placas FE 101,102/201,202/301,302/401,402	Son 8 alimentadores, 2 por cada línea.	Capacidad: 2100 TM/h Dimensiones: (ancho x largo) 2.1 m. x 18 m.	<ul style="list-style-type: none"> - Motor de lubricación - Reductor con sistema de lubricación y sistema de enfriamiento (ventilador) - Polines (carga, impacto, retorno) - Pullcord - 01 Sensor de Nivel tipo Till Swicht en el chute de descarga - Sensores de alineamiento y sistema de alineamiento (sólo FE 101 y 402) - Sensor de faja rota - Sensor de velocidad cero 	Los alimentadores de placas transfieren el mineral desde las tolvas de alimentación hacia las zarandas húmedas
Cajones acondicionadores de alimentación a zarandas BX-107,108/207,208/307,308/407,408	Son 8 cajones, 2 por cada línea a cada zaranda	Dimensiones: (ancho x profundidad x largo) 3.3 m x 2.68 m x 2.76 m Material: Acero al carbono con revestimiento	<ul style="list-style-type: none"> - 02 tuberías de ingreso de agua de proceso de 8" y 12" (provenientes del TK 701-702) 	Los cajones se utilizan para la formación de la pulpa y distribución a las zarandas húmedas.

Fuente: Manual de Operaciones SMCV Molinos

Figura 7.

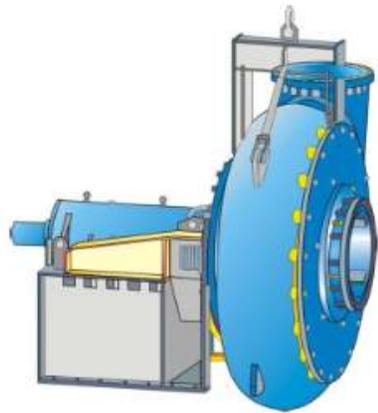
Zarandas Húmedas

EQUIPO	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	COMPONENTES/EQUIPO AUXILIAR	FUNCION
Zarandas Húmedas SC 101,102/201,202/ 301,302/401,402	Son 8, 2 por cada línea. Posee dos unidades excitadoras que generan el movimiento vibratorio. Los excitadores son accionados por un motor eléctrico por medio de un eje universal.	Tipo: Banana vibradora Dimensiones : 3 m x 7.3 m Capacidad: 1149 TM/h Marca: SC 101,201, 301,401 Ludowici Marca: SC 102,202, 302,402 Schenkprocess	DECK SUPERIOR: - Líneas de agua: 4 con 8 aspersores c/u - Abertura de Malla: 14 mm DECK INFERIOR: - Líneas de agua: 3 x 8 aspersores - Abertura de Malla: SC 101,201,301,401: 5 mm SC 102,202,302,402: 5.5 mm	Las zarandas clasifican el mineral gracias al movimiento vibratorio generado y el agua de lavado en mineral grueso (tamaño > 5 mm) y mineral fino.
Cajones de alimentación ciclones BX 101,201,301,401	Son 4 cajones. Reciben la descarga de 2 zarandas.	Capacidad: 190 m ³	-	Colecta la pulpa para ser transportada a la batería de ciclones por las bombas centrífugas

Fuente: Manual de Operaciones SMCV Zarandas

Figura 8.

Bombas Centrifugas Alimentador de Ciclones Primarios

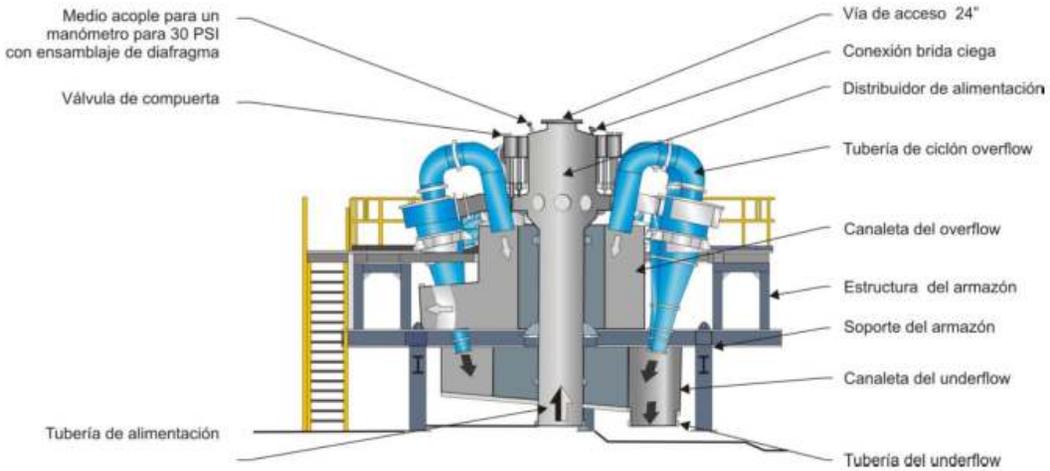
EQUIPO	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	COMPONENTES/EQUIPO AUXILIAR	FUNCION
Bombas de Alimentación a Ciclones PP 101,201,301,401	Son 4, una para cada cajón. Son del tipo de operación de sello de prensa estopas húmedas, es decir, se requieren de agua para el sello.	Tipo: Horizontal Centrifuga Diámetro de boquilla de succión y descarga: 28" X 26" Potencia Motor: 1,120 kW Intensidad de corriente: 274 A (101, 201) 271 A (301,401) Marca de Reductor: Sew (101,201) Falk (301,401)	Motor de Bomba	Transportan la pulpa desde los cajones al nido de ciclones.
			Reductor de Velocidad: La velocidad es regulada según el nivel del cajón; si el nivel es alto se aumenta la velocidad, si es bajo la velocidad se reduce.	
				

Fuente: Manual de Operaciones SMCV Bombas Centrifugas

Figura 9.

Ciclones Primarios

EQUIPO	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	COMPONENTES/EQUIPO AUXILIAR	FUNCION
<p>Batería de Ciclones CS 101,201,301,401</p>	<p>Los ciclones son cilindros verticales con un fondo cónico.</p>	<p>Modelo: Krebs Nº de ciclones: 9</p>	<p>Abertura de alimentación: De forma circular rectangular por donde ingresa tangencialmente la pulpa al hidrociclón. Vórtex: Ubicada en la parte superior, es la tubería de descarga del overflow. Apex: Es una abertura en la parte inferior por donde sale el underflow. Canaleta: Lugar donde descarga el underflow y es un punto de adición de agua.</p>	<p>Los ciclones utilizan la energía obtenida a partir de la presión hidráulica para crear un movimiento centrífugo que ocasiona que las partículas de mayor tamaño se adhieran a la pared y sean evacuadas por el ápex (underflow), mientras que el mineral fino mediante un torbellino ascendente lo transporta al vortex (overflow).</p>



El diagrama muestra una batería de ciclones primarios con las siguientes etiquetas:

- Medio acople para un manómetro para 30 PSI con ensamble de diafragma
- Válvula de compuerta
- Tubería de alimentación
- Via de acceso 24"
- Conexión brida ciega
- Distribuidor de alimentación
- Tubería de ciclón overflow
- Canaleta del overflow
- Estructura del amazón
- Soporte del amazón
- Canaleta del underflow
- Tubería del underflow

Fuente: Manual de Operaciones SMCV Ciclones Primarios

Figura 10.

Molino de Bolas Especificaciones Técnicas

EQUIPO	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	COMPONENTES/EQUIPO AUXILIAR	FUNCION
Molinos de Bolas ML - 101, 201, 301, 401	Son cilindros rotatorios en los cuales se usa bolas metálicas como los medios libres de molienda.	<p>Marca: Polysius</p> <p>Dimensiones: (Diam x Longitud) 24 x 36 pies</p> <p>Potencia: 12000 KW</p>	<p>Carcasa: Es un cilindro metálico fabricado de planchas de acero al carbono con varios segmentos conjuntamente soldados. Tiene agujeros perforados para colocar pernos para los revestimientos internos</p> <p>Chute de Alimentación: Conduce la pulpa de alimentación a la cámara de molienda. Cuenta con dispositivo de desplazamiento para inspección y mantenimiento.</p> <p>Salida: Consta de un cilindro de salida provisto de un disco perforado (araña) para evitar la salida de las bolas.</p> <p>Revestimientos: Son de dos tipos: Mono Onda y Camellón. Protegen la parte interna del molino contra el desgaste y la corrosión.</p> <p>Unidad de transmisión del molino: Son: *Cicloconvertidor: Convierte la corriente alterna en continua. *Rotor: Consiste en ensambles de polos montados sobre un reborde armado en la carcasa del molino. *Estator: Es la parte fija libre del motor y contiene los bobinados de cobre que transmiten el torque al rotor.</p>	Reduce el tamaño del mineral de la pulpa usando bolas metálicas como medios molientes. Estos son elevados mediante la rotación del tambor y la molienda ocurre por la combinación del impacto, rozamiento y abrasión.
Sistema de frenado del Molino	Los frenos son accionados por una unidad de potencia hidráulica e incluyen montajes de frenos de zapata montados sobre armazones en pedestal.	-	<p>-02 brackets (uno a la izquierda y uno a la derecha), cada uno con cinco unidades de frenos de disco hidráulico</p> <p>-01 unidad hidráulica de potencia para hacer funcionar los frenos.</p>	Limita los movimientos de la carcasa durante las paradas imprevistas y para mantener firmemente la carcasa de molino en una posición estacionaria para un mantenimiento seguro y un cambio de revestimientos.

Fuente: Manual de Operaciones SMCV Molinos

Figura 11.

Molino de Bolas

EQUIPO	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	COMPONENTES/EQUIPO AUXILIAR	FUNCIÓN
Sistema de Lubricación de Rodamientos del Molino	Está ubicado por debajo del extremo fijo y flotante del molino para permitir un retorno por gravedad del aceite al sistema.	-	Reservorio de Aceite: Almacena el aceite y el de retorno de los molinos.	Lubricación de rodamientos mediante aceite a presión.
			Filtros: Limpian el aceite de impurezas.	
			Intercambiadores de calor: Enfrían el aceite de retorno del molino mediante agua.	
			Bombas: Proporcionan la presión necesaria al aceite.	
Sistema de enfriamiento del Molino	Se encuentra ubicado en la parte inferior del estator.	-	03 Ventiladores Agua de sello: Protege contra la entrada de polvo, agua y pulpa	Enfriamiento el estator

Diagrama de un molino de bolas que muestra su estructura interna y componentes clave. El diagrama incluye un estator exterior, un rotor interior con pestañas, un sistema de alimentación y rodamientos en la base, unidades de enfriamiento, poleas en las pestañas, y una salida de descarga. Se indican también 03 ventiladores y agua de sello para protección.

Fuente: Manual de Operaciones SMCV Molinos

Figura 12.

Datos Técnicos de Equipos Comprometidos con el Proceso

EQUIPO	DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES	COMPONENTES/EQUIPO AUXILIAR	FUNCIÓN
Bombas Sumidero PP 103, 103 A, 303	Son bombas centrífugas equipadas con un agitador para evitar un atoramiento en la succión y para tratar con concentraciones altas de sólidos.	Tipo: Cantilever Vertical Dimensiones: (diámetro x longitud) 152 mm x 3,000 mm Capacidad: 200 m ³ /h	Motor: Conectado a la bomba por medio de una disposición poleas-faja	La bomba funciona intermitentemente para vaciar todo lo acumulado en el piso de molinos y transportarlo al Espesador 2.
Sistema de Agua de Sello	Es requerido para proveer agua de sello de alta presión para las bombas de pulpa que lo requieran	-	Bombas de Agua de Sello (PP 721 y 722): Una operativa, la otra en stand by. Transportan el agua fresca desde el TK 703 a las bombas que requieran. Filtros de Agua: Retienen las impurezas del agua fresca.	El agua de sello crea un vacío en la bomba para evitar la pérdida de pulpa en el transporte.
Sistema de transporte de agua de enfriamiento	Provee agua de enfriamiento para los equipos que se requieran.	-	Bombas de transporte de agua de refrigeración (PP 128,129) Filtros de Agua: Retienen las impurezas del agua fresca.	Transporta y limpia el agua de enfriamiento para sistemas de lubricación, cicloconvertidor, estator del molino.
Colectores de Polvo (Scrubbers) DC - 101, 201, 301, 401	Se localizan en la tolva de molinos.	-	-	Facilita la colección de polvo en las tolvas de molinos para la alimentación a los molinos de bolas.
Ventiladores FA -101, 201, 301, 401	Se localizan en la tolva de molinos para ayudar a la colección de polvo.	-	-	Extrae el aire de la tolva mediante el colector de polvo y lo libera en la atmósfera. El polvo colectado se deposita en la tolva de mineral.

Fuente: Manual de Operaciones SMCV 2018

3.1.3.2. FLOTACION DE COBRE

La flotación es una operación unitaria que involucra un proceso físico químico de concentración de minerales finamente molidos, que permite la separación de los minerales sulfurados como por ejemplo de cobre, zinc, molibdeno, etc. de sus acompañantes (minerales estériles o ganga que no tienen valor comercial), basado en su comportamiento frente al agua, o sea, de mojabilidad de los materiales (Operaciones, Flotacion de cobre area 3400, 1993).

Para estudiar el mecanismo de la flotación es necesario conocer lo que sucede con la partícula de mineral y una burbuja de aire para que ellos formen una unión estable. El proceso de flotación está basado sobre las propiedades hidrofílicas e hidrofóbicas de los sólidos a separar. Se trata fundamentalmente de un fenómeno de comportamiento de sólidos frente al agua, o sea, de mojabilidad de los sólidos. Los metales nativos, sulfuro de metales o especies tales como grafito, carbón bituminoso, talco y otros, son poco mojables por el agua y se llaman minerales hidrofóbicos. Por otra parte, los minerales que son óxidos, sulfatos, silicatos, carbonatos y otros son hidrofílicos, o sea, mojables por el agua. Se puede observar además de minerales hidrofóbicos son aerofílicos, es decir, tienen gran afinidad por las burbujas de aire, mientras que los minerales hidrofílicos son aerofóbicos, ósea, no se adhieren normalmente a ellas.

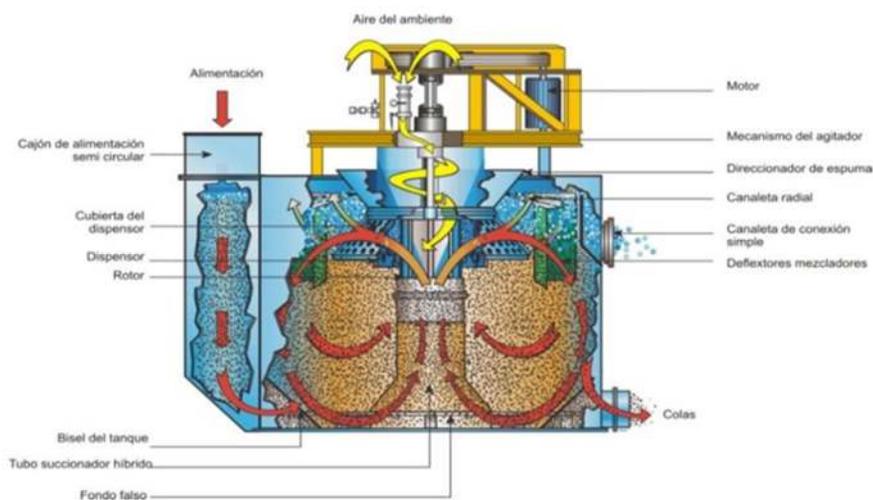
Figura 13.

Especificaciones Técnicas de las Celdas de Flotación

EQUIPO	ESPECIFICACIONES	FUNCIÓN	COMPONENTES
Celdas de Flotación Línea 1: 10 celdas CF 101- 110 Línea 2: 10 celdas CF 201- 210 Línea 3: 10 celdas CF 301- 310 Línea 4: 10 celdas CF 401- 410 Línea 5: 11 celdas CF 501- 510, 1514	Tipo: Mecánicas	La celda de flotación tiene un rotor-dispersor que proporciona mezclado y aireación. El aire del ambiente es llevado hacia la celda y es distribuido a través de toda la pulpa en la forma de burbujas donde se adhiere el mineral valioso para rebosar con la espuma.	02 Válvulas dardo
	Capacidad: 160 m ³		01 rotor - dispersor
	Marca:		01 canaleta radial
	-Línea 1: XCell		01 Medidor Ultrasónico de Nivel
	-Línea 2: Wemco mejorada		
	-Línea 3: Dorr - Oliver		
	-Línea 4: Wemco		
	-Línea 5: Dorr - Oliver		
	Tipo de Aireación:		
	-Blower: CF 109, 110, 309, 310, 1514		
-Autoaireada: El resto			

Línea de Flotación	KPI	Valor
Línea 1 - 4 (Rougher Scavenger)	Grado de Cu en Concentrado Rougher	13.50 - 15.50%
	Grado de Cu en Concentrado Scavenger	2.25 - 3.30 %
	Grado de Cu en Colas	< 0.06%
	Recuperación	> 89%
Línea 5 (Cleaner)	Grado de Cu en Concentrado Cleaner	8.00- 12.00%
	Grado de Cu en Concentrado Cl- Scv	1.20 - 3.00%
	Grado de Cu en Cola Final	0.10%
	Recuperación	98%

EQUIPO	ESPECIFICACIONES	FUNCIÓN	COMPONENTES
Analizadores PSI	Concentrado Rougher y Scavenger:	Son analizadores de fluorescencia de rayos X que permiten determinar en tiempo real la ley de Cu, Fe, Mo, As en la corriente para tomar decisiones en la operación.	
	*Línea 1 y 2:		AZ-104
	*Línea 3 y 4:		AZ-304
	Colas Scavenger		
	*Línea 1:		AZ-103
	*Línea 2:		AZ-203
	*Línea 3:		AZ-303
	*Línea 4:		AZ-403
	Conc. Cleaner:		AZ-505
	Conc. Cleaner-Scv:		AZ-505
Colas Línea 4:	AZ-505		
Cola final (Relaves)	AZ-001		



Fuente: Manual de Operaciones SMCV Celdas de Flotación

3.1.3.2.1. Flotación Rougher – Scavenger,

El circuito de flotación produce dos productos un concentrado Bulk cobre-molibdeno

(Cu-Mo) y un relave final de flotación.

- El objetivo principal para la producción del concentrado es maximizar tanto la ley como la recuperación de minerales de Cu y Mo.
- El objetivo principal para la producción de relaves finales de flotación es minimizar la pérdida de minerales valiosos.

El circuito de flotación recibe mineral desde el circuito de molienda el cual esta molido a 125 -150 um, con una ley entre 0.45-0.65% Cu y 0.02-0.05% Mo. La ley prevista del concentrado Bulk de Cu-Mo es 24% Cu y 0.65% de Mo, con una recuperación mayor a 89% de Cu y una recuperación de 71.6% de moly (Operaciones, Flotacion Rougher - Scavenger area 3400, 1993).

Hay una compensación entre la recuperación del mineral y la ley del concentrado – cuan mayor sea la recuperación, menor será la ley y viceversa. Una alta recuperación produce un mayor contenido metálico para venderse, mientras una alta ley reduce los costos de embarque y de tratamiento aguas abajo. El balance optimo depende de los precios del metal, tasas de embarque y tasas del tratamiento de concentrados (fundición, refinación y venta).

El objetivo del circuito de flotación es minimizar esta compensación, o cambiar la curva ley/recuperación, mediante el uso por etapas de las celdas de flotación por agitación, celdas columna de flotación, molinos de remolienda, ciclones para la clasificación por

tamaños, y adición de reactivos. El tamaño molido proveniente del circuito de molienda es otra variable, pero está limitado ya que lo molido debe ser lo suficientemente grueso para producir arena para la construcción del dique de relaves.

El circuito consiste en cuatro filas de 10 celdas de flotación con agitación. Cada celda tiene una capacidad de 160m³. Después de las primeras dos celdas de cada fila, las cuales poseen un control individual de niveles, las celdas son instaladas en pares, con un nivel de control para cada par. El Overflow de los ciclones proveniente de cada uno de los cuatro ciclones primarios de molienda, fluye por gravedad con una ley promedio de cobre de 0.45 – 0.65 % y molibdeno de 0.02 – 0.05% y alimentan a las líneas de flotación de la 1 a la 4. La operación Rougher - Scavenger es un circuito de flotación “dividido”, donde dos flujos de concentrado son colectados y tratados por separado en los circuitos de remolienda antes de combinarse en el circuito final Cleaner.

La primera celda de cada fila de celdas es usada como una celda de flotación Rougher; la segunda celda de cada fila es normalmente también es usada como una celda Rougher, pero también puede ser usada como una celda Rougher. La tercera celda puede operar como Rougher o Scavenger dependiendo de la ley de alimentación. Las siete celdas sobrantes por fila son usadas exclusivamente como celdas de flotación Scavenger.

En las celdas Rougher flota la mayor parte de los sulfuros valiosos que rebosan como espuma a la canaleta que descarga que alimenta al cajón de concentrado Rougher (BX-501) de remolienda. Las colas de las celdas Rougher alimentan a las celdas Rougher - Scavenger mediante 2 válvulas dardo. En las celdas Scavenger se recupera la mayor cantidad de cobre, el concentrado o rebose cae a la canaleta que alimenta al cajón de

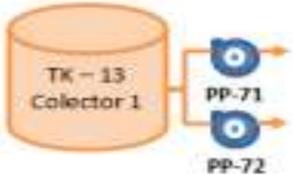
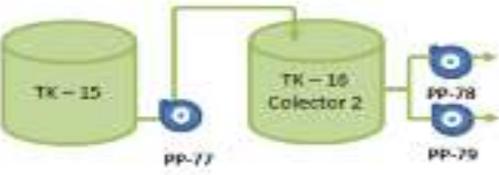
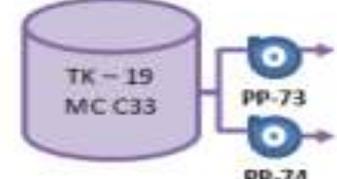
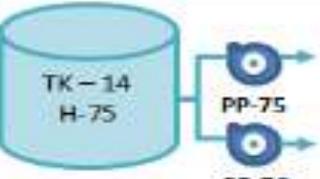
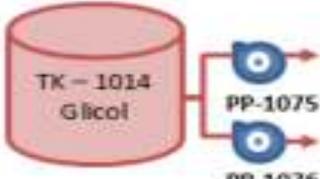
concentrado Scavenger (BX-503) de remolienda y las colas se dirigen a los espesadores de relaves. (Operaciones, Flotacion Rougher - Scavenger area 3400, 1993)

Los tipos de reactivos utilizados son:

- Colectores: inducen la hidrofobicidad en las partículas (xanthato y ditiofosfatos).
- Espumantes: reducen el tamaño de las burbujas y otorgan estabilidad a las espumas formadas (aceite de pino, alcoholes).
- Modificadores: para controlar el pH del sistema, reducir la hidrofobicidad de las colas, etc. (cal).

Figura 14.

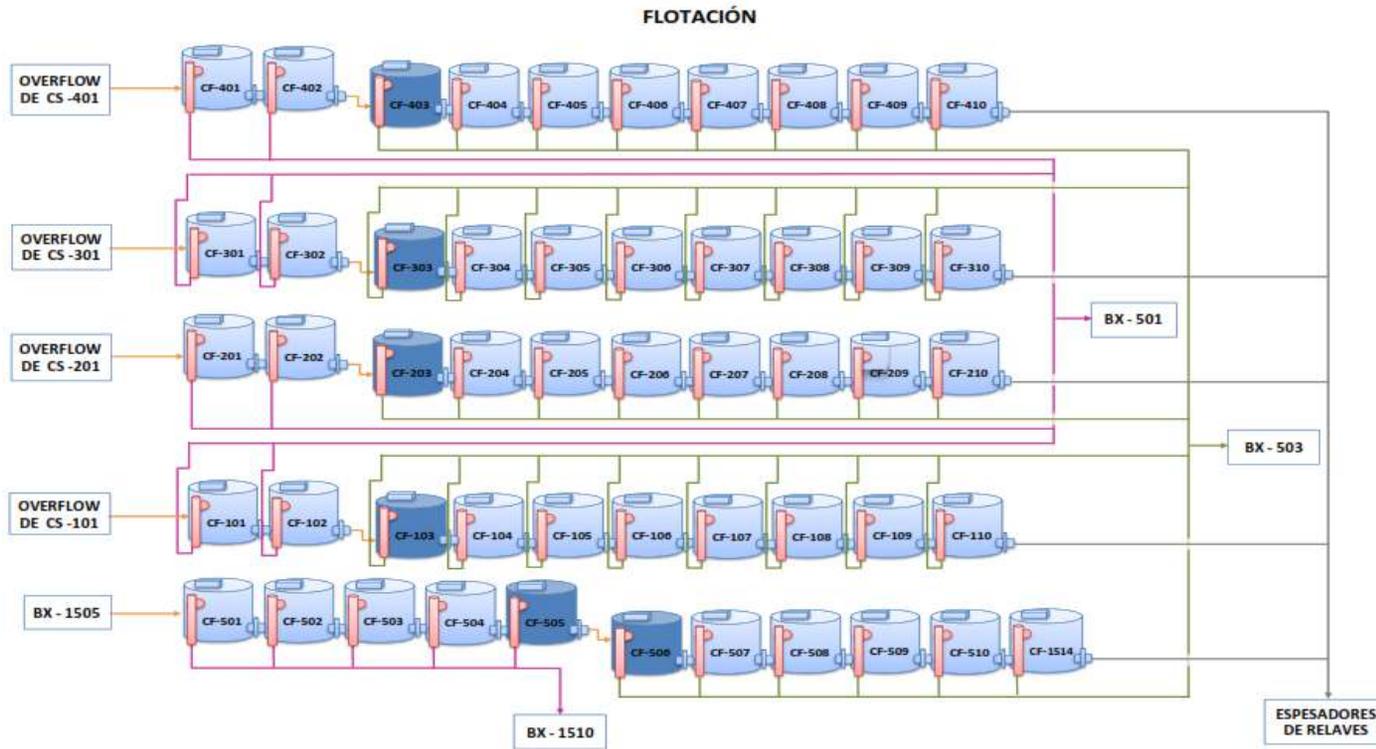
Reactivos de Flotación

Función	Almacenamiento y Distribución
Colector Primario (Más selectivo)	 <p>TK - 13 Colector 1</p> <p>PP-71</p> <p>PP-72</p>
Colector Secundario (Menos selectivo, pero recupera más)	 <p>TK - 15</p> <p>TK - 16 Colector 2</p> <p>PP-77</p> <p>PP-78</p> <p>PP-79</p>
Colector de Molibdeno	 <p>TK - 19 MC C33</p> <p>PP-73</p> <p>PP-74</p>
Espumante (Estabiliza las burbujas de aire)	 <p>TK - 14 H-75</p> <p>PP-75</p> <p>PP-76</p>
Ayuda a flotar el mineral grueso	 <p>TK - 1014 Glicol</p> <p>PP-1075</p> <p>PP-1076</p>
Depresor de pirita	-

Fuente: Manual de Operaciones SMCV Flotación

Figura 15.

Diagrama Celdas de Flotación Rougher – Scavenger



Fuente: Manual de Operaciones SMCV Celdas de Flotación

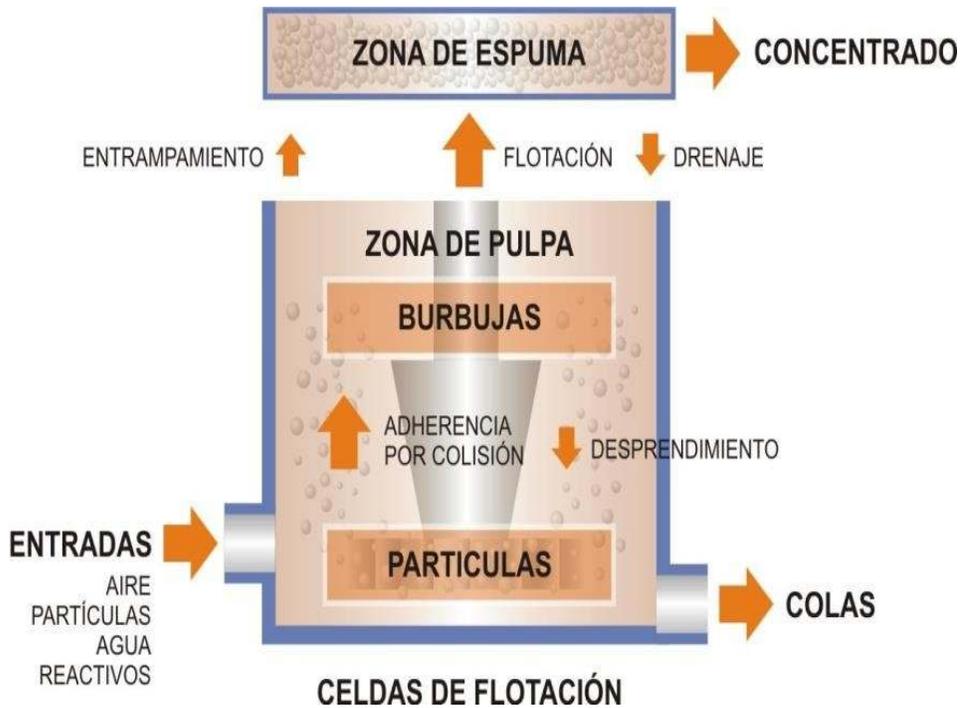
3.1.3.2.2. Operación de Celdas Mecánicas de Flotación

Los equipos en los cuales se realizan los procesos de flotación se denominan celdas de flotación y son construidas de modo que favorezcan la realización del proceso mediante las siguientes funciones:

- Mantener en suspensión las partículas de la pulpa que ingresa a la celda de flotación evitando la segregación de los sólidos por el tamaño o por la densidad.
- Formar y diseminar pequeñas burbujas de aire por toda la celda, los volúmenes de aire requerido dependerán del peso del material alimentado.
- Promover los choques entre partículas minerales y las burbujas de aire con el fin de que el conjunto mineral-burbuja formado tenga una baja densidad y pueda elevarse desde la pulpa a una zona de espumas, las cuales serán removidas de la celda conteniendo el concentrado.
- Mantener condiciones de quietud en la lámina de espumas para favorecer su estabilidad, también permitir una adecuada evacuación tanto de relaves como de concentrados, así como fácil regulación del nivel de pulpa, de aireación y agitación en las celdas.

Figura 16.

Zonas Celdas de Flotación



Fuente: Manual de Operaciones Smcv

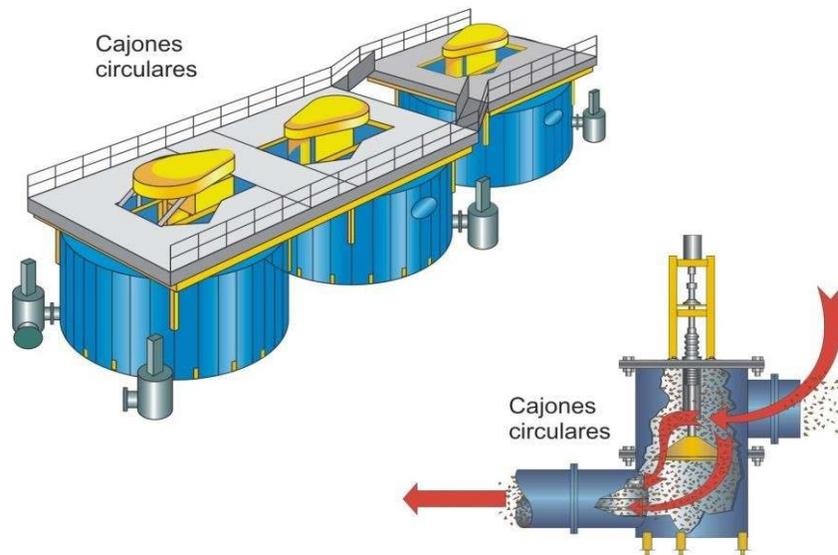
3.1.3.2.3. Descripción de las Mecánicas de Flotación.

Cada uno de las 51 celdas de flotación consiste en un tanque cilíndrico de 160 m³ (capacidad nominal), cajones de derivaciones y descarga con válvulas de dardo, canaletas radiales para la colección de espumas, mecanismo de agitadores que incluye el montaje de accionamiento y motor, válvula de entrada de aire, y controles automáticos del nivel. Las primeras celdas de cada banco están equipadas con cajones semicirculares de alimentación.

La máquina de flotación tiene un rotor-dispersor que proporciona mezclado y aireación. El aire del ambiente es llevado hacia la celda y es distribuido a través de toda la pulpa en la forma de burbujas que por sí mismas se adhieren a las partículas para la flotación. El flujo de aire inducido proporciona una aireación eficiente con una facilidad mecánica. Un tubo de aspiración cónico canaliza el flujo para producir una alta recirculación de la pulpa. El sistema para controlar el aire consta de una tubería con una válvula de mariposa manual en cada celda. Este admite el aire inducido por el giro del rotor.

La celda de flotación Wemco se caracteriza por tener un rodamiento Wemco 300 y un mecanismo de accionamiento del eje, un tubo de aspiración híbrida para mejorar la circulación, colectores de espumas para acelerar el movimiento de los sólidos en la superficie.

Los cajones circulares de conexión son los medios para controlar el nivel e incluso el flujo entre las celdas. Las válvulas de dardo contenidas en los cajones de conexión, mantienen el nivel de la pulpa en las celdas de flotación mediante el control del flujo entre las celdas. El cajón circular de la descarga mantiene el nivel de la pulpa en las celdas anteriores, y proporciona una conexión hacia la canaleta de colas. Estos cajones contienen el tapón y asiento reemplazables de la válvula y los puertos de inspección de las bridas de obturación.

Figura 17.*Cajones Circulares Celda de Flotación.*

Fuente: Manual de Operaciones SMCV

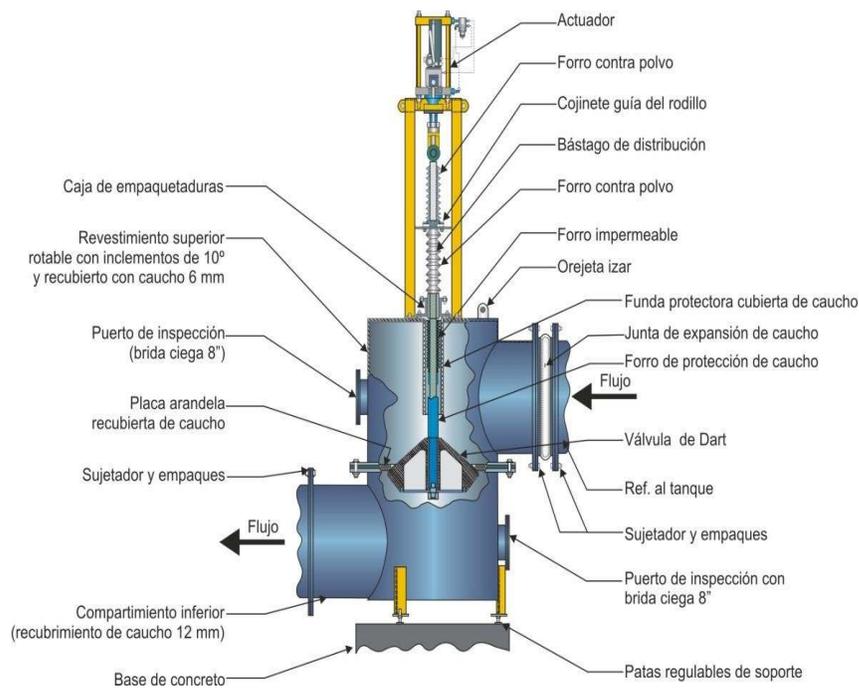
Las válvulas de dardo, situadas en los cajones de conexión y de descarga, son utilizadas para controlar el flujo de la pulpa entre las celdas y del cajón de descarga. Las válvulas son levantadas y bajadas por accionadores SMC con los posicionadores del conductor común de campo que reciben señales de los sistemas que controlan el nivel.

Con una pérdida en el suministro de aire de la planta, las válvulas de dardo por lo general son las últimas en fallar. Sin embargo, con la finalidad de no fallar, las celdas de flotación están equipadas con interruptores desconectores en las válvulas de dardo, y con un depósito de aire con la suficiente capacidad para cerrar todas las válvulas. Excepto para las paradas que necesitan que las celdas estén vacías, por ejemplo, para

mantenimiento o inspección, se prefiere mantener las celdas llenas para la mayoría de paradas. La disposición para fallas mínimas para las válvulas de dardo, mantendrá las celdas llenas durante situaciones de fallas con el aire o energía.

Figura 18.

Partes Válvula Dardo



Fuente: Manual de Operaciones SMCV Flotación

Para controlar el nivel de las celdas, el sistema está equipado con medidores de nivel de pulpa tipo boya y transmisores que miden directamente desde la superficie de la pulpa en un pozo de estabilización. Un flujo estable pero pequeño de agua en el pozo de estabilización, mantiene libre de espumas a la superficie dentro del medio. Para medir y controlar la altura de la espuma, se utilizan medidores de niveles ultrasónicos y

transmisores, apuntando directamente a la superficie de la espuma. La altura de la espuma es la diferencia calculada entre el nivel de la pulpa y las mediciones del nivel de la espuma.

3.1.3.2.4. Variables del Proceso.

Figura 19.

Variables del Proceso

Variable	Rango Optimo	Efecto con otras variables	Consecuencias Negativas	Posibles Soluciones
%Sólidos en el O/F de ciclones	25 – 31%	A menor % de sólidos el tiempo de flotación es menor, el consumo de reactivos es bajo.	Como el tiempo de flotación es corto, el mineral se va pierde por la cola bajando la recuperación.	Disminuir agua en la canaleta del cajón o aumentar carga en molinos.
		A mayor % de sólidos el tiempo de flotación es mayor, el consumo de reactivos es alto.	La recuperación también es baja debido a que por el alto contenido de sólido, el mineral valioso no se puede adherir a las burbujas y se pierde por la cola.	Aumentar el espumante, aumentar agua en el cajón de O/F de ciclones, disminuir carga en molinos.
Presión de Ciclones	115 – 150 KPa	Una presión inestable varía el flujo de alimentación a las celdas, desestabilizando el proceso de flotación.	Rebalse, la espuma se puede contaminar con pulpa.	Verificar el correcto funcionamiento de los ciclones (que no estén obstruidos). Aperturar o cerrar ciclones. Bajar tonelaje.
Malla + 65	8 – 13%	Si la malla es baja se produce excesiva cantidad de lamas (arcillas) que tienen gran afinidad por las burbujas, quitando lugar para el mineral valioso. Además si el mineral valioso es muy fino la probabilidad de captura de éstos por	Recuperación deficiente	Subir colector secundario. Disminuir el tiempo de molienda aumentando agua para evitar sobremoler. Bajar aire en las celdas. Subir el
		las burbujas es baja, perdiéndose por la cola.		espumante, glicol y pH.
		Si la malla es alta, significa que no se ha liberado la parte valiosa, por ello los sulfuros no flotan y se pierden por la cola.	Recuperación deficiente	Verificar el porcentaje de sólidos de descarga del molino y según ello aumentar agua o disminuir carga. Aumentar más glicol.
pH	11.0 – 11.8	La flotación del cobre se produce a pH alcalino para deprimir la pirita y evitar la oxidación del colector secundario.	Si el pH es muy bajo la pirita flota en exceso ensuciando el concentrado y disminuyendo el grado. La espuma se espesa. Generalmente se produce por la presencia de óxidos, con lo cual se incrementa el consumo de cal. Si el pH es muy alto las burbujas se vuelven frágiles, aumenta el consumo de colectores, los sulfuros comienzan a deprimirse.	Disminuir o aumentar cal según sea el caso.
Nivel de la espuma (Colchón)	8 - 45 cm. Nivel rougher < Nivel scavenger	A mayor nivel de espuma el grado es mayor. Se "aguanta" el flujo.	Un nivel muy bajo puede generar que la pulpa contamine las espumas.	Controlar el nivel de espumas regulando las válvulas dardo.
		A menor nivel de espuma el grado es menor.	Un nivel muy alto puede contaminar el concentrado al flotar minerales no deseados.	
Flujo de Aire	En las celdas mecánicas no se puede cuantificar, sólo se regula la apertura de la válvula mariposa.	A mayor flujo de aire, el tiempo de residencia es menor, el rebalse es más rápido y se jala o recupera más para disminuir el grado.	Mucho aire provoca que las espumas se revienten antes de rebosar por la parte superior de la celda. Produce rebalces o que la pulpa salga con la espuma, ensuciando el concentrado.	Reducir la apertura de la válvula de aire. Aumentar el nivel de espuma. Bajar tonelaje.
		A menor flujo de aire el rebalse es más lento, aumentando el tiempo de residencia y el grado.	Poco aire reduce el nivel de espumas no pudiéndose recuperar el mineral valioso. La celda se puede arenar.	Aperturar la válvula de aire.
Cantidad de Reactivos	Según tabla de reactivos líneas arriba	Baja cantidad de reactivos disminuyen la eficiencia de la flotación.	Espumantes: Exceso genera rebalse por gran cantidad de espumas, ensuciando el concentrado. Colector Secundario: Exceso ensucia el concentrado al flotar pirita e insolubles. Vuelve muy espesa la espuma Colector de Molibdeno:	Agregar o disminuir reactivos cuando sea necesario.
		Exceso de reactivos disminuye el grado y aumenta la recuperación, porque "jalan" de todo.		

			Exceso reduce el grado del cobre.	
Nº de Celdas	Rougher: 2-3 celdas Cleaner: 4 - 6 celdas	Trabajar con más celdas Rougher o Cleaner si la ley de alimentación es alta para aumentar el tiempo de residencia. Disminuir celdas si el grado del concentrado bulk es bajo, para no ensuciar el concentrado.	-	-
Alcalinidad en Celdas Cleaner	1.2 - 1.8	A mayor alcalinidad el concentrado tiene menos impurezas. A menor alcalinidad el concentrado se ensucia.	Un alcalinidad muy elevada puede deprimir el molibdeno y las burbujas se vuelven frágiles. Una alcalinidad muy baja puede provocar que el mineral valioso se pierda por la cola.	Aumentar o bajar cal en los puntos de adición correspondientes.

Fuente: Manual de Operaciones SMCV Flotación

3.1.3.3. REMOLIENDA

3.1.3.3.1. Circuito de Remolienda

El circuito de remolienda tiene dos objetivos:

- Conseguir el grado óptimo de cobre en el concentrado Bulk (24.5%) mediante las celdas columnas y el circuito Recleaner.
- Mantener la limpieza del área, disminuyendo los rebalses de pulpa.

El concentrado Rougher descarga en el BX-501 para ser clasificado por el nido de ciclones CS-1502. El Overflow es enviado al BX-1502 para ser transportado al distribuidor que alimenta a las celdas columna. El Underflow se envía a los Vertimill ML-505/1506 para ser reducidos de tamaño a una malla +365 de 25 a 30% con bolas de 1.5 y 2", el rebose de los molinos descarga nuevamente en el BX-501 (Operaciones, Remolienda - Flotacion Area 3400, 1993).

El concentrado Rougher - Scavenger y Cleaner - Scavenger descargan en el BX-503 para ser clasificado por el nido de ciclones CS-501. El Overflow es enviado al BX-

1505 para ser transportado a la quinta línea de flotación. El Underflow se envía a los Vertimill ML-503/504 para ser reducidos de tamaño y el rebose descarga nuevamente en el BX-503.

Los medios molientes del Vertimill conforman el 60 – 61% del volumen del molino y consisten de una mezcla de bolas metálicas de 1.5 y 2". Su adición se calcula en base a la potencia. El rango normal es de 450 a 500 KW, una potencia menor indica que se deben adicionar bolas.

Las celdas columnas son las encargadas de limpiar el concentrado Rougher. Gracias a su gran altura, el nivel de la espuma generada por el aire inyectado en los Spargers permite tener un tiempo de residencia mayor y coleccionar el mineral valioso; además por la parte superior se dosifica agua fresca en contracorriente para lavar el concentrado y eliminar la mayor cantidad de insolubles. La alcalinidad también juega un rol importante en aumentar el grado. El concentrado de las celdas columnas se envía al BX-506 para su transporte al espesador Bulk, mientras que las colas son enviadas al BX-1505 y junto con el Overflow del CS-501 constituyen la alimentación de la quinta línea (Operaciones, Remolienda - Flotacion Area 3400, 1993).

El concentrado Cleaner de la quinta línea descarga en el BX-1510 y antes de ingresar al circuito Recleaner es clasificado por el nido de ciclones CS-1503. El Underflow se envía al BX-501, mientras que el Overflow alimenta la celda CF-1512 y la cola de esta celda alimenta a la CF-1513, el concentrado de la CF1512/1513 descargan al BX-1550 para alimentar a la CF-1511 y la cola de la CF-1513 descarga al BX-1508 para alimentar al BX-501. El rebose de la CF-1511 será el concentrado del circuito Recleaner

que descarga al BX-1509 para ser enviado al espesador Bulk y la cola de la CF-1511 también alimenta a la CF-1512 (Operaciones, Remolienda - Flotacion Area 3400, 1993).

3.1.3.3.2. Molinos Verticales.

Los medios moledores son agitados mediante un tornillo de doble hélice colgado (o agitador de carga). La(s) bomba(s) de alimentación externa al molino de remolienda usada(s) para alimentar el Underflow de los sistemas del Cicloneo, proporcionan una velocidad ascendente predeterminada que causa la clasificación de las partículas contenidas en la parte superior del cuerpo del molino. La preclasificación y separación del producto clasificado por tamaño de la alimentación reduce la sobre molienda e incrementa la eficiencia. Las partículas pequeñas ascienden, mientras que las partículas grandes son conducidas hacia los medios moledores para su remolienda. La bomba de alimentación externa al molino ubicada en la base del molino, también facilita el arranque del molino después de paradas planificadas o no planificadas (Operaciones, Molinos verticales area 3400 - Remolienda, 1993).

Figura 21.

Ficha técnica de Molinos Verticales

EQUIPO	ESPECIFICACIONES	FUNCIÓN	COMPONENTES
Molinos Verticales o Vertimill ML – 503, 504, 505, 1506	Proveedor: Metso	La alimentación ingresa por la parte inferior con una velocidad ascendente proporcionada por la bomba, causando una clasificación por tamaño para evitar la sobremolienda. Las partículas pequeñas ascienden, mientras que las grandes son conducidas hacia los medios moledores	01 Cuerpo inferior con puerta de acceso y ducto de descarga de bolas.
	Características : Consta de un cilindro vertical con un agitador de tipo tornillo.		01 Cuerpo superior con canaleta para el rebose y ducto para cargar bolas.
			01 Sistema neumático para apertura de puerta (4 gatas).
			01 Agitador tipo tornillo helicoidal
		para su remolienda. La molienda es por rozamiento/abrasión. La pulpa rebosa por el ducto superior de salida hacia los cajones de colección.	01 Sistema de engrase para rodamiento del eje
			01 Motor
			01 Reductor con sistema de lubricación (bomba, filtro, intercambiador de calor)

Fuente: Manual de Operaciones SMCV Remolienda

La molienda es por rozamiento/abrasión. La eficiencia de la molienda es intensificada por la presión relativamente alta entre los medios de molienda y las partículas a molerse. Porque existe una mayor presión entre los medios de molienda y la producción menor de calor y sonido, el Vertimill consume menos energía que un molino de tambor giratorio para realizar el mismo trabajo.

La parte inferior del cuerpo del molino está llena con los medios de molienda excepto para un espacio pequeño directamente por debajo de los pasos del tornillo. Cuando se utilizan las bolas de acero, la altura típica que alcanzan los medios moledores es de 6 a 8 pies. Los medios moledores se elevan dentro de los pasos del tornillo y descienden hacia el espacio entre las puntas de los pasos del tornillo y los diámetros interiores del cuerpo del molino.

La pulpa rebosa desde el cuerpo del molino a través del ducto de salida hacia la línea en dirección al cajón de bombas de colección del concentrado Scavenger. De este cajón, la pulpa es bombeada hacia la batería de ciclones del circuito de remolienda. Después de la clasificación, el Underflow se bombeado hacia el molino tal como se describió anteriormente.

Figura 22:*Molino Vertical Proceso*

Fuente: Manual de Operaciones SMCV Remolienda

El cuerpo del molino es una construcción fabricada en acero que consiste en:

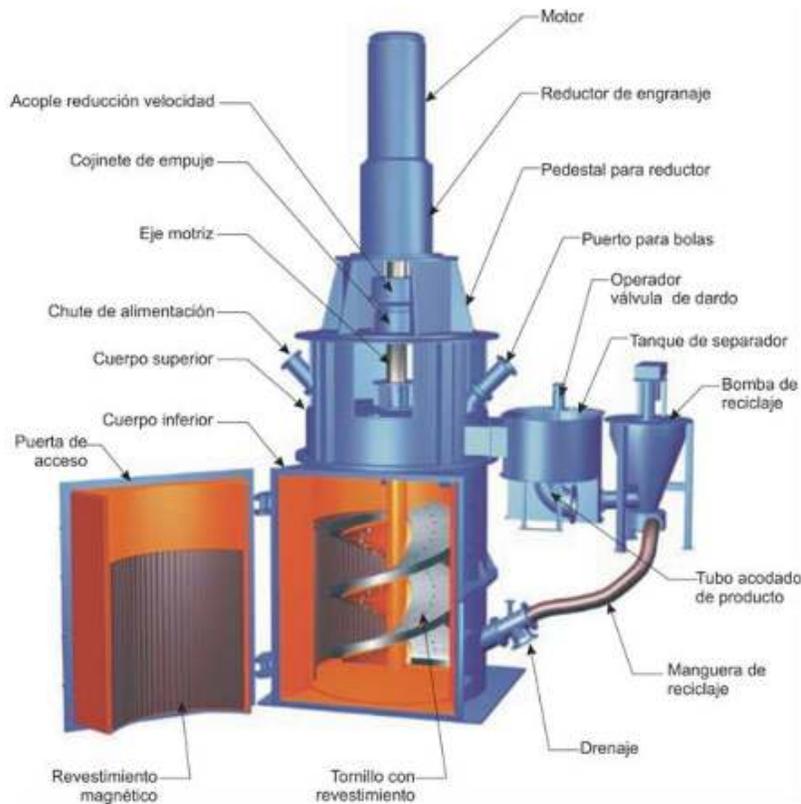
Una unidad de cuerpo inferior revestido con una puerta de acceso grande embisagrada para el mantenimiento y retiro de tornillos, un ducto para descarga de bolas, y una conexión embridada para el retorno a reciclaje. Para Cerro Verde, la alimentación del Underflow de los ciclones de remolienda es bombeada hacia esta conexión. El molino es también drenado mediante una válvula unida a la entrada de reciclaje.

Una unidad de cuerpo superior con el montaje superior del eje de accionamiento, un ducto para cargar bolas y una canaleta incluida para el Overflow para conectarse con la alimentación del ciclón.

Un ensamble de la base de accionamiento para el montaje del motor del reductor y motor impulsor.

El motor accionador del molino es un motor de brida vertical montada, eje descendente, 1,500 HP TEFC, de inducción en jaula de ardilla de alta eficiencia, con cojinetes antifricción lubricados con grasa, aislamiento de clase F con elevación de temperatura de clase B, par de torsión fijo al 260%, un factor de servicio de 1.15 para usarse hasta con una elevación de 3,300 pies.

El agitador de los medios molidores consta de un tornillo helicoidal de doble paso, de acero forjado montado sobre un eje de acero sólido suspendido dentro del cuerpo del molino. Las chaquetas de los pasos están empernadas sobre piezas fundidas de metal reemplazables, diseñadas para proporcionar una máxima vida. Las zapatas de sujeción (chaquetas de los pasos de la base) están especialmente diseñadas para facilitar su reemplazo. El eje del agitador y pasos del tornillo están recubiertos con un material resistente a la abrasión. El agitador está unido al eje superior de accionamiento mediante un reborde empernado y calzado con chavetas para trabajo pesado.

Figura 23.*Partes del Molino Vertical o Vertimill*

Fuente: Manual de Operaciones SMCV Remolienda

3.1.3.3. Celdas Columnas

Como en el caso de las celdas de flotación mecánica, la operación con celdas columna mantiene un equilibrio entre los objetivos de la recuperación y la ley del concentrado. Estos objetivos varían dependiendo de la carga en el circuito de flotación. Razones más altas en la adición de aire aumenta la recuperación a expensas de la ley del concentrado. Alturas mayores de la espuma mejoran las leyes del concentrado a expensas de la recuperación. La adición de agua para lavado en la parte superior de la celda, facilita

mejorar el lavado de los insolubles. El caudal de agua para lavado es típicamente establecido de tal manera que el caudal añadido de agua para lavado sea ligeramente mayor que el caudal de agua saliente de la celda contenida en el concentrado.

La flotación en celda columna se basa en el mismo principio de operación que las celdas mecánicas (convencionales) de flotación. Es un proceso selectivo para separar los minerales de la ganga, en el cual las partículas de mineral de interés se adhieren a burbujas de aire, y transportadas por la espuma fuera de la celda. La diferencia principal de la flotación convencional es que en la flotación con celdas columna, las burbujas no son generadas por una agitación mecánica.

Las columnas columna de flotación utilizan aire comprimido (gas), el cual es introducido en la pulpa por medio de rociadores. Además, los tanques (celdas columna) son mucho más altas que los tanques convencionales; las celdas columna también utilizan una ratio más pequeña de área de superficie - volumen, el cual facilita la estabilidad y espesor de la espuma. Otra característica importante de las celdas columna es el uso del agua de lavado para eliminar las impurezas arrastradas en la espuma.

La ausencia de una agitación intensa en la pulpa facilita la selectividad y permite la recuperación de partículas más finas. El sistema de inyección de aire incrementa un mejor control y la generación de burbujas más pequeñas y más uniformes que en la flotación convencional. El agua añadida a la parte superior de la espuma genera una acción de lavado en contra corriente que tiende a forzar hacia abajo a las partículas insolubles hacia la corriente de relaves de la celda columna.

Por las razones mencionadas anteriormente, la flotación en celda columna es comúnmente utilizada para mejorar el concentrado final que está siendo usado en las

celdas Cleaner. Los componentes principales de una celda columna son el recipiente, o celda columna, los rociadores de aire, la(s) canaleta(s) para el concentrado y los aspersores de agua.

Figura 24.

Ficha Técnica Celdas Columna

EQUIPO	ESPECIFICACIONES	FUNCIÓN	COMPONENTES
Celdas Columnas CM-501, 502, 503, 504	Tamaño: (diámetro x altura) 5 m.x12 m.	Utilizan un ratio más pequeño de área de superficie - volumen, el cual facilita la estabilidad y espesor de la espuma. La espuma se genera con aire comprimido (gas), el cual es introducido en la pulpa por medio de rociadores en la parte inferior para generar burbujas pequeñas y uniformes. Por la parte superior se añade agua en contracorriente que genera una acción de lavado para separar los insolubles de la espuma.	01 Distribuidor de alimentación (DI – 501) con una válvula dado por celda.
	Volumen nominal: 214.5 m ³		Spargers o rociadores
	Volumen efectivo: 193.1 m ³		

Fuente: Manual de Operaciones SMCV Remolienda

El lazo para controlar el nivel de la altura de la espuma es usado para controlar y cambiar la altura de la espuma en la parte superior de la celda columna. Este lazo contiene una válvula controladora de niveles y una unidad de medición ultrasónica. Una partícula flotada se ubica en la interface espuma/suspensión en la parte superior de cada celda columna. Cada unidad ultrasónica mide la distancia entre el objetivo y la unidad ultrasónica. La altura de la espuma es determinada por medio del DCS, y la válvula controladora de niveles conserva este punto de fijación para cada celda columna. Las

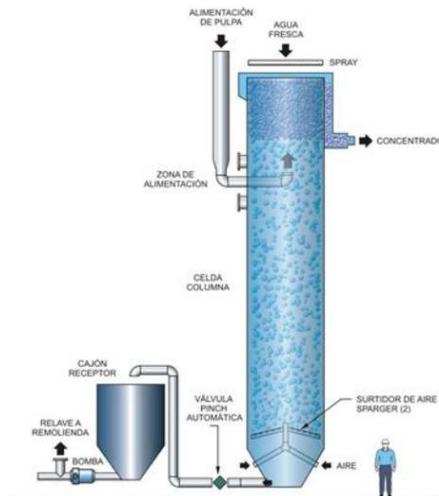
válvulas controladoras de niveles son las válvulas Larox PVE Pinch y totalmente automáticas y controladas por el DCS.

El lazo de control del aire es usado para controlar y cambiar el flujo de aire de los rociadores. Este circuito contiene una válvula de control y un flujómetro. La razón de flujo de aire es establecida por medio del DCS, y luego medida por el flujómetro. El flujo es mantenido en el punto de fijación mediante la válvula controladora. La válvula de control automático para cada celda columna es totalmente automática y controlada por el DCS.

El lazo de control del agua es usado para controlar y regular el flujo del agua de lavado de las celdas columna. Este circuito contiene una válvula controladora y un flujómetro. La razón de agua de lavado es establecida por medio del DCS, y luego es medido por el flujómetro. El flujo es mantenido en el punto fijado mediante la válvula controladora. La válvula de control automático para cada celda columna es totalmente automática y controlada por el DCS. (Operaciones, Celdas Columnas area 3400 - Remolienda, 1993).

Figura 25.

Componentes Celdas Columnas



Fuente: Manual de Operaciones SMCV Remolienda

3.1.3.3.4. Batería de Ciclones

Figura 26.

Ficha Técnica de Batería de Ciclones

Baterías de Ciclones	Proveedor:	Krebs	Clasifican la alimentación por tamaño según malla +365.	Nº de Ciclones:
	Nido #2:	CS-1502	Clasifica el contenido del BX-501.	12 ciclones
	Nido #1:	CS-501	Clasifica el contenido del BX-503.	12 ciclones
	Nido #3:	CS-1503	Clasifica el contenido del BX-1510.	10 ciclones
Circuito Recleaner	Tipo:	Celdas mecánicas	Brindar mayor tiempo de residencia a la pulpa para obtener un buen grado de concentrado sin utilizar reactivos adicionales.	CF-1511 CF-1512 CF-1513

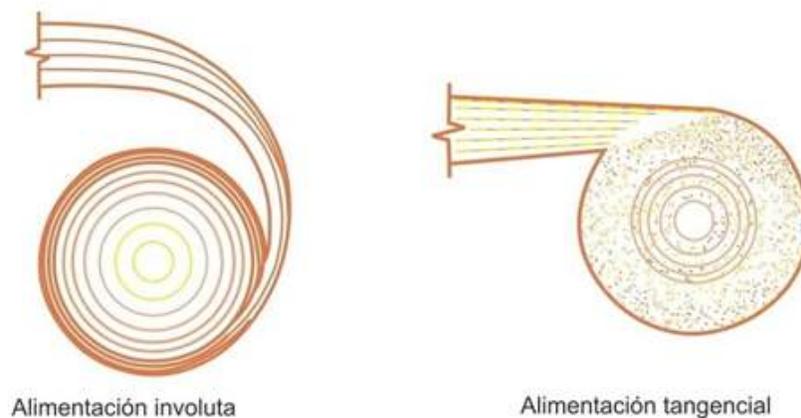
Fuente: Manual de Operaciones SMCV Remolienda

El ciclón es un dispositivo simple, que provoca la separación centrífuga de materiales en una corriente de fluidos. El ciclón utiliza la energía obtenida de la presión

del fluido para crear un movimiento rotacional del fluido. Este movimiento rotacional origina que los materiales suspendidos en el fluido, se separen uno del otro debido a la fuerza centrífuga. La rotación es producida por la introducción tangencial o envolvente del fluido dentro del contenedor. Un hidrociclón es un separador tipo ciclón que utiliza agua como el fluido en gran cantidad (Operaciones, Bateria de Ciclones area 3400 - Remolienda, 1993).

Figura 27.

Alimentación Involuta y Tangencial



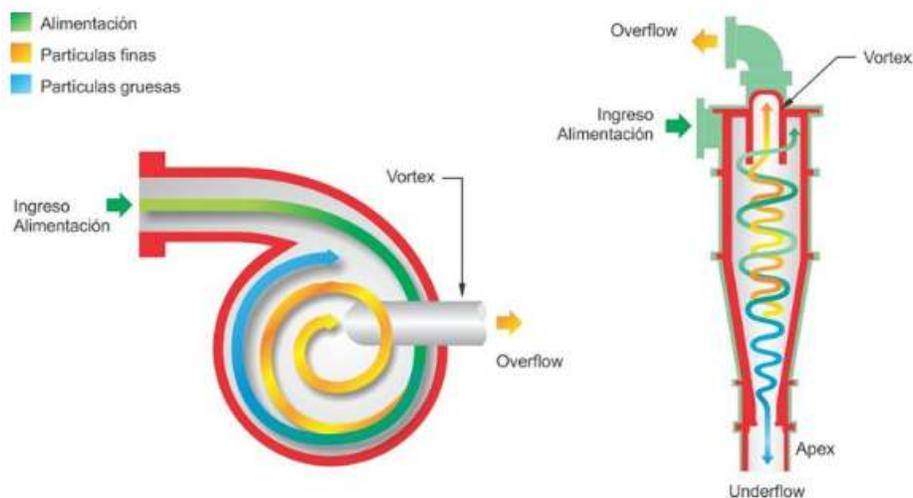
Fuente: Manual de Operaciones SMCV Remolienda

Tal como se muestra en la Figura la pulpa ingresa al área del hidrociclón denominada cabeza de entrada desde el tubo de entrada de alimentación. La pulpa es introducida al lado de la pared de la entrada cilíndrica, lo cual induce una acción arremolinante. Esta acción ayuda a desarrollar las fuerzas de inercia que permiten la clasificación de partículas dentro del hidrociclón. La mezcla es posteriormente acelerada

dentro de las secciones cónicas del separador. La acción arremolinante produce un torbellino de baja presión en el centro del hidrociclón a donde migran las partículas más finas, de baja masa. Las partículas relativamente ligeras son retiradas con la corriente del Overflow mediante un flujo arremolinante ascendente a través del indicador Vortex. Las partículas más pesadas son retiradas con una corriente del Underflow mediante un flujo arremolinante descendente a través de la región inferior del clasificador del hidrociclón.

Figura 28.

Flujo de Carga de Ciclón



Fuente: Manual de Operaciones SMCV Remolienda

Las baterías de ciclones del circuito de remolienda consisten en un distribuidor de alimentación de hidrociclones Gmax-15", canaletas revestidas de caucho para Underflow y Overflow y una estructura de acero de soporte. El sistema de batería que no incluye los ciclones es también conocido como sistema manifold radial. Los hidrociclones están montados radialmente alrededor de un eje central de la alimentación vertical para

distribuir uniformemente la pulpa, y las canaletas son concéntricas alrededor del distribuidor de alimentación central. La batería tiene dos tubos de repuesto para la salida de la alimentación del hidrociclón con conexiones vacías.

Un transmisor de presión está montado en la parte superior del distribuidor de alimentación. Una sola válvula de aislamiento es suministrada para cada hidrociclón (válvulas de compuerta tipo cuchilla de entrada Newcon automatizadas y neumáticamente accionadas con interruptores de posición para indicar la posición de abierto/cerrado, con válvulas de solenoide premontadas y entubadas e interconectadas por una red de conductores de ASI).

Para asegurar una distribución uniforme de la alimentación, el compartimiento de la alimentación tiene un diámetro y una altura cilíndrica por encima de la línea central de los ductos de salida, iguales a un mínimo de 1-½ veces el diámetro del tubo de alimentación. Una tapa abovedada fijada mediante un acoplamiento Victaulic, es suministrado para permitir el acceso dentro del distribuidor de la alimentación para fines de inspección y/o mantenimiento. El colector de alimentación y la tapa abovedada están revestidos con caucho.

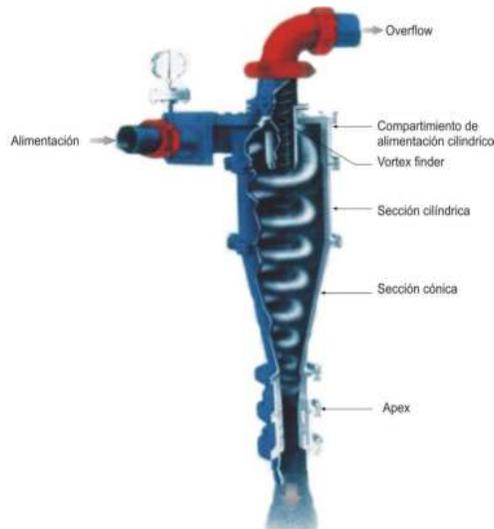
El sistema de baterías con válvulas de aislamiento, permite el reemplazo en campo de todo hidrociclón sin perturbar a los otros hidrociclones o sin apagar el sistema.

El ciclón consiste en un cilindro vertical con una base cónica. Los hidrociclones no tienen partes móviles, y bombeando el fluido tangencialmente hacia el cuerpo cono-cilíndrico estacionario, produce el movimiento arremolinante. La parte cilíndrica está cerrada por la parte superior por una tapa, a través de la cual el tubo para el Overflow líquido, conocido como el indicador Vortex, se extiende cierta distancia hacia dentro del

cuerpo del ciclón. Es necesario que el extremo del indicador Vortex se extienda por debajo de la entrada de la alimentación para reducir la salida prematura del Overflow. Localizada cerca de la tapa superior se halla una abertura circular o rectangular para la alimentación, por donde el líquido ingresa al hidrociclón a través de la entrada tangencial. El Underflow sale a través de un agujero ubicado en la parte inferior del cono. La Figura 3.26. es una representación general de corte del ciclón Krebs.

Figura 29.

Corte de Ciclón Krebs



Fuente: Manual de Operaciones SMCV Remolienda

3.1.3.3.4.1. Partes de Ciclón

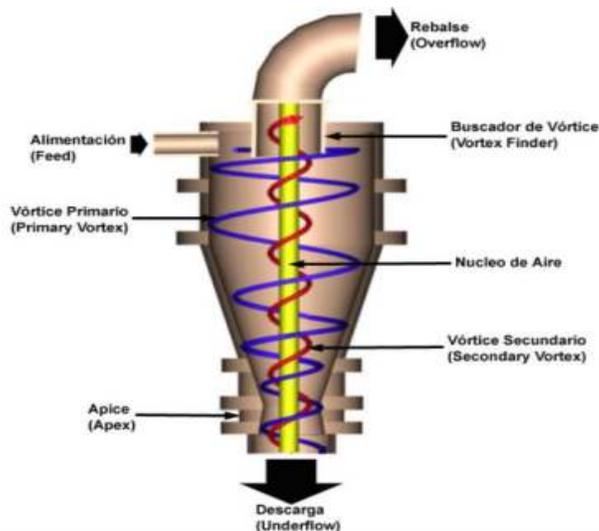
- Cámara de alimentación (Cabezal): Es una sección cilíndrica que recibe tangencialmente la pulpa a presión. La pulpa ingresa por una abertura estrecha llamada feed Inlet. En la parte superior tiene acoplado un diafragma llamado vórtex Finder que se prolonga a través de una tubería por donde salen al exterior las partículas finas.

- Sección Cilíndrica: Es la parte central y da la dimensión del ciclón.

Sección Cónica: Es la parte inferior del ciclón que termina en un orificio llamado ápex por donde salen los gruesos al exterior. Estos dos últimos están internamente revestidos con jebe para evitar que se gasten rápidamente, debido a la gran cantidad de arena que tiene la carga.

Figura 30.

Partes de Ciclón



Fuente: Manual de Operaciones SMCV Remolienda

3.1.3.3.4.1.1. Influencia de la longitud del cuerpo cilíndrico del ciclón.

En este caso, a mayor longitud de la parte cilíndrica se obtiene separaciones más finas se utilizan especialmente para operaciones de concentración o pre concentración y también clasificación.

Flujo Inferior (Torbellino Primario)

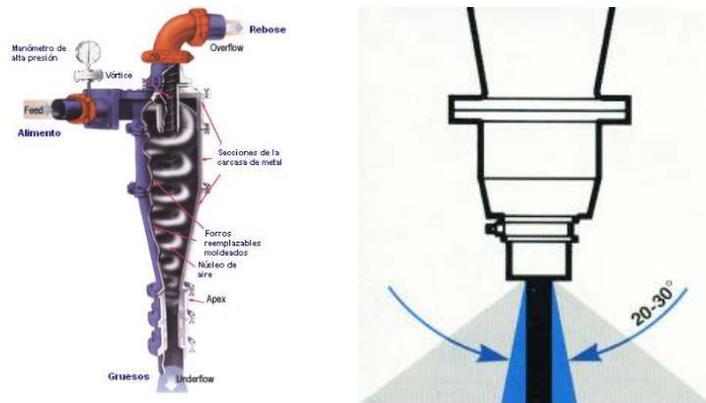
La alimentación que ingresa al ciclón origina un flujo pegado a la pared interna de la sección cilíndrica y cónica dirigida hacia el vértice inferior (ápex) para salir al exterior arrastrando las partículas gruesas.

Flujo Superior (Torbellino Secundario)

Se origina por una gran cantidad del líquido que asciende por el núcleo central y que es forzado a salir del ciclón por el vórtex arrastrando las partículas finas. lino primario.

Figura 31.

Longitud del cuerpo cilíndrico del ciclón y Angulo de descarga



Fuente: Manual de Operaciones SMCV Remolienda

3.1.3.3.4.1.2. *Funcionamiento del Ciclón*

Su funcionamiento se puede describir de la siguiente manera:

1. La pulpa entra con fuerza al ciclón por la tubería de alimentación y comienza a girar a gran velocidad, pegada a la pared interna del ciclón.
2. Por este movimiento, las partículas gruesas son las que se pegan a las paredes del ciclón y empiezan a bajar, saliendo por el vértice de descarga llamado ápex.
3. En la parte central del ciclón se forma un remolino que levanta a las partículas finas y las obliga a salir por la tubería de descarga de finos, llamada Vortex.

¿Cuáles son las variables de la operación de los ciclones?

1. Densidad de pulpa que sale del molino.
2. La cantidad de agua que se agrega a la pulpa antes de entrar a los ciclones.

¿Qué nos indica una densidad de rebalse baja? Nos indica:

1. Que hay una molienda muy fina en los molinos.
2. Que se está alimentando mucha agua al ciclón

¿Qué indica una densidad de rebalse alta?

1. Que la pulpa que entra al ciclón es gruesa
2. Que se está pasando mucho tonelaje
3. Que se está usando poca agua a la entrada al ciclón
4. Que el ciclón pueda estar atorado

3.1.3.3.4.1.3. Efectos del Tamaño del ápex en el flujo de descarga.

El tamaño del orificio inferior es muy importante para una buena separación de partículas en el ciclón

Ápex de tamaño correcto:

- Da un flujo de ángulo de cono entre 20 a 30 grados (flujo en spray)
- Permite el ingreso de aire que saldrá por el vórtex
- Los gruesos descargan libremente con un % sólidos mayor al 50% en peso
- Los finos salen libremente por el Vortex

Ápex de tamaño muy pequeño:

- Permite un flujo de salida denso en forma de espiral (flujo en soga)
- No permite el ingreso de aire
- Obliga la salida de partículas gruesas

Ápex de tamaño muy grande:

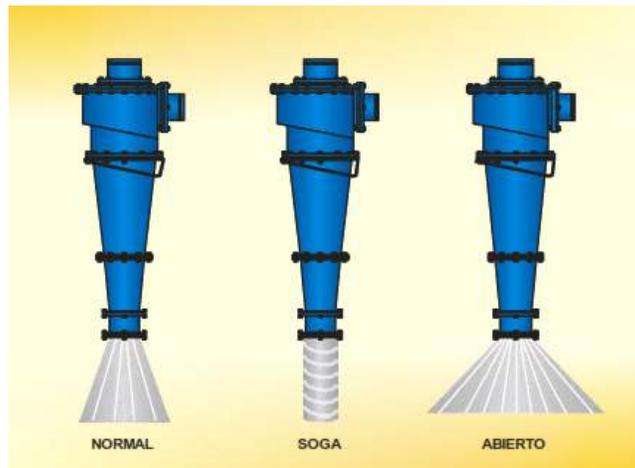
- Permite un flujo de pulpa de cono muy abierto
- Permite la salida de mayor cantidad de agua (pulpa menos densa)
- Permite la salida de mayor cantidad de partículas finas (forma paraguas)

3.1.3.3.4.1.4. Tipos de descarga de los ciclones

- **NORMAL**, cuando la presión y el flujo son estables, y están en parámetros adecuados.
- **SOGA**, cuando hay un exceso de presión y consecuentemente un exceso de flujo. Puede haber un exceso de agua o una densidad de entrada alta, esto provoca una alta carga circulante. Un incremento de la carga circulante puede ser porque el material está demasiado duro, hay presencia de gran cantidad de gruesos en la pulpa del Underflow de ciclones y será necesario remoler.
- **ABIERTO**, cuando hay poca presión y consecuentemente poco flujo, que puede estar ocasionado por falla en la bomba.

Figura 32.

Tipos de descarga de Ciclón



Fuente: Manual de Operaciones SMCV Remolienda

3.1.3.3.4.1.5. Variables relacionadas con la pulpa alimentada.

- Porcentaje de sólidos. El porcentaje de sólidos para una operación eficiente no debería pasar de 40 %.
- Densidad. La densidad del o/f depende que se haga una buena clasificación. Además, para que haya una buena clasificación, la descarga del ciclón debe ser en forma de soga continua por un momento y en forma de ducha en otro instante Cuando la densidad del o/f es bajo; nos indica que: La pulpa que entra al ciclón es muy aguada, puede causar atoros en la descarga (u/f), puede sobrecargar a los molinos y crear una demasiada carga circulante. Cuando la densidad del o/f es alto; nos indica que: La pulpa que entra es espesa, es necesario aumentar agua, es necesario tener cuidado en la descarga

3.1.3.3.4.1.6. Atoro de Ciclones.

El operador se da cuenta del atoro de un ciclón cuando la densidad de los molinos está muy bajó (aguada), cuando rebalsa las bombas, cuando se plantan las máquinas de flotación, etc. Y esto es debido a:

- La presencia de sustancias extrañas dentro del ciclón (residuos de bolas, ejes, alambres, madera, etc.)
- Que algunas veces el jebe protector se levanta o se despega del ciclón impidiendo una buena operación y su libre descarga
- Alimentación de carga gruesa
- Exceso de agua en la alimentación, cajón de la bomba etc.

EL ATORO TRAE SERIAS CONSECUENCIAS COMO:

- La carga se asienta en las tuberías produciendo atoros
- Por la carga gruesa se plantan las bombas produciendo derrames, paradas de molinos, pérdida de tonelaje, más trabajo para el operador
- Ingreso de carga gruesa al circuito de flotación
- La pulpa se asienta en las celdas de flotación paralizando los motores eléctricos
- En caso de que un ciclón se atore, debe cambiarse la carga al ciclón de repuesto lo más rápido posible, ya sea cambiando de bomba o descargando el cajón; esto se hace después de regular la densidad adecuada, luego desatorar cuanto antes el ciclón atorado
- **Caudal de pulpa.** La capacidad o caudal de pulpa que se alimenta al ciclón, depende fundamentalmente del diámetro del vórtex, de la caída de presión y del porcentaje de sólidos
- **Presión de alimentación.** La caída de presión o simplemente presión constituye la diferencia de presión entre el ingreso al ciclón y el rebose que generalmente se encuentra a la presión atmosférica.

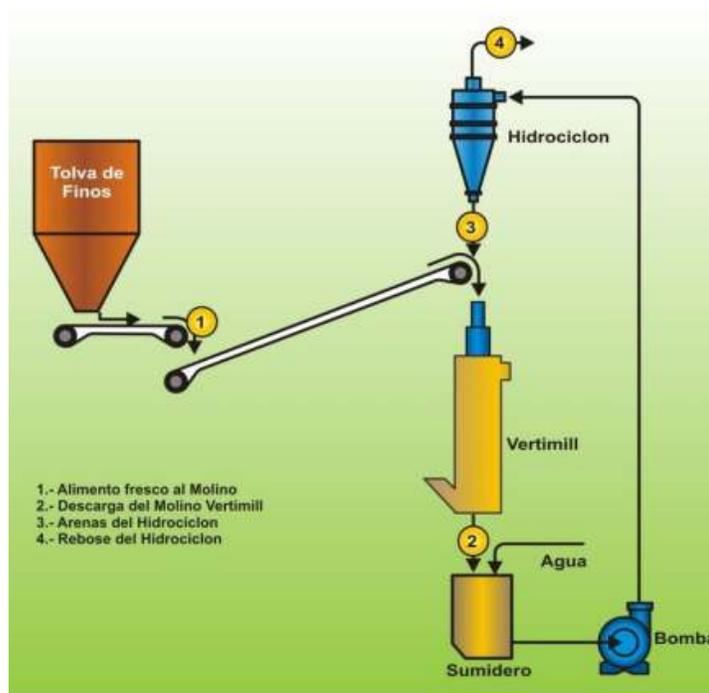
3.1.3.3.4.1.7. Distribución de Alimentación.

Los ciclones están dispuestos en grupos o baterías para ahorrar espacio y para asegurar una distribución pareja y adecuada de la alimentación que ingresa a cada ciclón. La pulpa de las bombas de alimentación ingresa a la parte inferior del distribuidor de la

alimentación cilíndrica, alrededor del cual se encuentran distribuidas simétricamente las tuberías de alimentación. Las válvulas de alimentación a cada ciclón permiten que los ciclones entren en operación o se detengan en forma independiente. Cada descarga de ciclón pasa a una canaleta circular dispuesta en anillo alrededor de la tubería de alimentación (cajón de Underflow).

Figura 33.

Diagrama de sistema de Clasificación



Fuente: Manual de Operaciones SMCV Remolienda

3.1.3.3.4.1.8. Sistema Radial múltiple de ciclones (Nido de Ciclones).

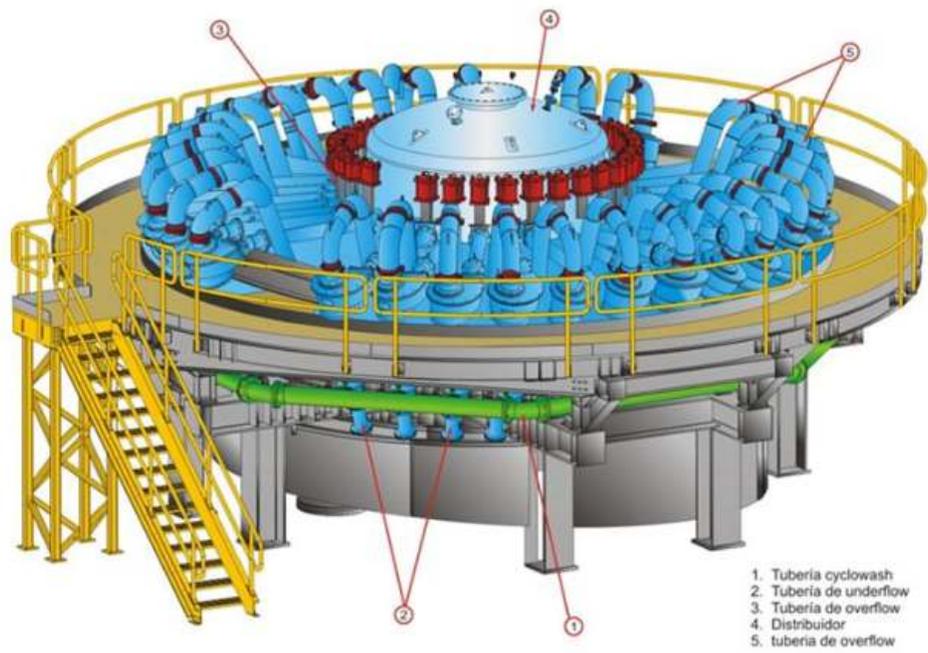
La pulpa debe alimentarse a todos los ciclones en proporciones iguales y a la misma caída de presión, Componentes de un sistema radial múltiple:

- Distribuidor de alimentación radial
- Válvulas de control a la entrada de los ciclones
- Batea anular superior
- Batea inferior
- Tuberías de flujo de salida superior
- Bastidor de acero

Los ciclones están dispuestos en nidos para ahorrar espacio y para garantizar una distribución pareja de la alimentación a cada ciclón. La pulpa proveniente de las bombas de alimentación al ciclón ingresa por la parte inferior de un distribuidor de alimentación cilíndrico, alrededor del cual se encuentran dispuestas en forma simétrica las tuberías de alimentación al ciclón. Las válvulas de alimentación que llevan a cada ciclón pueden operarse o pararse en forma independiente. La pulpa espesada proveniente de cada ciclón descarga en una canaleta circular instalada alrededor de la tubería de alimentación. Otra canaleta circular recolecta el rebalse.

Figura 34.

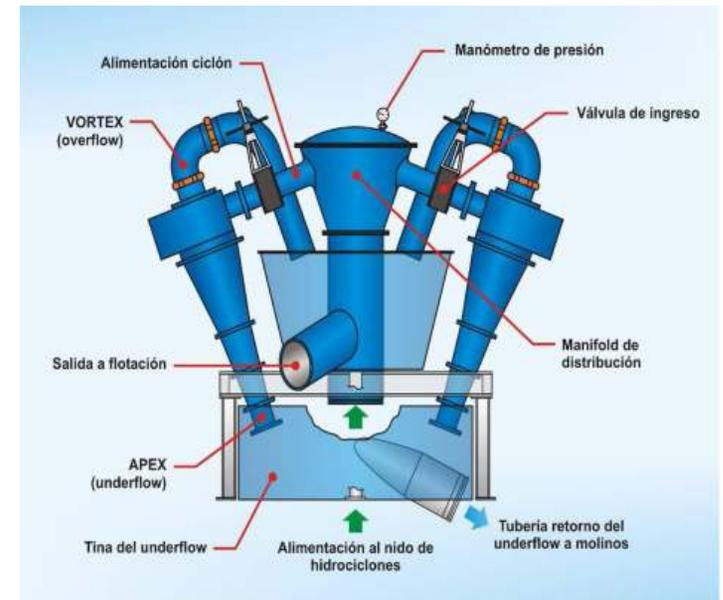
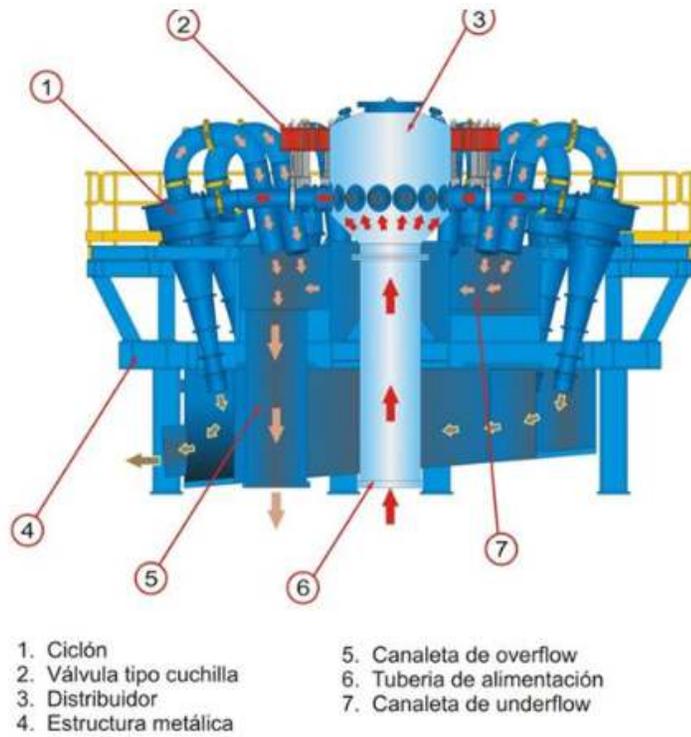
Nido de Batería de Hidrociclones.



Fuente: Manual de Operaciones SMCV Remolienda

Figura 35.

Partes Principales de un nido de ciclones.



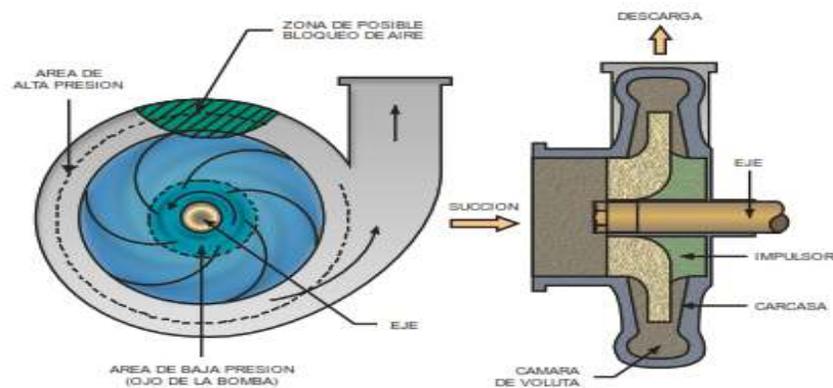
Fuente: Manual de Operaciones SMCV Remolienda

3.1.3.3.5. *Bombas Centrifugas Horizontales y sumideros pulpa / espuma.*

En una bomba centrífuga, el motor acciona el eje. El eje hace girar un impulsor dentro de una caja fija. Al girar, las aspas del impulsor producen un movimiento de rotación en el líquido que es llevado hacia afuera de la caja mediante la fuerza centrífuga. A medida que el líquido pasa por las aspas de la caja, se mueve más rápido ya que las aspas se mueven más rápido en las puntas que en el centro. La energía que se entrega al líquido es la Energía Cinética, que en los sistemas de bombeo se llama “velocidad de cabeza”.

Figura 36.

Funcionamiento de una bomba Centrifuga



Fuente: Manual de Operaciones SMCV Remolienda

Esta energía hace que el líquido pase al área de mayor presión en la cámara de voluta y la bomba. En este punto, el líquido es más lento; parte de su energía cambia a presión. El líquido se mueve alrededor de la voluta y de allí sale a las tuberías de descarga.

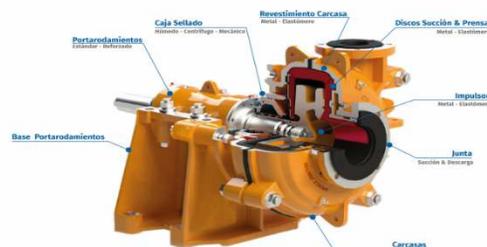
A medida que el líquido es enviado hacia afuera desde el centro de la bomba mediante fuerza centrífuga, éste es reemplazado por un líquido que se extrae desde el centro de la bomba a través de la tubería de succión.

Se requieren de estas bombas para transportar la pulpa desde los sumideros de alimentación hacia las baterías de ciclones de remolienda de concentrados de baja y alta ley. Estas son bombas centrífugas horizontales para pulpa con una carcasa de fierro con alto contenido de cromo y un impeler para acrecentar la vida contra el desgaste. Además, estas bombas están construidas con módulos de extremos húmedos reemplazables para reducir el tiempo de mantenimiento.

Las bombas son accionadas por motores de 1000 HP, de 32" x 26" que representa a los diámetros de la boquilla de succión y descarga en pulgadas respectivamente. Las bombas son del tipo de operación de sello de prensa estopas húmedas, es decir, se requieren de agua para el sello de prensa estopas.

Figura 37.

Partes de una Bomba centrífuga de pulpa



Fuente: Manual de Operaciones SMCV Remolienda

La energía cinética impartida por el impulsor al fluido bombeado debe superar la resistencia al flujo. Dicha resistencia es la presión contra la cual la bomba debe trabajar. Esta resistencia es el resultado de la fricción en la tubería, así como también el número y tipo de conectores a través de los cuales se bombea el fluido. La altura a la cual el fluido es bombeado también se conoce como resistencia y se mide como carga, o altura manométrica, en pies o metros. Generalmente, todas las resistencias se suman, las presiones se convierten en altura manométrica equivalente –medida en pies o metros- y al total se le denomina carga total.

Figura 38.

Tag de Equipos en Remolienda

EQUIPO	ESPECIFICACIONES	FUNCIÓN	COMPONENTES	
Cajones de Alimentación	BX-501	Recepciona el concentrado rougher, producto de vertmill ML 505/1506, colas recleaner, underflow del nido CS-1503.	PP-1501/1502, transportan el contenido al nido de ciclones CS-1502	
	BX-1502	Recibe el overflow del nido de ciclones CS-1502.	PP-503/504, transportan el contenido al distribuidor DI - 501.	
	BX - 1507	Recibe el underflow del nido de ciclones CS-1502.	PP-1522/1523/1524, transportan el contenido a los vertmill ML-505,1506.	
	BX-506	Recibe el concentrado de las celas columnas.	PP-514A/515A, espesador sub.	
	BX-503	Recepciona el concentrado rougher scv, cleaner scv, y producto de vertmill ML 503/504	PP-1505/1506, transportan el contenido al nido de ciclones CS-501	
	BX-1505	Recibe las colas de las celas columnas y el overflow del nido de ciclones CS-501	PP-1512/1513, a la quinta línea de flotación.	
	BX-1504	Recibe el underflow del nido de ciclones CS-501	PP-1507/1508/1509, transportan el contenido a los vertmill ML-503,504.	
	BX-1510	Recibe el concentrado cleaner.	PP-1530/1531, transportan el contenido al nido de ciclones CS-1509	
	BX-1500	Recibe el concentrado de las celas recleaner CF-1512/1513.	PP-1550/1551, retornan el concentrado a la celda recleaner CF-1511.	
	BX-1509	Recibe el concentrado de la celda CF-1511.	PP-1527/1528, transportan contenido al espesador bulk.	
	BX-1508	Recibe las colas de la celda CF-1513.	PP-1525/1526, transportan contenido al BX-501.	
Bombas Sumidero	Tipo:	Centrífugo Vertical		
	Bombas:	PP-516	Recogen los derrames del piso de remolienda	
		PP-1541	Descargan en el BX-1505	
		PP-1542		
		PP-511	Descargan en el BX-503	
		PP-1529	Descargan en el BX-1502	
	PP-1532			

Fuente: Manual de Operaciones SMCV Remolienda

3.1.3.3.5.1. Función de las Bombas de Remolienda.

BOMBAS PP-1501/1502: Estas dos bombas para pulpa instaladas en paralelo, una en servicio y otra en stand by, son requeridas para transportar pulpa desde el cajón de bombas de colección del concentrado Rougher BX-501 hacia la batería de ciclones CS-1502. Las bombas son bombas horizontales centrífugas para pulpa, revestidas con caucho y accionadas por impulsores de frecuencia regulable. Las bombas son del tipo con sellos de prensaestopas para operación en húmedo, es decir, se requiere de un sello de prensaestopas a prueba de agua (Operaciones, Bombas Centrifugas area 3400 - Remolienda, 1993).

BOMBAS PP-503/504: Estas dos bombas para espumas instaladas en paralelo, una en servicio y la otra en stand by, son requeridas para transportar la pulpa desde el cajón de bombas de alimentación de la celda columna BX-502 hacia el distribuidor de alimentación de las celdas columna DI-501. Las bombas son bombas centrífugas horizontales para espumas, revestidas con caucho y accionadas por motores de frecuencia regulable. Este modelo está provisto de este diámetro en la salida con el rebose para permitir que la espuma pase fácilmente hacia la bomba. Las bombas son del tipo con sellos de prensaestopas para una operación en húmedo, es decir, se requiere de un sello de prensaestopas a prueba de agua (Operaciones, Bombas Centrifugas area 3400 - Remolienda, 1993).

BOMBAS PP-1505/1506: Estas dos bombas para pulpas instaladas en paralelo, una en servicio y la otra en stand by, son requeridas para transportar la pulpa desde el Cajón de bombas para la colección del concentrado Scavenger BX-503 hacia la batería de ciclones del circuito de remolienda CS-501. Las bombas son bombas centrífugas

horizontales para pulpa, revestidas con caucho y accionadas por motores de frecuencia regulable. Las bombas son del tipo con sellos de prensaestopas para una operación en húmedo, es decir, se requiere de un sello de prensaestopas a prueba de agua (Operaciones, Bombas Centrifugas area 3400 - Remolienda, 1993).

BOMBAS PP-1507/1508/1509: Estas tres bombas para pulpa instaladas en paralelo, todas en servicio (las tres tienen molinos de remolienda operando), son requeridas para transportar la pulpa desde el cajón de bombas de alimentación para el molino de remolienda BX-504 hacia cada uno de los dos molinos de remolienda ML-503/504. Las bombas son bombas centrifugas horizontales para pulpa, revestidas con caucho y accionadas por impulsores de frecuencia. Las bombas son del tipo de sello con prensaestopas para operación en húmedo, es decir, se requiere de un sello de prensaestopas a prueba de agua (Operaciones, Bombas Centrifugas area 3400 - Remolienda, 1993).

BOMBAS PP-1512/1513: Estas dos bombas para pulpa instaladas en paralelo, una en operación y la otra en stand by, son requeridas para transportar la pulpa desde el Cajón de colección de las colas de la celda columna BX-505 hacia las primeras celdas Cleaner CF-501. Las bombas son bombas centrifugas horizontales para pulpa, revestidas con caucho y accionadas por un impulsor de frecuencia. Las bombas son del tipo de sello de prensaestopas para una operación en húmedo, es decir, se requiere de un sello de prensaestopas a prueba de agua (Operaciones, Bombas Centrifugas area 3400 - Remolienda, 1993).

BOMBAS PP-514A/515A: Estas dos bombas para espumas instaladas en paralelo, una en operación y la otra en stand by, son requeridas para transportar la pulpa desde el Cajón de colección del concentrado de las celdas columna BX-506 hacia el cajón

de alimentación del espesador del concentrado Cu-Mo BX-003, o hacia al cajón de alimentación del espesador del concentrado de Cu BX-001 en caso de que la planta de moly no esté en operación. Las bombas son bombas centrífugas horizontales para espumas, revestidas con caucho y accionadas por impulsores de frecuencia. Este modelo está provisto con este diámetro de gran tamaño de entrada para permitir el paso fácil de las espumas hacia la bomba. Las bombas son del tipo de sello de prensaestopas, es decir, se requiere de un sello de prensaestopas a prueba de agua (Operaciones, Bombas Centrifugas area 3400 - Remolienda, 1993).

BOMBAS PP-1522/1523/1524: Estas tres bombas para pulpa instaladas en paralelo, todas en servicio, son requeridas para transportar la pulpa desde el cajón de bombas de alimentación para el molino de remolienda BX-507 hacia cada uno de los dos molinos de remolienda ML-505/1506. Las bombas son bombas centrifugas horizontales para pulpa, revestidas con caucho y accionadas por impulsores de frecuencia. Las bombas son del tipo de sello con prensaestopas para operación en húmedo, es decir, se requiere de un sello de prensaestopas a prueba de agua (Operaciones, Bombas Centrifugas area 3400 - Remolienda, 1993).

BOMBAS PP-1525/1526: Estas dos bombas para pulpa instaladas en paralelo, una en operación y la otra en stand by, son requeridas para transportar la pulpa desde el cajón de colección de las colas de las celdas Recleaner BX-1508 hacia el cajón de concentrado Rougher BX-501. Las bombas son bombas centrifugas horizontales para pulpa, revestidas con caucho y accionadas por un impulsor de frecuencia. Las bombas son del tipo de sello de prensaestopas para una operación en húmedo, es decir, se requiere de

un sello de prensaestopas a prueba de agua (Operaciones, Bombas Centrifugas area 3400 - Remolienda, 1993).

BOMBAS PP-1527/1528: Estas dos bombas para pulpa instaladas en paralelo, una en operación y la otra en stand by, son requeridas para transportar la pulpa desde el cajón de colección de concentrado Recleaner BX-1509 hacia el cajón de concentrado Rougher BX-501 hacia el cajón de alimentación del espesador del concentrado Cu-Mo BX-003, o hacia al cajón de alimentación del espesador del concentrado de Cu BX-001 en caso de que la planta de moly no esté en operación. Las bombas son bombas centrifugas horizontales para pulpa, revestidas con caucho y accionadas por un impulsor de frecuencia. Las bombas son del tipo de sello de prensaestopas para una operación en húmedo, es decir, se requiere de un sello de prensaestopas a prueba de agua (Operaciones, Bombas Centrifugas area 3400 - Remolienda, 1993).

BOMBAS PP-1530/1531: Estas dos bombas para pulpa instaladas en paralelo, una en operación y la otra en stand by, son requeridas para transportar la pulpa desde el cajón de colección de concentrado Cleaner BX-1510 hacia la batería de ciclones Recleaner CS-1503. Las bombas son bombas centrifugas horizontales para pulpa, revestidas con caucho y accionadas por un impulsor de frecuencia. Las bombas son del tipo de sello de prensaestopas para una operación en húmedo, es decir, se requiere de un sello de prensaestopas a prueba de agua (Operaciones, Bombas Centrifugas area 3400 - Remolienda, 1993).

BOMBAS PP-1550/1551: Estas dos bombas para pulpa instaladas en paralelo, una en operación y la otra en stand by, son requeridas para transportar la pulpa desde el cajón de colección de concentrado de la CF-1512/1513 que es el BX-1550 hacia la CF-

1511. Las bombas son bombas centrifugas horizontales para pulpa, revestidas con caucho y accionadas por un impulsor de frecuencia. Las bombas son del tipo de sello de prensaestopas para una operación en húmedo, es decir, se requiere de un sello de prensaestopas a prueba de agua (Operaciones, Bombas Centrifugas area 3400 - Remolienda, 1993) .

Figura 39.

Variables de Proceso

Variable	Rango Óptimo	Efecto con otras variables	Consecuencias Negativas	Posibles Soluciones
CELDAS COLUMNA				
Alcalinidad en Celdas Columnas (en el BX-1502)	1.2 – 1.8	A mayor alcalinidad, mayor grado al eliminar mayor cantidad de impurezas del concentrado	Una alcalinidad muy elevada puede deprimir el molibdeno.	Reducir la dosificación de cal en la canaleta del concentrado Rougher.
		A menor alcalinidad, menor grado.	Con una alcalinidad muy baja se contamina el concentrado con fierro e insolubles.	Aumentar la dosificación de cal en la canaleta del concentrado Rougher.
Nivel de Colchón de Celdas Columna	70 – 90 cm.	A mayor nivel de colchón, la recuperación decrece pero se incrementa el grado al ser más selectiva.	Un grado muy alto, sobrecarga al espesador bulk.	Aumentar el flujo de ingreso por las válvulas dardo.
		A menor nivel de colchón, la pulpa es empujada por el borde aumentando la recuperación.	Se contamina las espumas con impurezas.	Disminuir el flujo de ingreso por las válvulas dardo.
Flujo de Agua de Celdas Columna	90 – 130 m ³ /h	El agua de lavado reemplaza por agua limpia el líquido que acompaña a las burbujas, eliminando la ganga. A menor agua de lavado, mayor son los insolubles presentes en el concentrado.	Con muy poco flujo de agua de lavado se obtienen concentrados con bajo grado. Un flujo excesivo de agua en chorro aumenta el tiempo de residencia en la zona de colección (pulpas).	Aumentar el flujo de agua a un valor óptimo.
Flujo de Aire de Celdas Columna	80 – 100 m ³ /h	A mayor flujo de aire, incrementa la recuperación, pero desciende el grado.	Si el flujo de aire es muy elevado, causa turbulencia y la espuma colapsa.	Disminuir el flujo de agua.
CAJONES DE ALIMENTACIÓN				
Nivel	75 – 85%	El nivel de los cajones depende del flujo de alimentación enviado por flotación.	Rebalses de cajones.	Pedir a flotación enviar menos flujo, caso contrario molinos deberá cortar carga.
CICLONES				
Presión de Nido de Ciclonas	CS-901, 1502: 100-190 KPa CS-1503: Máx 100	A mayor presión, mayor eficiencia de clasificación	Elevadas presiones ocasionan atoros y cortocircuito, el mineral grueso sale por el overflow.	Abrir ciclonas si hubiese disponibles. Reducir velocidad a la bomba sin comprometer el

	KPa			nivel del cajón.
		A menor presión, menor eficiencia de clasificación	Muy poca presión aumenta la carga a los vertimill, y el mineral puede sobremolerse.	Cerrar ciclonas.
Malla +365	20 – 35% Se utiliza como gravedad específica 3.6.	A mayor malla, presencia de mineral grueso.	El mineral valioso no se ha liberado y se perderá por las colas.	Aumentar la cantidad de bolas metálicas.
		A menor malla, mayor presencia de mineral fino.	Genera lamas que disminuyen la recuperación e incrementa la cantidad de molibdeno fino, el cual es difícil de flotar, perdiéndose por la cola.	Detener un vertimill.
VERTIMILL				
Flujo de Alimentación	600-800m ³	-	Mayor alimentación ocasiona rebalses; menor alimentación se pierde capacidad.	Regular la velocidad de las bombas de alimentación
Potencia	450 – 500 KW	A menor potencia, se debe incrementar la cantidad de bolas metálicas de 1.5 y 2".	Un exceso de medios molientes sobremuele el mineral generando finos	-

Fuente: Manual de Operaciones SMCV Remolienda

CAPITULO IV

DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES

4.1. DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES

4.1.1. *Enfoque de las actividades profesionales*

El presente informe de suficiencia profesional está orientado a la supervisión del Proyecto en los aspectos: Planificación del proyecto, Diseño Estructural. Desmontaje de Distribuidor e Hidrociclones Krebs, Montaje de Distribuidor e Hidrociclones Cavex e Indicadores KPIS.

4.1.1.1. **Planificación del Proyecto.**

La finalidad de la elaboración de Cronogramas de trabajos. Es para poder controlar los recursos (horas hombre, insumos y herramientas) así como poder realizar un seguimiento para cumplir los tiempos y evitar retrasos.

4.1.1.2. **Diseño Estructural**

Estos cálculos nos ayudaran a poder realizar un análisis para comprobar de que las cargas ejercidas en el nuevo montaje son las ideales para su funcionamiento

4.1.1.3. **Desmontaje de Distribuidor e Hidrociclones Krebs CS501**

La finalidad de este capítulo es Desmontar los componentes de la batería de ciclones CS501 – Remolienda SMCV, teniendo en consideración para el desmontaje: Gantt de Actividades y Procedimiento escrito de trabajo seguro (PETS).

4.1.1.4. **Montaje de Distribuidor e Hidrociclones Cavex CS501**

La finalidad de este capítulo es Realizar el Montaje de componentes de la batería de ciclones CS501 – Remolienda SMCV, Así como la modificación de la estructura

Existente se deberá tener en consideración para el Montaje: Gantt de Actividades y Procedimiento escrito de trabajo seguro (PETS),

4.1.1.5. Indicadores

En este capítulo analizaremos los valores resultantes en la operación después de finalizar con el proyecto.

4.1.2. *Entregables de las actividades profesionales*

Como resultado de las actividades profesionales entrego la siguiente información técnica:

- Memoria de cálculo
- Manual de procedimiento de trabajo
- Informe técnico
- Manual de Instalación, Operación y Mantención Cavex

4.1.3. *Alcance de las actividades profesionales*

4.1.3.1. Planificación

Consideraremos los siguiente:

- Elaboración de cronogramas de trabajo
- Seguimiento en la ejecución del proyecto
- Costos y presupuestos del proyecto.

4.1.3.2. Diseño y Calculo Estructural

Consideraremos los siguiente

- Memorias de cálculo

- Elaboración de planos

4.1.3.3. Desmontaje

Consideraremos lo siguiente:

- Cronograma de Actividades
- Procedimiento Escrito de Trabajo Seguro (PETS)

4.1.3.4. Montaje

Consideraremos lo siguiente:

- Cronograma de Actividades
- Procedimiento Escrito de Trabajo Seguro (PETS)
- Modificación de Estructura Existente

4.1.3.5. Indicadores

Consideraremos lo siguiente

- Manual de Mantenimiento y Operaciones Hidrociclones Cavex
- Manual de Mantenimiento y Operaciones Hidrociclones Krebs
- Rendimientos Operacionales
- Programa de Mantenimiento.

4.2. ASPECTOS TECNICOS DE LA ACTIVIDAD PROFESIONAL

4.2.1. Metodología

El término Método proviene del griego métodos, donde la raíz meta, significa a lo largo o hacia y o dos, camino, es decir, a lo largo del camino. La palabra método da la idea de orden y de pasos a seguir para lograr un objetivo. (autor año página).

Método de organización: Mediante este método se busca establecer la norma disciplinaria y delegar funciones a cada miembro del grupo al fin de ejecutar bien el plan de trabajo encomendado.

Método de replanteo: Es una información previa del terreno en el cual se encontrará modificaciones tanto en suministro como montaje. Las modificaciones de estos parámetros alteran el presupuesto y cronograma.

Método de conformidad: La conformidad de la obra está compuestos de documentos que muestran el detalle de la obra terminada (planos, presupuestos, especificaciones técnicas, protocolos prueba de los equipos, catálogos, manuales etc.), incorporan todas las modificaciones que se llevaron a cabo durante la ejecución del proyecto.

4.2.2. Técnicas

Se entiende que las técnicas es el conjunto de instrumentos y medios a través de los cual se efectúa el método.

Técnica de la Observación: Este método lo utilizamos desde el inicio y hasta el último día de nuestra ejecución del trabajo, preguntándonos, con que contábamos, y que necesitábamos. Este método prevaleció más sobre las demás que utilizamos. Realizamos las siguientes observaciones:

La evaluación de los riesgos que el trabajo pueda suponer, teniendo en cuenta las características de las instalaciones, el propio trabajo y el entorno en el que va a realizarse.

Técnica documental: En este tipo de técnica empleamos predominantemente los registros impresos del cronograma de actividades, Procedimiento escrito de Trabajo seguro (PETS) así como el cumplimiento de normas y estándares del cliente Sociedad Minera Cerro Verde SMCV y normas del reglamento Nacional de Edificaciones.

Reglamento Nacional de Edificaciones:

- E.020 Cargas.
- E.030 Diseño Sismorresistente.
- E.090 Estructuras Metálicas.

Estándares Sociedad Minera Cerro Verde:

- Matriz de gestión de riesgos
- SGIs0001_ Inspección de Herramientas, Equipos e Instalaciones.
- SSOst0039_ Control de Energías Peligrosas
- SSOst0002_ Trabajos en Caliente.
- SSOst0001_ Trabajos en Espacios Confinados
- SSOst0022_ Manejo de Productos Químicos
- SSOst0003_ Trabajos en Altura
- SSOst0015_ Ergonomía.
- SSOst0010_ Restricción y Demarcación de Áreas.
- SSOst0018_ Selección, Distribución y uso de EPP's.
- MApg0016_ Plan General para el Manejo de Residuos Sólidos.
- SSORE0004_ Reglamento General de Tránsito

- SSOst0031_Equipos y Elementos de Izaje
- SSOpr0014_Uso de Detector de gases
- SSOst0032_Fragmentos de Metal Proyectado.
- SSOpr0022_Ingreso de Personal Itinerante.
- SSOpr0026_Limpieza, Desinfección y Mantenimiento de Instalaciones.
- SSOst0042_Control de Contagio COVID-19.
- SSOst0045_Aseguramiento del Distanciamiento Físico.
- SSOpr0001_Procedimiento Identificación de Peligros, Evaluación y Control de Riesgos.
- Manual de Fabricante Hidrociclones

Documentación Pre inicio del proyecto

- Procedimiento Escrito de Trabajo Seguro (PETS)
- Cronograma de Trabajo

4.2.3. Instrumentos

Lo que permite operativizar a la técnica es el instrumento de investigación.

Dentro de la técnica de la observación los instrumentos utilizados son:

- Las fotos.
- Las fichas

- Cuaderno de notas
- La cámara fotográfica

Dentro de la técnica documental los instrumentos utilizados son:

- Procedimiento Escrito de Trabajo Seguro (PETS)
- Cronograma de Actividades
- IPERC Continuo
- Check list de Arnés y Línea Retráctil
- Check List de Herramientas
- Formato de Difusión de procedimiento y respuesta a emergencias.
- Formato de Control y Bloqueo de energías (CBE).

4.2.4. Equipos y materiales utilizados en el desarrollo de las actividades

4.2.4.1. Requerimiento de Equipos de Protección Personal.

Tabla 2: *Requerimiento de Equipo de Protección Personal*

Cantidad	Unidades	Descripción
17	Unidad	Casco de Protección
17	Pares	Guantes de Cuero
17	Unidad	Respiradores para polvo
17	Unidad	Protectores de oídos
17	Unidad	Ropa con cinta Reflectiva
17	Pares	Zapatos de seguridad con punta de acero.
17	Unidad	Chalecos Naranja con cinta reflectaba
17	Unidad	Lentes de protección frente a impactos claros
17	Unidad	Traje de cuero para soldador
17	Unidad	Careta de soldador
17	Pares	Guantes de soldador de caña larga
17	Unidad	Respirador de media cara con filtro 2097

17	Unidad	Detector de Gases
17	Unidad	Careta Facial
17	Unidad	Tyvek
17	Unidad	Mascarilla Comunitaria

Fuente: Elaboración Propia

4.2.4.2. Requerimiento de Equipos y Herramientas

Tabla 3: *Requerimiento de Equipos y Herramientas.*

Cantidad	Descripción
02	Máquinas de soldar
05	Plataforma de Andamios
01	Pistola impacto
01	Juego de llaves mixtas
01	Esmeril de 4 1/2"
04	Espátulas
02	Batidores eléctricos de Wearing
01	Puente Grúa
02	Grilletes de 3/4"
02	Eslinga de 1"x 2 m ton
01	Destornilladores planos de 12" de largo.
01	Barretillas de 0,5 metros x 1" diámetro.
01	Herramienta medidora de caucho
02	Dado de impacto de 1 1/2" 1 3/16" 1 3/4, 1 7/8", 2"
02	Llave mixta de 1 7/8"
01	Francesa 18"
02	Pistola de impacto de 3/4"
02	Sogas de 1/2" y 3/4"
04	Escobilla de acero
04	Luminarias
02	Cuchillo / Cúter para caucho
01	Martillo Neumático
02	Cinzel
02	Martillo de 4 Lb

Fuente: Elaboración Propia

4.2.4.3. Fuerza Laboral

Cantidad	Descripción
01	Supervisor de Campo
01	Supervisor de Seguridad
01	Operador de Puente Grúa
01	Operador de Camión Grúa
01	Rigger
01	Conductor.
01	Vigía de Fuego
01	Líder Mecánico
09	Técnicos Mecánicos

Fuente: Elaboración Propia

4.3. DESARROLLO

4.3.1. Planificación

4.3.1.1. Evaluación de proyecto.

El presente informe atiende la necesidad del cliente SMCV, se busca mejorar:

- Mejorar la operación al momento de realizar mantenimiento de los Hidrociclones
- Aumentar la cantidad de producción
- Reducir gastos de mantenimiento y de producción y horas hombres

4.3.1.2. Solicitud de necesidades.

Para el presente proyecto se realizó la coordinación con el área de planificación de SMCV, para el suministro de Componentes.

Tabla 4. *Entregables por SMCV*

ITEM	QTY	DESCRIPTION	CAD DRAW.	PART No.	WEIGHT [kg.]
1	12	CAVEX CYCLONE 400CVD10 + ACB	-		410
2	12	WING SUPPORT 01	VA-CV-848-1		9
3	12	WING SUPPORT 02	VA-CV-848-1		8
4	12	BRACKET	VA-CV-848-1		2
5	12	MOUNTING FRAME	VA-CV-848-2		27
6	12	INLET HOSE 6"	VA-CV-848-3		18
7	12	0 FLOW DISCHARGE SPOOL NPS 8"	VA-CV-848-4		64
8	12	VICTAULIC COUPLING NPS 8" STL. 77	-		10
9	12	VALVULA ISOGATE 6" MODELO WB - ACT. NEUMATICO			

Fuente: Elaboración Propia

4.3.2. *Análisis Estructural y Datos Técnicos de Hidrociclones Cavex*

4.3.2.1. **Análisis Estructural**

La presente memoria de cálculo tiene como objetivo, garantizar que el perfil de canal utilizado para soporte del ciclón Cavex, trabaje satisfactoriamente y sea confiable.

4.3.2.1.1. *Normas y Códigos*

- ASD - Diseño por esfuerzos permisibles
- LRFD – Diseño por factores de carga
- Reglamento Nacional de Estructuras (RNE)
- Norma E.020 cargas
- Norma E.090 Estructuras Metálicas

4.3.2.1.2. *Parámetros Básicos de Diseño*

4.3.2.1.2.1. *Material*

- Perfil C 6X8.2, ASTM A36.
- PL 3/8", ASTM A36.

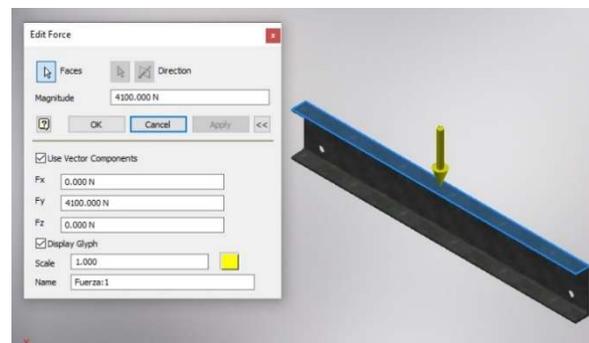
MATERIAL	ESFUERZO DE FLUENCIA	ESFUERZO MÍNIMO DE RUPTURA	DENSIDAD
ASTM-A36	250 MPa	400 MPa	7850 kg/m ³

Fuente: Elaboración Propia

4.3.2.1.3. Cálculo de Resistencia Canal 1

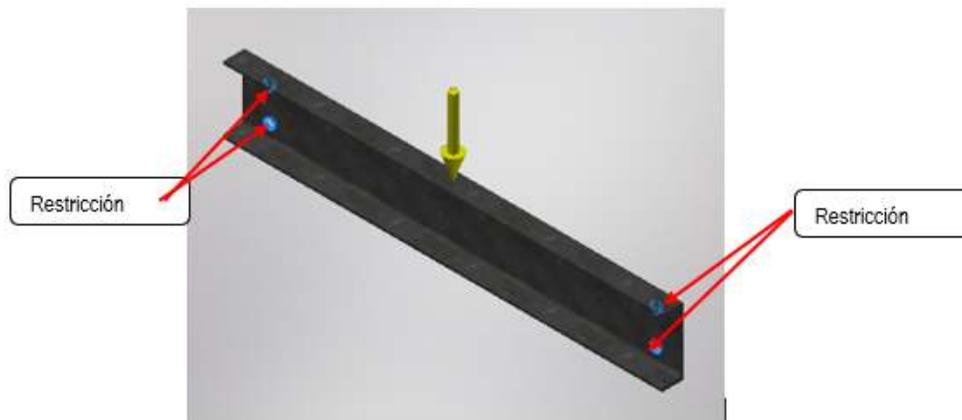
4.3.2.1.3.1. Asignación de Carga

La carga aplicada para el cálculo de resistencia es de 410 Kg



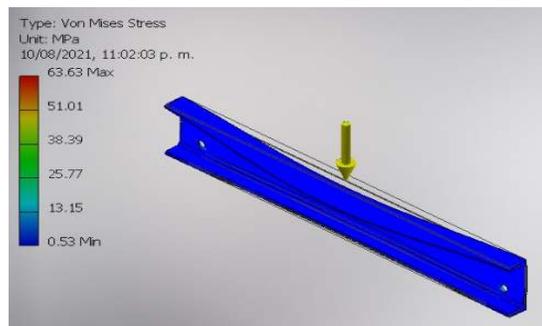
Fuente: Elaboración Propia, SAP 2000

4.3.2.1.3.2. Asignación de Restricción



Fuente: Elaboración Propia, SAP 2000

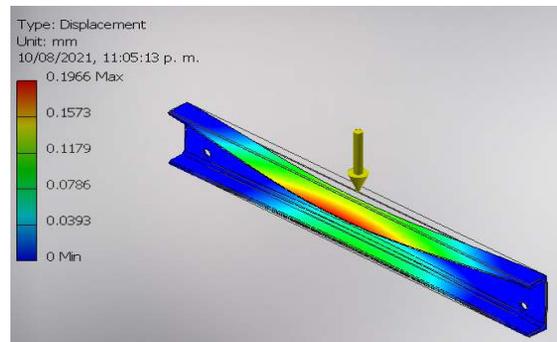
4.3.2.1.3.3. Esfuerzos



Fuente: Elaboración Propia, SAP 2000

Resulta un máximo esfuerzo de 40.96 Mpa. Este esfuerzo no sobre pasa el Limite elástico de 250 Mpa. Por lo tanto, el canal trabaja satisfactoriamente.

4.3.2.1.4. Desplazamiento

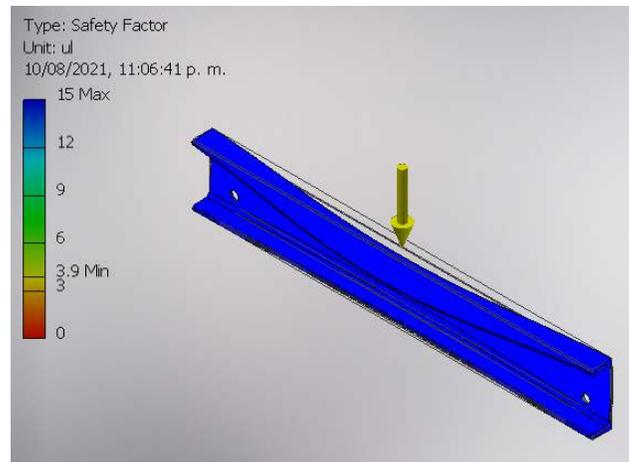


Fuente: Elaboración Propia, SAP 2000

Tenemos un desplazamiento máximo de 0.196 mm. Lo cual es despreciable

4.3.2.1.5. Coeficiente de Seguridad

El coeficiente de seguridad en el elemento mínimo es de 3.9 unidades. Es decir 3.9 veces la carga aplicada (410 Kg) en el análisis.

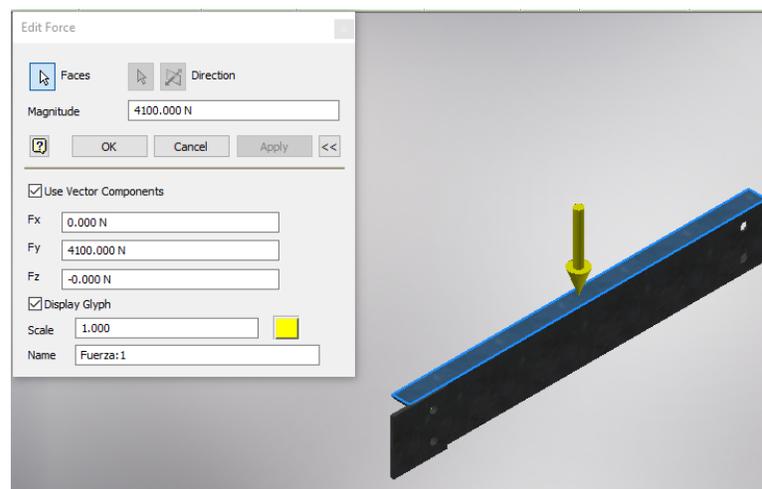


Fuente: Elaboración Propia, SAP 2000

4.3.2.1.6. Cálculo de Resistencia Canal 2

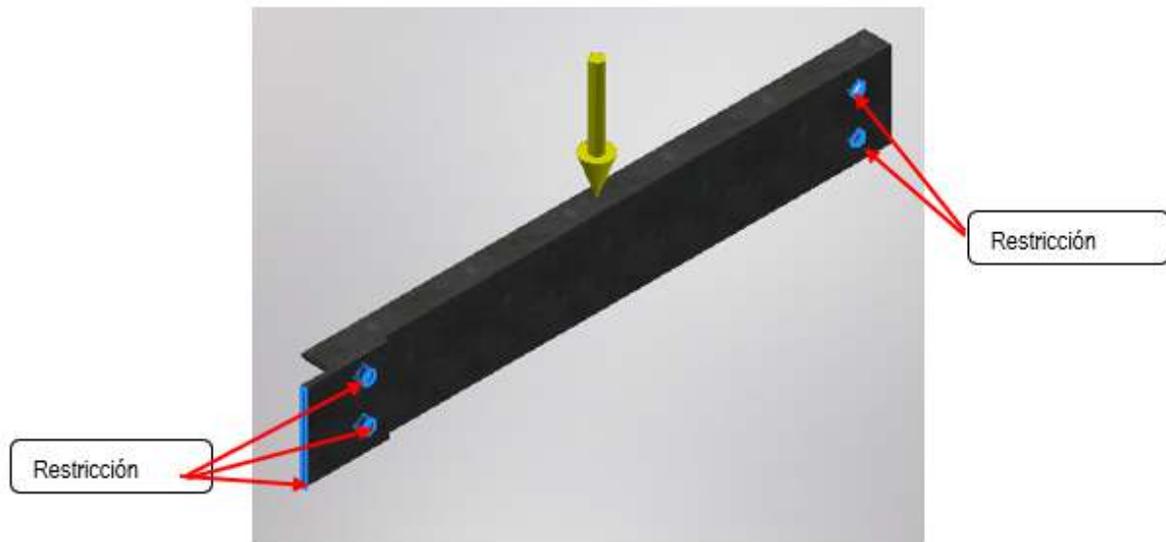
4.3.2.1.6.1. Asignación de carga

La carga aplicada para el cálculo de resistencia es de 410 Kg



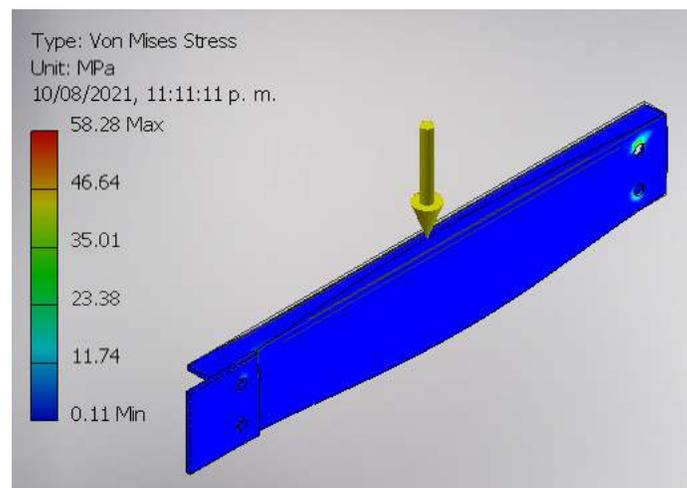
Fuente: Elaboración Propia, SAP 2000

4.3.2.1.7. Asignación de Restricción



Fuente: Elaboración Propia, SAP 2000

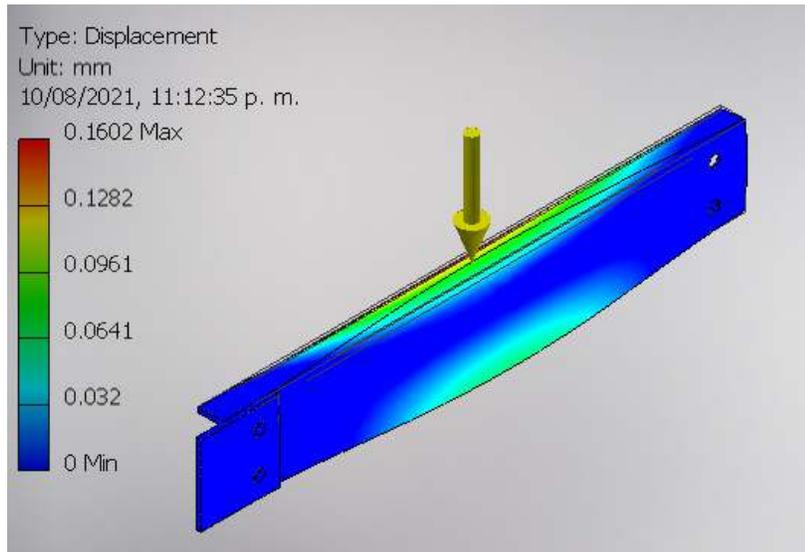
4.3.2.1.8. Esfuerzos



Fuente: Elaboración Propia, SAP 2000

Resulta un máximo esfuerzo de 58.28 Mpa. Este esfuerzo no sobre pasa el Limite elástico de 250 Mpa. Por lo tanto, el canal y la cartela trabajan satisfactoriamente.

4.3.2.1.9. *Desplazamiento*



Fuente: Elaboración Propia, SAP 2000

4.3.2.1.10. *Coefficiente de seguridad*

El coeficiente de seguridad en el elemento mínimo es de 4.01 unidades. Es decir 4.01 veces la carga aplicada (410 Kg) en el análisis.

4.3.2.1.11. *Conclusiones*

- El análisis del canal 1 y 2. Trabajan de manera satisfactoria ya que el esfuerzo de von mises no supera el límite elástico del material ASTM A36.
- El coeficiente de seguridad para el canal 1 es 3.9 y para el canal 2 es 4.01 unidades.

- EL desplazamiento en el canal 1 es 0.196 mm
- El desplazamiento en canal 2 y cartela es de 0.1602 mm.

4.3.2.2. Datos Técnicos de Hidrociclones Cavex

4.3.2.2.1. Introducción Hidrociclones Cavex

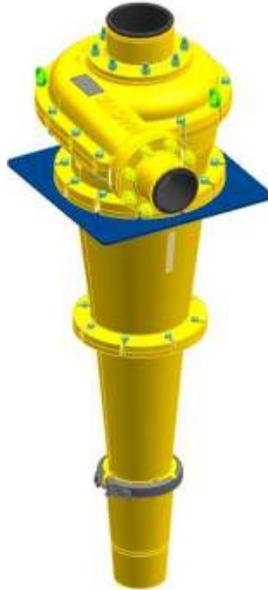
Las principales características de los hidrociclones Cavex son:

- El diseño CAVEX reduce la resistencia y turbulencia del flujo de lodo, gracias a su cámara geométrica helicoidal de alimentación. Esto permite aumentar el flujo procesado de los hidrociclones instalados.
- La disminución de turbulencia provoca menos desgaste localizado y un desgaste más parejo del revestimiento.
- En circuitos de molienda, los hidrociclones CAVEX aumentan la capacidad del circuito, reduciendo el número de partículas desclasificadas en el flujo inferior (Underflow)
- Los Hidrociclones se pueden equipar opcionalmente con un sistema de monitoreo de ciclón CAVEX que permite controlar y anticiparse a las condiciones de ‘acordonamiento’, que obstaculiza la obtención de resultados óptimos en el proceso de clasificación. Los hidrociclones CAVEX pueden ser equipados con una cámara de rebalse – ACB (estabilizador del núcleo de aire) – en la salida del rebalse, lo que proporciona más estabilidad al hidrociclón en el núcleo de aire,

reduciendo la posibilidad de ‘roping’ y mejorando su eficiencia de corte.

Figura 40.

Imagen de Hidrociclón Cavex



Fuente: Manual de Operaciones Hidrociclones Cavex

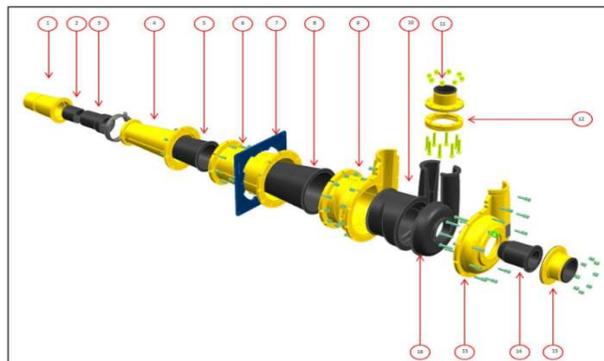
4.3.2.2. Descripción de los Hidrociclones Cavex

La cámara de alimentación del hidrociclón CAVEX posee un diseño en espiral que genera un flujo natural sin turbulencia interna. El hidrociclón CAVEX está diseñado para condiciones de trabajo pesado y durabilidad, incluyendo varios componentes como: carcasa rígida con sus revestimientos anti-abrasivos recambiables correspondientes. Las carcasas son apernadas con pernos métricos y/o abrazaderas de rápida acción, disponibles según su tamaño.

El sistema de revestimiento del hidrociclón CAVEX está diseñado para fijarse a la carcasa sin necesidad de adhesivos. Los revestimientos son moldeados para lograr un ajuste preciso en cada componente de carcasa. Esta característica permite al personal de la planta cambiar los componentes gastados sin los retrasos que implican los revestimientos cuando son adheridos, eliminando también los peligros y el impacto ambiental implícito en el uso de adhesivos.

Figura 41.

Partes de Hidrociclón Cavex



Item	Parte	Item	Parte
1	Porta Apex	9	Cámara de alimentación
2	Protector de aspersor	10	Revestimiento de cámara de alimentación
3	Apex	11	Adaptador de alimentación
4	Cono	12	Brida de alimentación
5	Revestimiento del cono	13	Adaptador de rebalse
6	Cono superior	14	Vortex finder
7	Placa de montaje	15	Tapa
8	Revestimiento del cono superior	16	Tapa de revestimiento

Fuente: Manual de Operaciones Hidrociclones Cavex

4.3.2.2.3. Clasificación de Hidrociclones Cavex

En la figura se muestra las principales dimensiones de un Hidrociclón Cavex

Figura 42.

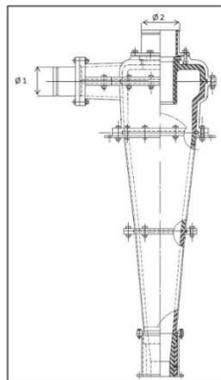
Principales Dimensiones de Hidrociclones Cavex

Modelo de Hidrociclón		40CVX	100CVX	150CVX	250CVX	400CVX	500CVX	650CVX	700CVX	800CVX
$\phi 1$ Alimentación	ANSI B16.5 C150 [m]		0.160	0.191	0.255	0.280	0.343	0.406		
	AS2129 [m]		0.160	0.191	0.215	0.280	0.335	0.405		
	ISO7005-1 PN16 [m]			0.200	0.255	0.280	0.340			
	Victaulic 2 [m]						0.200	0.250	0.300	0.350
	WM [m]	0.025	0.048							
$\phi 2$ Rebalse	Plasson Nut [m]	0.040	0.063	0.090						
	ANSI B16.5 C150 [m]						0.406			
	AS2129 [m]					0.200	0.405			
	ISO7005-1 PN16 [m]						0.405			
	Victaulic 2 [m]						0.250	0.300	0.350	0.400
	Victaulic 2 (op) [m]							0.350	0.450	
	WM [m]	0.040	0.063		0.160	0.200				

Fuente: Manual de Operaciones Hidrociclones Cavex

Figura 43.

Diámetros de alimentación y descarga del rebalse de un ciclón estándar



Fuente: Manual de Operaciones Hidrociclones Cavex

4.3.2.2.4. Angulo de Montaje de Hidrociclón

El ángulo de montaje del hidrociclón dependerá de 2 variables.

- La primera es operacional, en la cual los efectos de clasificación como el corto circuito de finos, debe mejorarse regulando la inclinación de más de 45° de la vertical.
- El segundo ángulo, entre el vertical y 45°, dependerá del espacio disponible de acuerdo a la distribución de la planta y el montaje de las unidades en las baterías existentes.

Figura 44.

Angulo de Inclinación



Fuente: Manual de Operaciones Hidrociclones Cavex

Figura 45.

Ángulos Asociados al tamaño del cono de hidrociclón

Hidrociclón	3°	6°	10°	13°	15°	18°	20°	Base Plana
40 CVX	●							
100 CVX		●						
150 CVX		▲	●					
250 CVX		▲	●		▲		▲	
400 CVX			●				▲	▲
500 CVX			▲			●	▲	▲
650 CVX				▲		●		
700 CVX				▲		●		
800 CVX				▲		●		

●	Estándar
▲	Disponible

Fuente: Manual de Operaciones Hidrociclones Cavex

4.3.2.2.5. Revestimiento de Hidrociclones Cavex

Los materiales de revestimiento que pueden ser usados en las diferentes partes del hidrociclón dependiendo del tamaño.

Figura 46.

Material de Revestimiento

Revestimiento Hidrociclón	Camisa de descarga	Apex	Cono	Cono Superior	Cámara de alimentación	Cubierta de cámara de alimentación
40 CVX					U02	
100 CVX		R55/S42/Z14/U02			R55/S42/U02	R55/S42/U02
150 CVX	R55/S42	R55/S42/Z14/U03/Y06/Y14	R55/S42/U02	R55/S42/U02	R55/S42/U02	R55/S42/U02
250 CVX	R55/S42	R55/S42/Z14/U02/Y06/Y07/Y02	R55/S42/U02	R55/S42/U02	R55/S42/U02	R55/S42/U02
400 CVX	R55/S42	R55/S42/Z14/Y07/Y06/Y14	R55/U02/A61/Z14/U02/Y06	R55/S42/U02/U01/Y06	R55/S42/U01	R55/S42/U01
500 CVX	R55/S42	R55/S42/Z14/Y14/Y06	R55/S42/Z14	R55/S42	R55/S42	R55/S42
650 CVX	R55/S42	R55/S42/Z14/Y02/Y07/Y06	R55/S42/Z14	R55/S42	R55/S42	R55/S42
700 CVX	R55/S42	R55/S42	R55/S42	R55/S42	R55/S42	R55/S42
800 CVX	R55/S42	R55/S42/Z14	R55/S42/Z14	R55/S42	R55/S42	R55/S42

Fuente: Manual de Operaciones Hidrociclones Cavex

4.3.2.2.6. Carcasas de Hidrociclones Cavex

Pueden ser fabricados en acero, Hierro fundido, FRP o Poliuretano dependiendo de la aplicación

Figura 47.

Material de carcasa del hidrociclón según su tamaño

Carcasa Hidrociclón	Carcasa de válvula fija	Cono	Cono superior	Cámara de alimentación	Cubierta de cámara de alimentación	Flange de alimentación	Adaptador de rebalse
40 CVX	N/A – Totalidad del cuerpo en Poliuretano						
100 CVX	P09 / U02			P09 / U02	P09 / U02		
150 CVX	P09	E02/P09 D21/Z23	P09/E02/D21	P09/L12/G01	P09/L12/G01		
250 CVX	P09/D21	P09/E02 Z137/Z139	P09/E02/Z129	L12/D20/P09/G01	L12/D20/P09/G01		Z23
400 CVX	P09/D21 E02/Z156	P09/E02	D20/P09 E02/Z149	P09/D20/L12/G01	D20/P09/L12/G01	Z23	Z23
500 CVX	E02/P09	P09/E02	Z145/E02	E02/D21	E02/D21	Z62/Z23/Z63	Z23/Z63
650 CVX	Z156/D20	E02/D20	D20/A05/E02	E02/D20/A05/D21	E02/D20/D21	Z62/D20/D23/Z63	Z62/Z23/Z63
700 CVX				E02	E02	Z23	Z23
800 CVX	Z156	E02/A05	E02/A05	E02/D20	D21/E02	Z23	Z23

Fuente: Manual de Operaciones Hidrociclones Cavex

4.3.2.2.7. Torques de Apriete

Las carcasas del hidrociclón son apernadas con pernos métricos con cabezas hexagonales de distintos tamaños. Los pernos de Flange deben estar lo suficientemente apretados para mantener firmemente los componentes en su lugar, con el torque recomendado que se muestra en la tabla 3-4 o la tabla 3-5, dependiendo de cada caso

Figura 48:*Torques de Apriete – Uniones de Metal*

Torque recomendado para uniones de metal-metal		
Perno Ø, Cal 4.6	[Nm]	[lbft]
M10	17	12
M12	30	20
M16	70	50
M20	135	100
M24	230	170

Fuente; Manual de Operaciones Hidrociclones Cavex

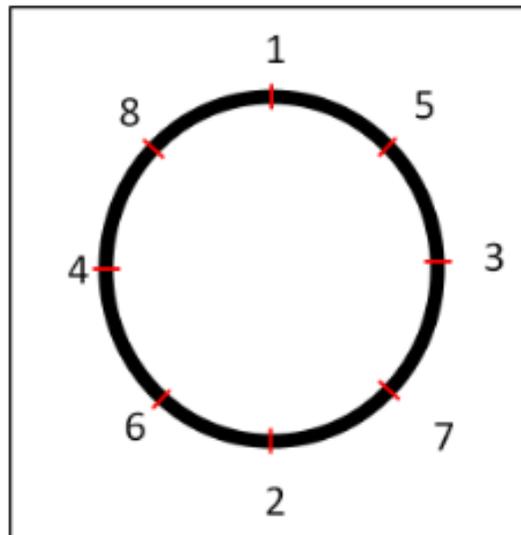
Figura 49:*Torque de Apriete – Caucho Compuesto*

Torque Inicial de apriete						
Perno Ø, Cal 4.6	Metal-Caucho		P09 con arandela		P09 sin arandela	
	[Nm]	[lbft]	[Nm]	[lbft]	[Nm]	[lbft]
M10	17	12	10	7	10	7
M12	30	20	12	9	11	8
M16	70	50	17	13	14	10
M20	135	100	40	30	20	15
M24	230	170	150	110	100	75

Fuente: Manual de Operaciones Hidrociclones Cavex

4.3.2.2.8. Secuencia de Apriete de Pernos

Si su hidrociclón no está equipado con un sistema de abrazadera, debe asegurar el apriete correcto de los pernos de unión de los hidrociclones CAVEX, utilizando un patrón de apriete cruzado

Figura 50:*Patrón de Apriete Cruzado de Pernos*

Fuente: Manual de Operaciones Hidrociclones Cavex

4.3.3. *Desmontaje de Distribuidor e Hidrociclones Krebs – CS501*

4.3.3.1. Retiro de Tuberías Overflow de Ciclones y uniones victaulic de spools de alimentación:

Antes de Iniciar con las actividades todo el personal deberá bloquear el equipo CS501, para ello deberán considerar los siguientes puntos de bloqueo.

Tabla 5. *Puntos de Bloqueo*

PUNTOS DE BLOQUEO	
➤	Bomba de Alimentación a Ciclones Primarios
➤	Válvula de Drenaje de Pumpbox en posición abierta
➤	Líneas de alimentación de reactivos

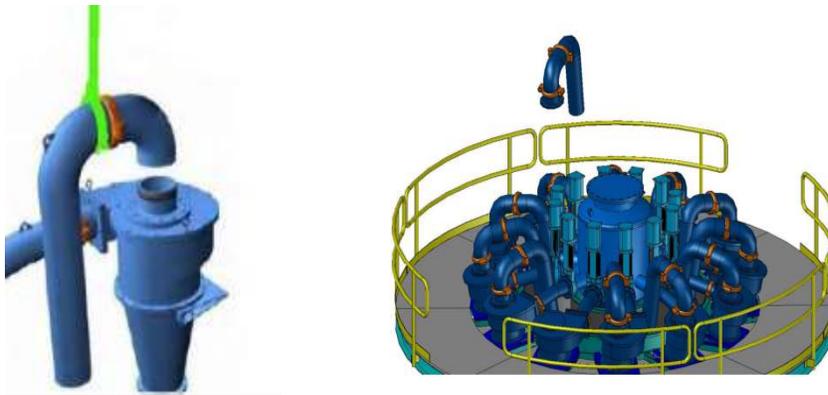
➤ Línea de agua de proceso Underflow
➤ Línea de agua de proceso Overflow
➤ Líneas de cal

Fuente: Elaboración Propia

Operador del puente grúa con técnico mecánico (Rigger) posicionan maniobra de izaje para retiro, de los dos spools juntos del Overflow. Para izaje de spools se utiliza eslinga de 1Tn como mínimo (C1) y grillete de ¼” en sus respectivos puntos de izaje. Técnico mecánico retira unión victaulic ubicada entre el Flange adapter del ciclón y la tubería del Maniobrista (Rigger) y operador de puente grúa, trasladan los spools del Overflow hacia la zona demarcada para almacenar temporalmente los spools. Se repetirá este proceso hasta completar todos los spools.

Figura 51.

Desmontaje de Codo de descarga Overflow



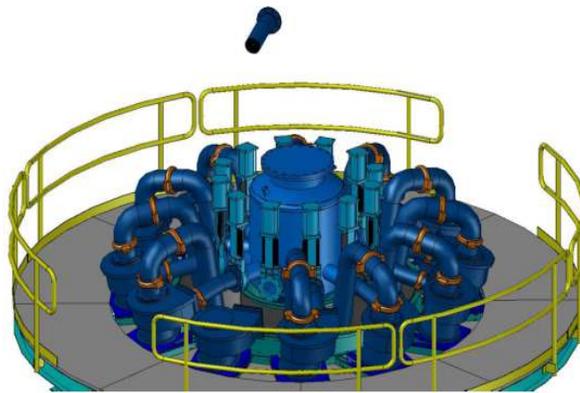
Fuente: Elaboración Propia, Inventor 2021

4.3.3.2. Desmontaje de uniones victaulic de spools de alimentación.

Técnicos mecánicos acceden a la plataforma interior del nido de ciclones y proceden a retirar los pernos de sujeción de las uniones victaulic de los spools de alimentación a los ciclones. Luego personal mecánico retira la unión victaulic de manera manual y la ubican en una zona predestinada para ello.

Figura 52:

Desmontaje de Línea de Alimentación.



Fuente: Elaboración Propia, Inventor 2021

4.3.3.3. Desconexión de instrumentación en válvulas de alimentación a ciclones y líneas de aire.

Supervisor mecánico coordina con técnicos mecánicos para bloquear la línea principal de alimentación de aire al nido, luego coordina con personal instrumentista para la desconexión de líneas de aire. Luego supervisor mecánico coordina con personal instrumentista para la desconexión de la instrumentación ubicada en las válvulas de alimentación a los ciclones.

Figura 53:*Desconexión de Sensores y Válvulas*

Fuente: Elaboración Propia, Inventor 2021

4.3.3.4. Desmontaje de Ciclones Krebs - CS501

El personal mecánico verificará el bloqueo de válvula de descarga, luego desacoplará el ciclón desde la base retirando los pernos con ayuda de la pistola de impacto de ¾” con dados y llaves mixtas.

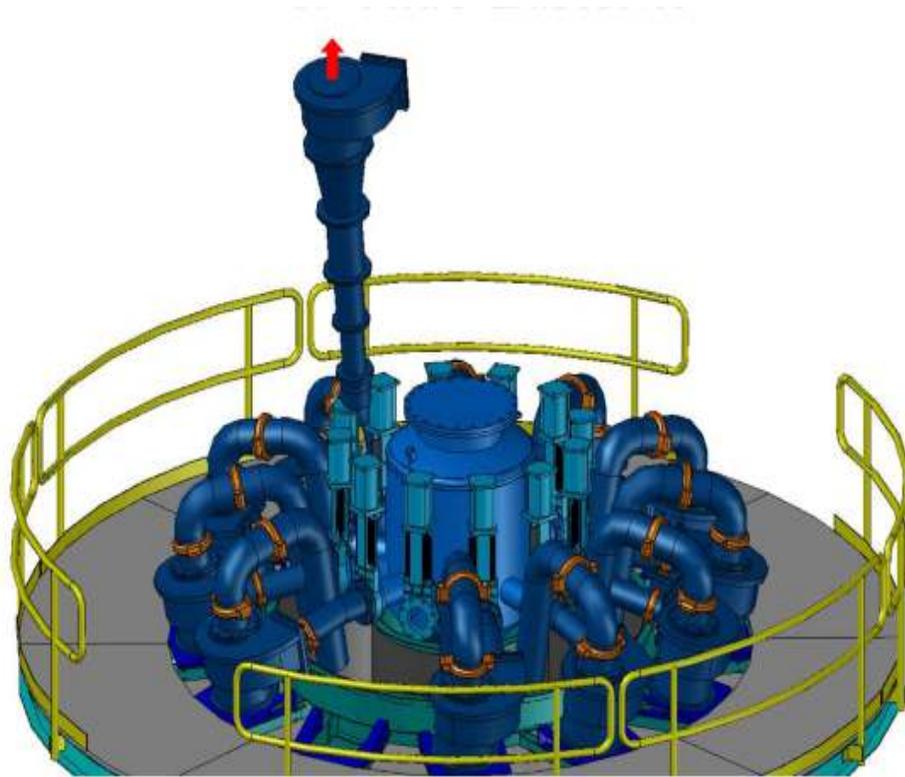
Una vez terminada la labor el personal delimitará toda el área de trabajo desde donde el ciclón será extraído (nido), hasta donde será colocado para su almacenamiento temporal. Esta delimitación deberá de ser de color rojo utilizando cinta, conos, barras retractiles etc. La delimitación deberá de contar con su tarjeta de identificación de color roja y con el registro para el ingreso a dicha área.

El Rigger deberá de instalar las eslingas y grilletes para el retiro del ciclón estos deberán de ser inspeccionados por el Rigger, así como deberán de estar incluidos en el plan de izaje para este trabajo,

El operador trasladara el ciclón y/o componentes por la zona delimitada con conos o cinta roja hasta su posición de almacenamiento temporal para su disposición.

Figura 54:

Desmontaje de Ciclones Krebs.



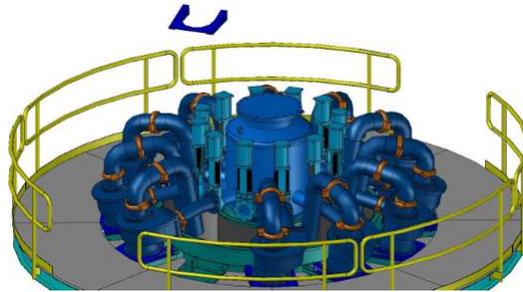
Fuente: Elaboración Propia, Inventor 2021

4.3.3.5. Retiro de silleta o soporte de ciclones Krebs

Técnicos mecánicos acceden a la plataforma interior del nido de ciclones y proceden a retirar los pernos de sujeción de las de las silletas o soporte de Ciclones Krebs.

Figura 55:

Retiro de Silleta Krebs.



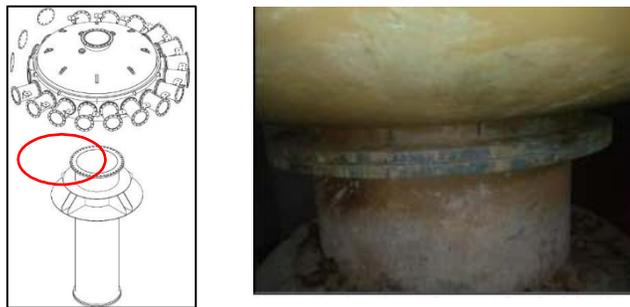
Fuente: Elaboración Propia, Inventor 2021

4.3.3.6. Desmontaje de Distribuidor Krebs y Accesorios.

Personal mecánico accede a la parte trasera de la tina Overflow, para poder acceder a los pernos de sujeción del distribuidor (unión bridada del spools de alimentación).

Figura 56:

Desmontaje de Spools de Alimentación nivel Superior



Fuente: Elaboración Propia, Inventor 2021

Personal mecánico instalará mantas ignífugas en la tina Overflow para prevenir que alguna chispa pueda caer sobre el caucho (revestimiento).

Luego personal mecánico procederá a cortar los pernos utilizando chamfercord. El corte deberá realizarse en la parte superior del perno.

Una vez retirados todos los pernos de la unión bridada se procederá a retirar la unión victaulic del spools de alimentación, para ello personal mecánico accederá mediante andamios y retirará los pernos de sujeción de la unión victaulic utilizando pistola neumática y dado de impacto respectivo.

Figura 57

Retiro de Spools de Alimentación nivel inferior



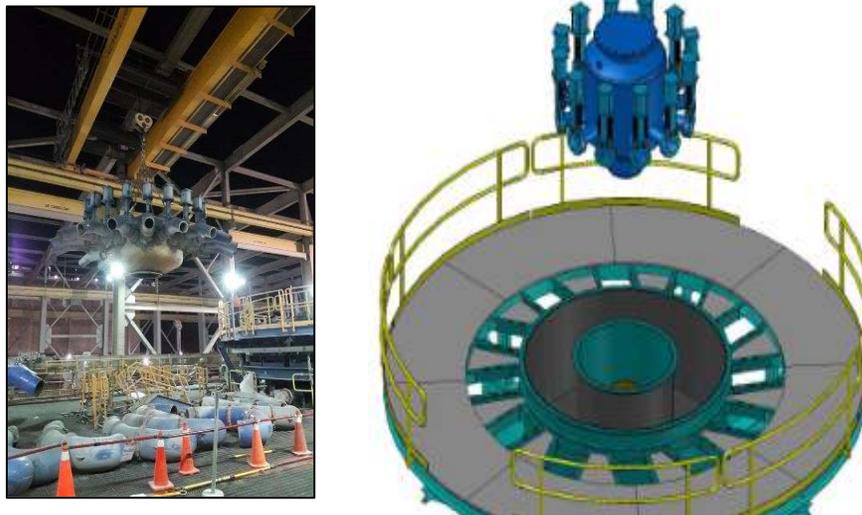
Fuente: Elaboración Propia, Inventor 2021

Técnicos Mecánicos harán una inspección previa al izaje, para asegurarse que no haya ningún componente que pueda interferir en el izaje o ser golpeado por el distribuidor. Luego técnicos mecánicos revisarán que todo el trayecto para posicionar el distribuidor se encuentre demarcado como área restringida con cinta o barras de color rojo.

Una vez asegurado que no habrá personal expuesto a la carga izada se procederá al izaje del distribuidor y se posicionará en la bahía de Ciclones o en una zona que haya sido prevista para ello.

Figura 58

Desmontaje de Distribuidor Krebs



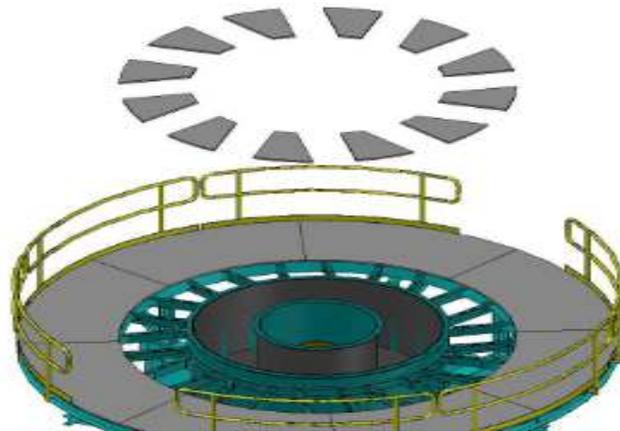
Fuente: Elaboración Propia, Inventor 2021

4.3.3.7. Desmontaje de Grating y canales “C”

Seguidamente de manera manual se retira el Grating y se acopia en un lugar seguro libre de obstáculos

Figura 59:

Retiro de Grating.

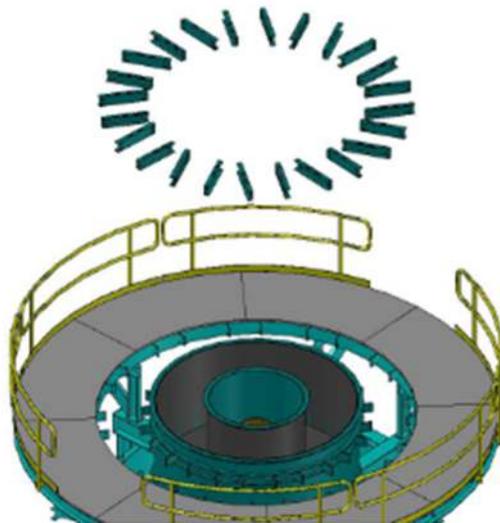


Fuente: Elaboración Propia, Inventor 2021

Soldadores y armadores mecánicos realizan el corte con soldadura chanfercord de canales “C”

Figura 60:

Retiro de Soportes Canales “C”

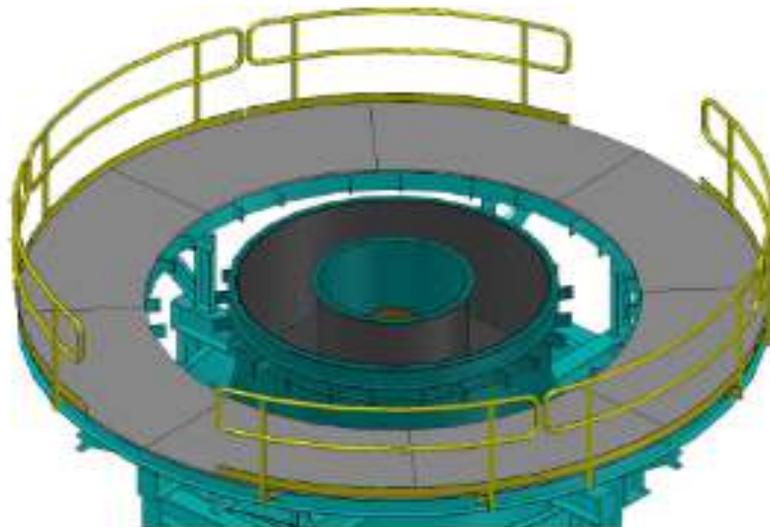


Fuente: Elaboración Propia, Inventor 2021

- Finalmente se termina con el desmontaje de componentes del nido de ciclones CS501

Figura 61:

Estructura del nido libre de accesorios Krebs



Fuente: Elaboración Propia, Inventor 2021

4.3.4. Montaje de Distribuidor e Hidrociclones modelo Cavex _ CS501

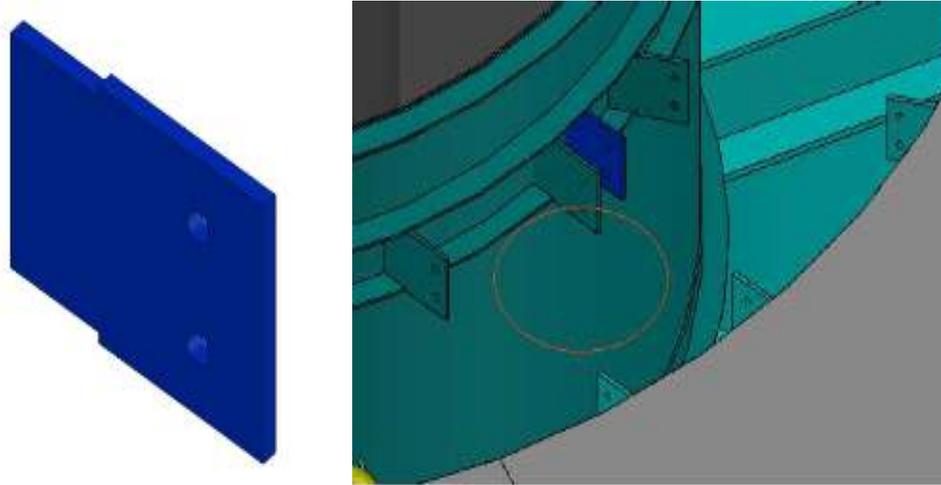
4.3.4.1. Soldeo de Bracket o canales “C” y Wing Support

Una cuadrilla conformada por 2 soldadores, 02 mecánicos armadores y 02 ayudantes realizaran el soldeo de Bracket o canales “C”, ya fabricados y suministrados por SMCV.

El soldeo de Bracket se realizara en forma radial en el área del distribuidor con la finalidad que servirán como soportes para la conexión de los Wing Support, estos serán soldados a una distancia de 105mm con respecto a la cartela existente.

Figura 62

Soldeo de Bracket en la estructura existente

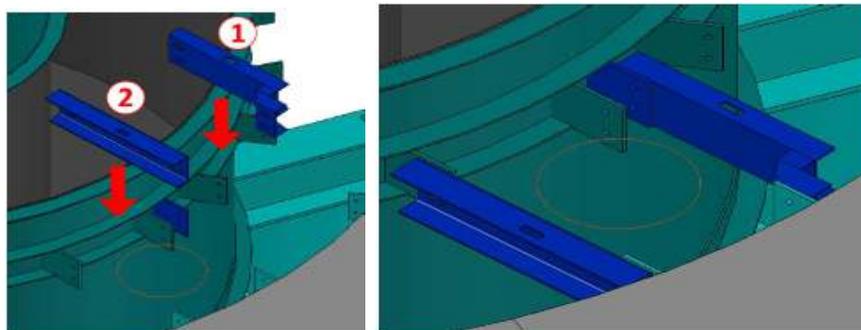


Fuente: Elaboración Propia, Inventor 2021

02 mecánicos Instalarán los Wing Support suministrado por el cliente SMCV, estos serán fijados mediante conexiones empernadas de 5/8" a lo largo del área radial.

Figura 63:

Montaje de Wing Support

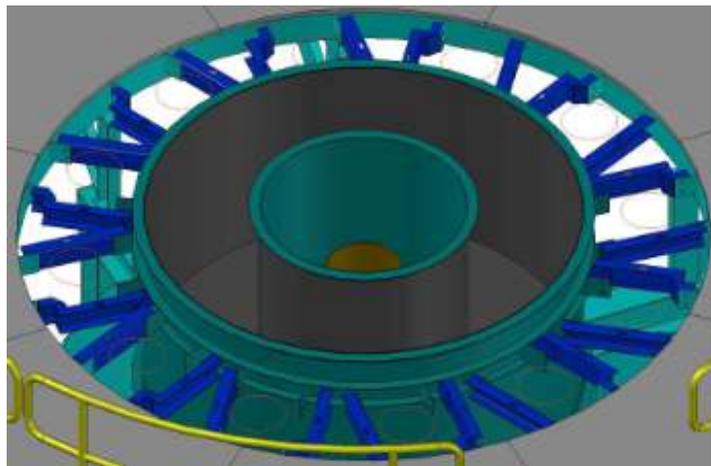


Fuente: Elaboración Propia, Inventor 2021

Este proceso se repetirá a lo largo del área radial del distribuidor

Figura 64:

Instalación de Wing Support



Fuente: Elaboración Propia, Inventor 2021

4.3.4.2. Montaje de Spools de alimentación y Distribuidor, Válvulas

Isogate modelo Cavex

Técnicos mecánicos transfieren la maniobra de izaje del spools desmontado al spools nuevo, para su izaje.

Operador de puente grúa en coordinación con Rigger posicionan spools de alimentación para su instalación respectiva. Deberá acercarse lo más posible a la posición en la que se encontraba el spools desmontado.

Técnicos mecánicos proceden a instalar maniobra de izaje en distribuidor nuevo, en los puntos de izaje mostrados en la figura. Se utilizará la misma maniobra que se utilizó para el desmontaje.

Figura 65:

Montaje de Spools de Alimentación



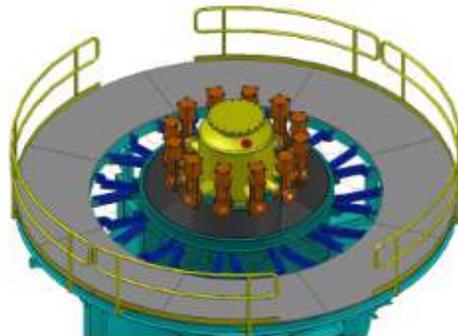
Fuente: Elaboración Propia, Inventor 2021

Operador de puente grúa cerro verde en coordinación con Rigger procederán a izar el distribuidor y a ponerlo en posición para montaje.

Durante el izaje nadie podrá ingresar al área restringida. Los vientos que se utilicen para controlar la carga deberán tener la longitud adecuada para que nadie deba ingresar al área demarcada por ningún motivo, así también el Rigger elaborara el lift plan correspondiente donde se realice la inspección y selección de aparejos de izaje de acuerdo con el peso del componente.

Figura 66:

Montaje de Distribuidor modelo Cavex



Fuente: Elaboración Propia, Inventor 2021

Técnicos mecánicos instalarán maniobra con tecla cadena en spools de alimentación para poder lograr que las uniones bridadas encajen. Se instalará pernos que servirán como guía.

Una vez instalados todos los pernos, se procederá a dar un ajuste ligero de los mismos. Luego se instalará la unión victaulic de la tubería con el spools de alimentación, para ello se utilizará pistola neumática y dado de impacto.

Luego de instalar la unión victaulic se completará el ajuste de los pernos de la unión bridada.

Figura 67:

Montaje de Spools de Alimentación nivel Inferior



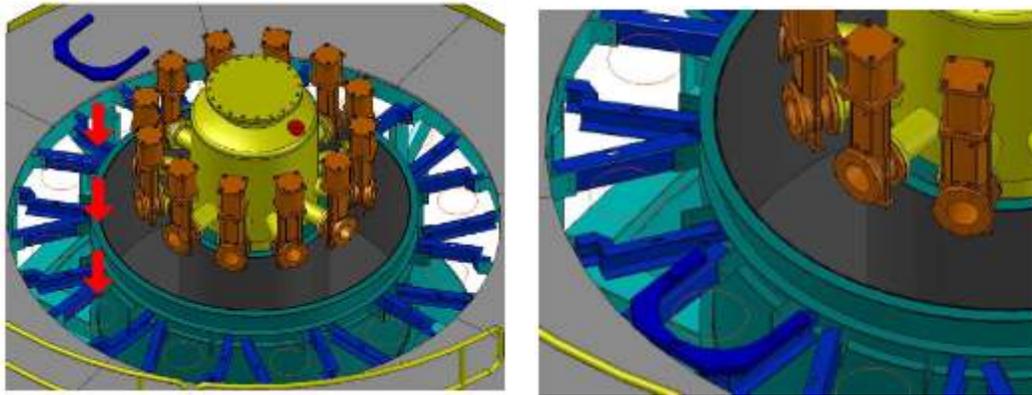
Fuente: Elaboración Propia, Inventor 2021

4.3.4.3. Montaje de Mounting Frame y Ciclones Cavex

Técnicos Mecánicos realizarán el montaje con la ayuda del puente grúa y realizarán el posicionamiento de los Mounting Frame o “Silletas” a lo largo del distribuidor Cavex.

Figura 68:

Montaje de Mounting Frame o “Silletas”



Fuente: Elaboración Propia, Inventor 2021

Seguidamente se realiza la coordinación con el operador de puente grúa para el montaje de ciclones Gmax 15 – Modelo Cavex. Este se realizará usando grilletes anteriormente utilizados para el desmontaje, así como la comunicación constante entre el Operador de puente grúa y el Rigger.

Figura 69:

Montaje de Ciclones Gmax 15 – Modelo Cavex

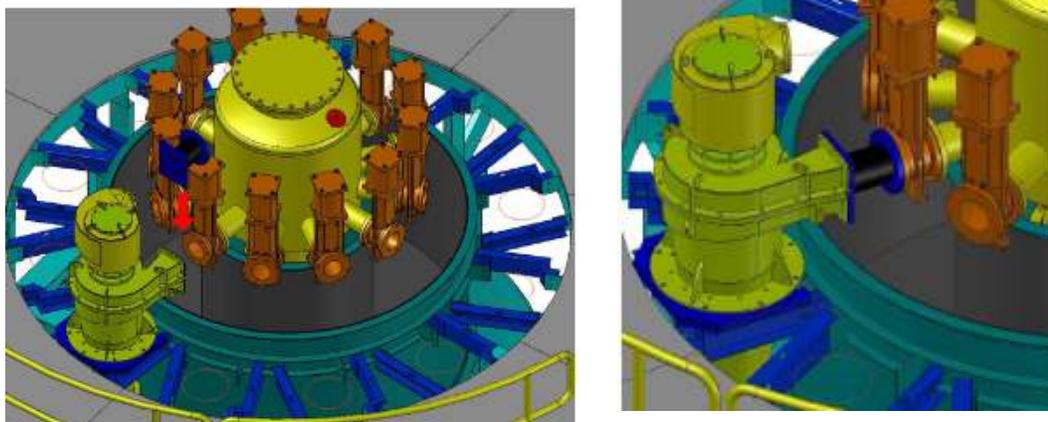


Fuente: Elaboración Propia, Inventor 2021

02 técnicos mecánicos inician con el montaje de Inlet Hose o Carrete de alimentación de ciclones, usando herramientas manuales y el apoyo del puente grúa.

Figura 70:

Montaje de Inlet Hose o Carrete de alimentación de Ciclones.



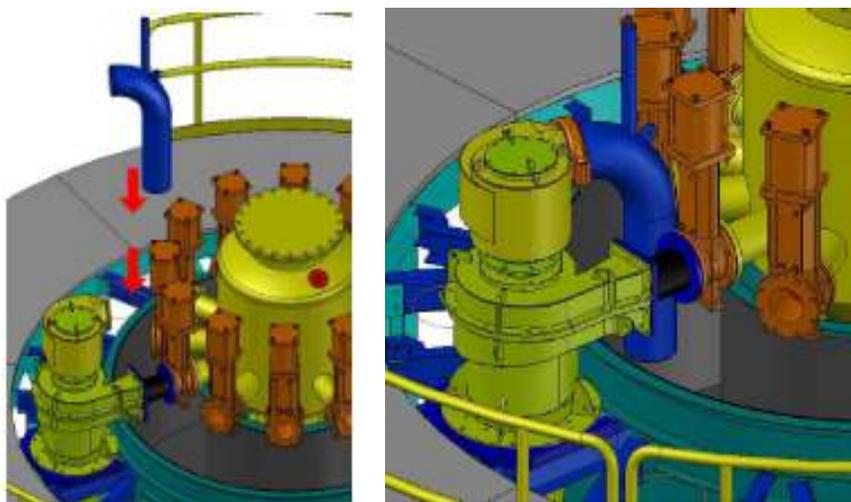
Fuente: Elaboración Propia, Inventor 2021

4.3.4.4. Montaje de Tuberías Overflow Descarga de Ciclones

Operador del puente grúa con técnico mecánico (Rigger) posicionan maniobra de izaje para el montaje de los dos spools juntos del Overflow. Para izaje de spools se utiliza eslinga de 1Tn como mínimo (C1)) y grillete de ¼” en sus respectivos puntos de izaje como muestra. Maniobrista (Rigger) y operador de puente grúa, posicionan los spools del Overflow para montaje.

Figura 71:

Montaje de Spools de Descarga ala tina Overflow

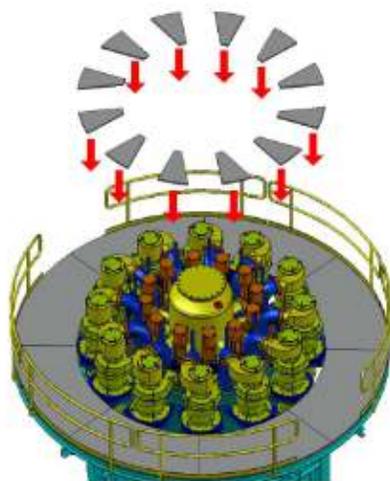


Fuente: Elaboración Propia, Inventor 2021

Seguidamente se realiza la instalación de Grating para cubrir el open hole generado al momento de retirar el Grating, este Grating es modificado en campo.

Figura 72:

Montaje de Grating

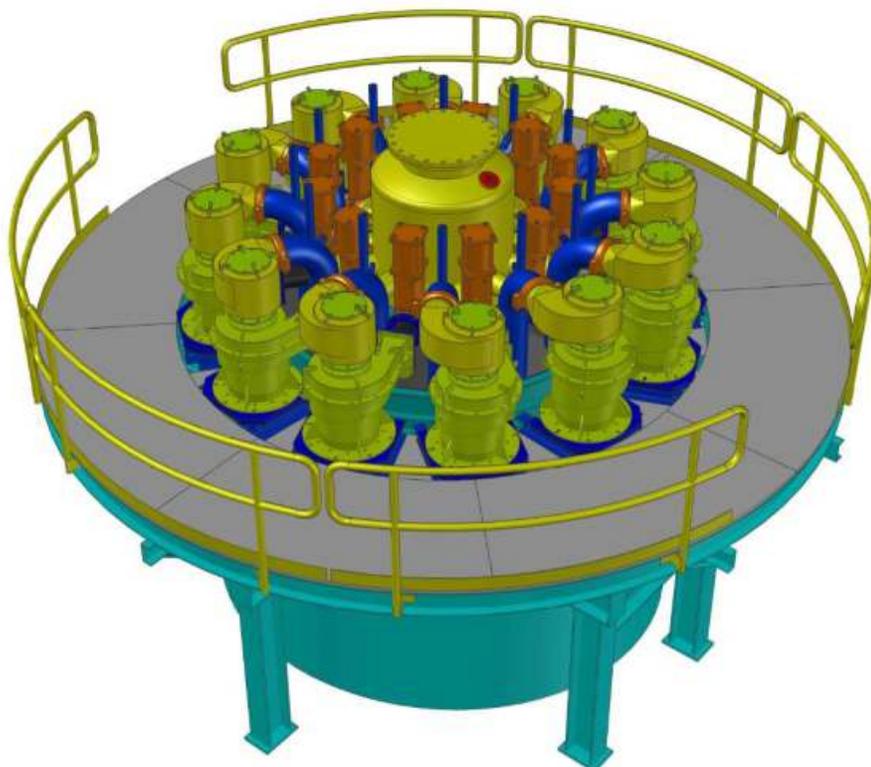


Fuente: Elaboración Propia, Inventor 2021

4.3.4.5. Montaje Terminado

Figura 73:

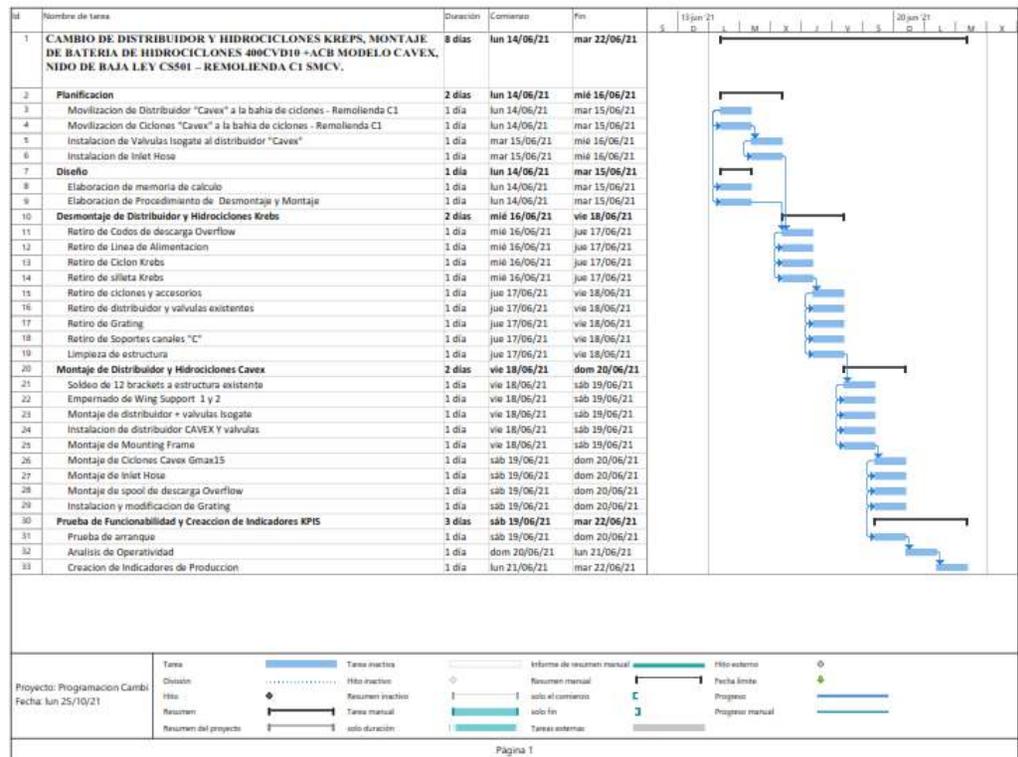
Montaje de Distribuidor y ciclones Gmax 15 – Modelo Cavex Finalizado



Fuente: Elaboración Propia, Inventor 2021

4.4. PROCESO Y SECUENCIA OPERATIVA DE LAS ACTIVIDADES PROFESIONALES.

4.4.1. Gantt de Actividades Proyecto



Cronograma de actividades realizadas Fuente: Elaboración Propia

4.4.2. Planificación

Consiste en la creación de un cronograma línea base donde están descritas las actividades a realizar, así como los tiempos necesarios para poder terminar satisfactoriamente el proyecto, cumpliendo con las normas y estándares establecidos por el cliente Compañía Minera Cerro Verde (SMCV).

4.4.3. Diseño y Calculo Estructural

Consiste en la elaboración:

- Memoria de cálculo de la cartela soldada Bracket y canales “C”
Wing Support
- Diseño 3D, secuencia de Desmontaje y Montaje

4.4.4. Desmontaje de Distribuidor e Hidrociclones Krebs

Consiste en el cumplimiento de cronograma de trabajo, así como la secuencia de desmontaje 3D y cumplimiento del procedimiento escrito de trabajo seguro (Pets).

El desmontaje consiste:

- Retiro de Tuberías Overflow de Ciclones y uniones victaulic de spools de alimentación Montaje de Distribuidor e Hidrociclones Cavex.
- Desmontaje de uniones victaulic de spools de alimentación.
- Desconexión de instrumentación en válvulas de alimentación a ciclones y líneas de aire
- Desmontaje de Ciclones Krebs - CS501
- Retiro de silleta o soporte de ciclones Krebs
- Desmontaje de Distribuidor Krebs y Accesorios.

- Desmontaje de Grating y canales “C”

4.4.5. Montaje de Distribuidor e Hidrociclones modelo Cavex - CS501

Consiste en el cumplimiento de cronograma de trabajo, así como la secuencia de Montaje 3D y cumplimiento del procedimiento escrito de trabajo seguro (Pets)

- Soldeo de Bracket o canales “C” y Wing Support
- Montaje de Spools de alimentación y Distribuidor, Válvulas Isogate modelo Cavex
- Montaje de Mounting Frame y Ciclones Cavex
- Montaje de Tuberías Overflow Descarga de Ciclones
- Montaje Terminado

CAPITULO V

5.1. Resultados finales de las actividades realizadas.

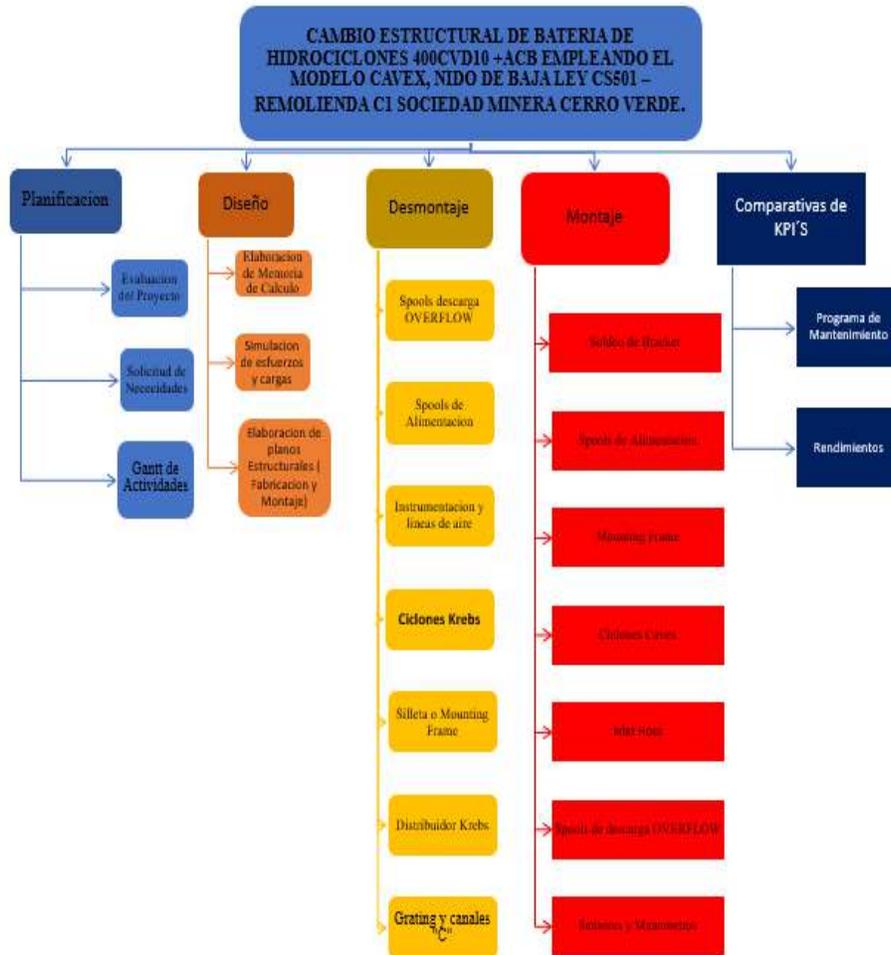
Como resultado del presente proyecto se espera la satisfacción en el transcurso de los siguientes meses de evaluación.

5.1.1. Planificación

5.1.1.1. Diagrama de Bloques

Figura 74:

Diagrama de Bloques

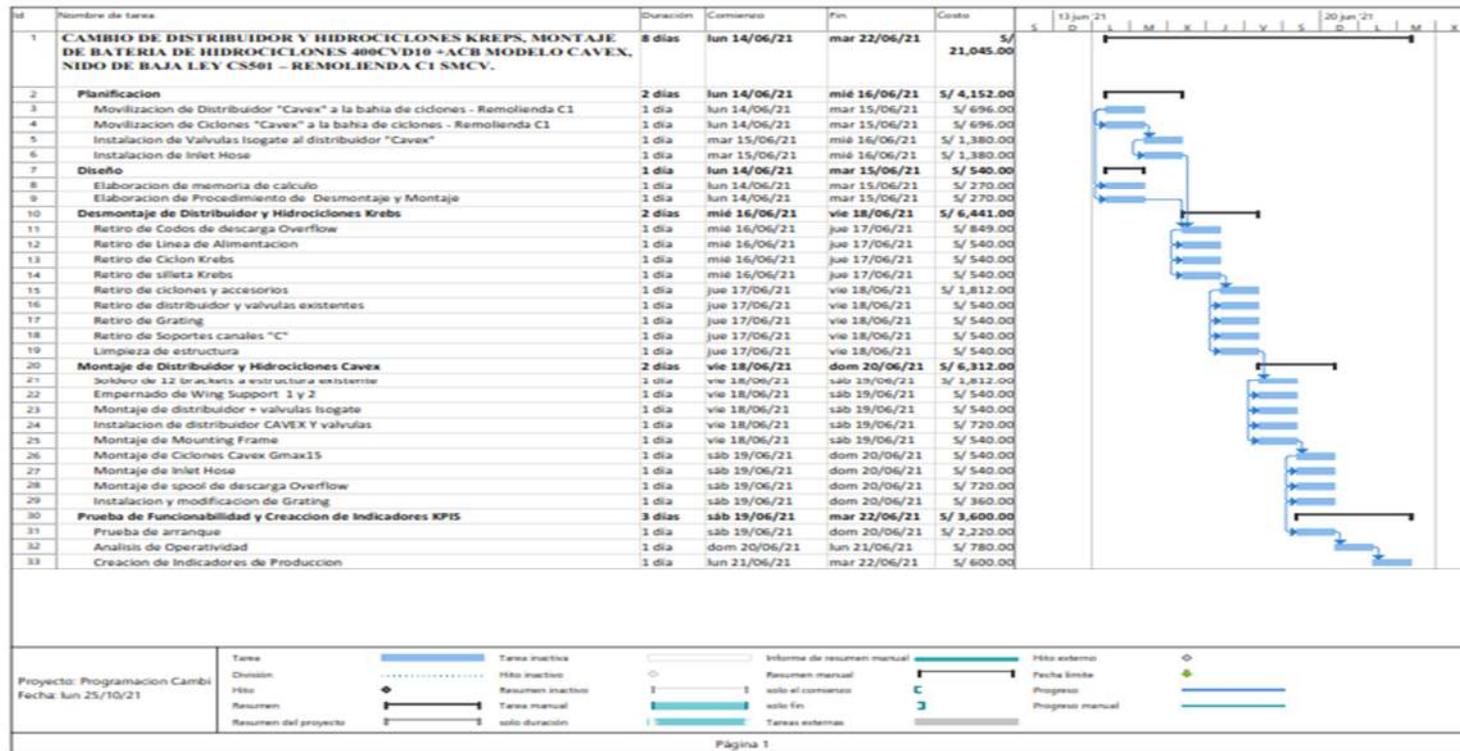


Fuente: Elaboración Propia.

5.1.1.2. Seguimiento Gantt de Actividades

Figura 75:

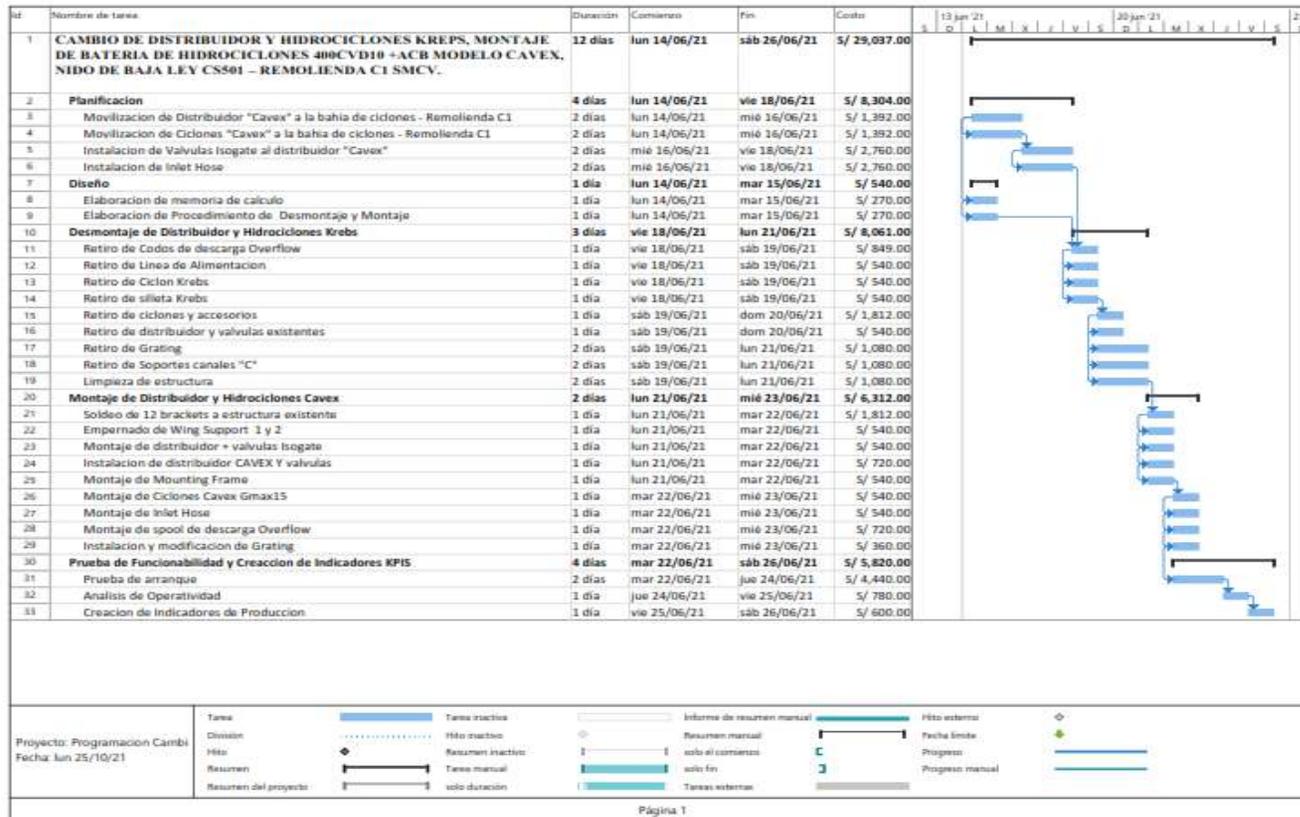
Cronograma Línea Base



Fuente: Elaboración Propia, Microsoft Project 2016

Figura 76:

Cronograma Real



Fuente: Elaboración Propia, Microsoft Project 2016

5.1.2. Análisis Estructural y Datos técnicos de Hidrociclones Cavex

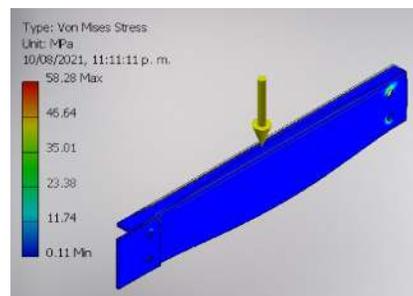
5.1.2.1. Análisis Estructural

Material de Wing Support: Perfil C 6X8.2 ASTM A36 / PL 3/8", ASTM A36.

Carga aplicada para el cálculo de resistencia es de 410 KGF.

Figura 77:

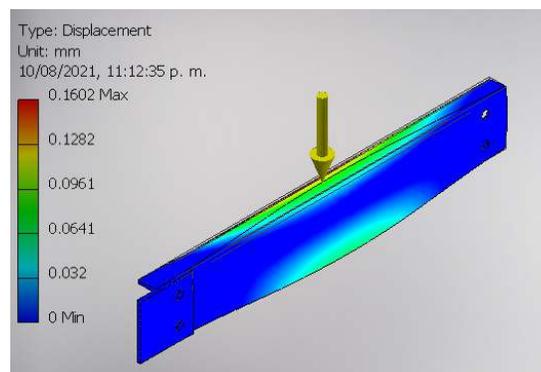
Esfuerzo Aplicación de carga 410 KGF



Nota: Resulta un máximo esfuerzo de 58.28 Mpa. Este esfuerzo no sobrepasa el Limite elástico de 250 Mpa. Por lo tanto, el canal y la cartela trabajan satisfactoriamente. Fuente: Elaboración Propia SAP2000

Figura 78:

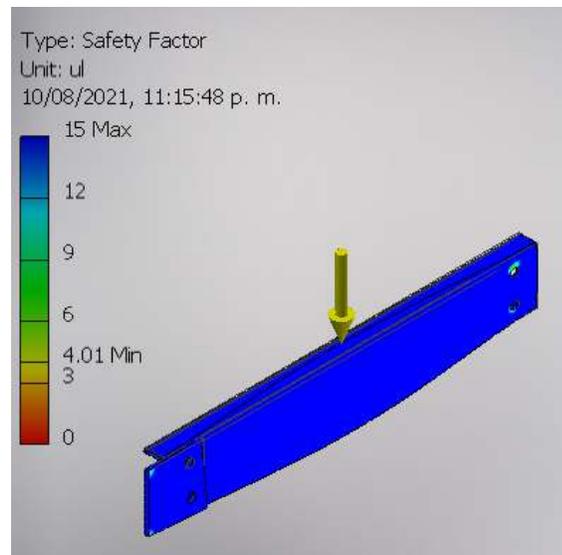
Desplazamiento aplicación de carga 410 KGF



Nota: Tenemos un desplazamiento máximo de 0.196 mm. Lo cual es despreciable Fuente: Elaboración Propia SAP2000

Figura 79:

Coficiente de Seguridad



Nota: El coeficiente de seguridad en el elemento mínimo es de 4.01 unidades. Es decir 4.01 veces la carga aplicada (410 Kg) en el análisis. Fuente: Elaboración Propia SAP2000

Conclusiones:

- El análisis del canal 1 y 2. Trabajan de manera satisfactoria ya que el esfuerzo de von mises no supera el límite elástico del material ASTM A36.
- El coeficiente de seguridad para el canal 1 es 3.9 y para el canal 2 es 4.01 unidades.

- EL desplazamiento en el canal 1 es 0.196 mm
- El desplazamiento en canal 2 y cartela es de 0.1602 mm

5.1.2.1.1. Datos Técnicos de Hidrociclones Cavex

El ACB (Impulsor con Núcleo de Aire) es un accesorio que puede ser instalado en la conexión de rebalse de los hidrociclones CAVEX. El propósito de instalar el ACB en los hidrociclones CAVEX es para mejorar la clasificación de eficiencia del equipo, reduciendo el material grueso que es arrastrado por el núcleo de aire.

Figura 80:

Hidrociclón Cavex + ACB



Fuente: Manual de Operaciones Hidrociclones Cavex

5.1.3. Desmontaje de Distribuidor e Hidrociclones Krebs

El desmontaje de distribuidor e hidrociclones Krebs del nido de ciclones CS501 en el área de remolienda en la planta concentrado C1 de la Sociedad Minera Cerro Verde. Se llevo a cabo según lo planificado teniendo pequeñas demoras externas al servicio como, por ejemplo: demoras en el suministro de Distribuidor y accesorios modelo Cavex, así como trabajos en paralelo con otras contratistas cercanas al área de trabajo. Las actividades se realizaron con calidad y asegurando la integridad del personal involucrado en el trabajo y de manera segura evitando accidentes durante el proceso.

Evidencia fotográfica de las actividades de Desmontaje de Distribuidor e Hidrociclones Modelo Krebs.

Figura 81

Nido de Ciclones CS501



Fuente: Elaboración Propia

Figura 82:

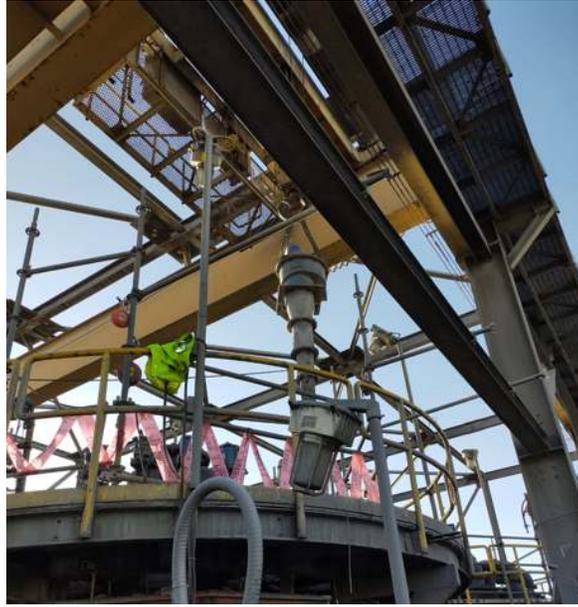
Desmontaje de Codo de alimentación tina OF



Fuente: Elaboración Propia

Figura 83:

Desmontaje de Hidrociclones Krebs



Fuente: Elaboración Propia

Figura 84

Desmontaje de Spools de Alimentación de Ciclones Krebs



Fuente: Elaboración Propia

Figura 85:

Desmontaje de Válvulas Cuchilla 8"



Fuente: Elaboración Propia

Figura 86:

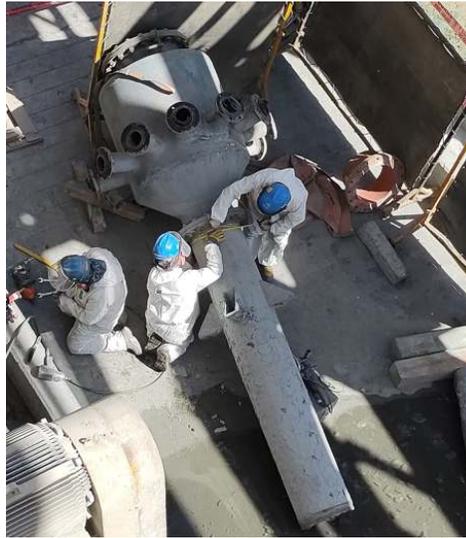
Desmontaje de Distribuidor Krebs hasta la bahía de ciclones



Fuente: Elaboración Propia

Figura 87:

Desmontaje de Spools de alimentación al Distribuidor



Fuente: Elaboración Propia

5.1.4. Montaje de Distribuidor e Hidrociclones Cavex

El Montaje de distribuidor e hidrociclones CAVEX del nido de ciclones CS501 en el área de remolienda en la planta concentrado C1 de la Sociedad Minera Cerro Verde. Las actividades se realizaron con calidad y asegurando la integridad del personal involucrado en el trabajo, de manera segura evitando accidentes durante el proceso.

Evidencia fotográfica de las actividades de Montaje de distribuidor e hidrociclones Modelo Cavex

Figura 88:

Suministro de Distribuidor Cavex y accesorios



Fuente: Elaboración Propia

Figura 89:

Pre ensamble de Válvulas Isogate 8 “en distribuidor CAVEX



Fuente: Elaboración Propia

Figura 90:

Soldeo de Bracket y Wing Support



Fuente: Elaboración Propia

Figura 91:

Soldeo y armado de Wing Support y Bracket Lado Norte del Distribuidor



Fuente: Elaboración Propia

Figura 92:

Soldeo y armado de Wing Support y Bracket Lado Sur del Distribuidor



Fuente: Elaboración Propia

Figura 93

Armado de Spools de alimentación Recto 18" al distribuidor nuevo



Fuente: Elaboración Propia

Figura 94:

Izaje de montaje de Distribuidor y Spools de Alimentación 18"



Fuente: Elaboración Propia

Figura 95:

Montaje de Mounting Frame



Fuente: Elaboración Propia

Figura 96:

Izaje de Montaje de Hidrociclones CAVEX



Fuente: Elaboración Propia

Figura 97;

Posicionamiento e Hidrociclones CAVE



Fuente: Elaboración Propia

Figura 98:

Instalación de Inlet Hose



Fuente: Elaboración Propia

Figura 99:

Montaje de Válvulas Isogate 8"



Fuente: Elaboración Propia

Figura 100:

Montaje de ACB (Impulsor de Núcleo de Aire)



Fuente: Elaboración Propia

Figura 101:

Instalación de Manguera de línea de aire para accionamiento de actuadores de Válvulas Isogate 8”



Fuente: Elaboración Propia

Figura 102:

Finalización de Cambio de Distribuidor e hidrociclones CAVEX 400 CVD10 +ACB



Fuente: Elaboración Propia

5.1.5. Indicadores:

5.1.5.1. KPI Clasificación de Molienda Primaria”

Tabla 6.KPI Clasificación de Molienda Primaria”

Criterios de Diseño de Proceso			
Clasificación de Molienda Primario			
	Unidades	Nominal	Diseño
Circuito de Molienda Total			
Nueva Alimentación total en masa	t/h	4,843	5.4
Carga circulante de molino de bolas (U/F; O/F)	%	250%	
Alimentación total de Clasificación	t/h	16,951	18,900
Densidad de alimentación al ciclón	%	50%	60%
Numero de baterías de ciclones (1 por molino de bolas)		4	
Batería de ciclones por molino de bolas			
Volumen de alimentación por batería de ciclones	m ³ /h	5,832	6.5
Tamaño de corte D50	µm		
Overflow			
Masa de solidos del producto	t/h	1,200	1,350
Tamaño del producto P80	µm	125	125-149
Densidad del producto, % de solidos en peso	%	28%	
Volumen de pulpa de producto	m ³ /h	3,554	3,950
Underflow			
Masa de solidos del producto	t/h	3,027	3,370
Tamaño de producto D80	µm	2,000	
Densidad del producto, % de solidos en peso	%	71%	
Gravedad especifica del producto		1,85	
Volumen Nominal de pulpa del producto	m ³ /h	2,278	2,240
Batería de Ciclones			
Tamaño del ciclón	mm	840	
Tipo del ciclo	Diseño de alta eficiencia		
Numero de ciclones operativos por batería		6	
Número total de ciclones por batería		8	
Diámetro de Vortex Finder	mm	350	
Material de Vortex Finder		cerámico	
Diámetro de Apex		163	
Ápex fijo / Regulable		fijo	

Material de ápex		cerámico
Caída de presión a través de los ciclones	Kpa	69
Tipo de Distribuidor	Manifold radial inferior de alimentación	
Angulo de instalación de ciclón, grados considerando la línea vertical	Grados	11
Aislamiento de ciclón	Válvula de compuerta tipo cuchilla de flujo completo con sello de caucho	
Operación de válvulas de ciclón	Automatizado, Neumático	
Revestimiento del manitol de alimentación		caucho
Revestimiento de canaleta de Underflow		caucho
Revestimiento de canaleta de Overflow		caucho

Fuente: Manual de Operación SMCV 2018

5.1.5.2. KPI Flotación Rougher

Tabla 7.

KPI Flotación Rougher

Criterios de Diseño de Proceso			
Flotación Rougher			
	Unidades	Nominal	Diseño
Tiempo de Acondicionamiento	minutos	0	
Razón de Alimentación	t/h	4,843	5.400
Razón mínima de Alimentación	t/h	4,480	
Razón del flujo de pulpa	m ³ /h	14,215	15,800
Razón mínima del flujo de pulpa	m ³ /h	13,120	
% de solidos en masa	%	28	
Rango del % de solidos en Masa	%	25-32	
Adición de Cal	Si/No	Si	
PH de pulpa		10-11	
Alimentación P80	µm	125	
Tipo de Celda		mecánica	

Volumen de Celda	m ³	160	6.5
Volumen efectivo de la celda	m ³	136	
No. De Filas de celdas	-	4	
No. De celdas / Fila	-	2	
Base de tiempo de residencia	Flujo medio densidad media volumen efectivo de celda		
Volumen efectivo	%	100% de aire retenido	
Tiempo de residencia de pulpa – 1ra celda	Minutos	2,30	
Tiempo de residencia de pulpa – 2da celda	Minutos	2,33	
Longitud del labio recolector de concentrado	m	60	
Factor de carga del labio 1-celda	h	1,05	1,43
Factor de carga del labio 2 -celda	h	0,78	1,01
Factor de espuma para diseño del concentrado	-	1,5	
Aire para flotación	Forzado/inducido	inducido	
Volumen de aire /celda	m ³ /h	No Aplicable	
Presión de aire	KPa	No Aplicable	
Temperatura de aire	C°	No Aplicable	
Ley de Alimentación	% CU	0,64	0,50-1,00
Recuperación por etapas – 1ra celda	%	55,57	51,96-58,23
Recuperación por etapas – 2 celdas combinadas	%	78,81	75,71-80,93
Ley de colas - 1era celda	% cu.	0,290	0,213-0,457
Ley de colas – 2da celda	% cu	0,140	0,221
% en peso flotado de alimentación de planta 1era celda	%	2,07	2,84
% en peso flotado de alimentación de planta 2da celda	%	1,31	1,70
Ley de concentrado -solamente solidos - 1ra celda	t/h	100,2	84-138
% solidos del concentrado – 1ra celda	%	39,8	30,0-42,0
P80 de concentrado micrón	µm	110	125
Gravedad especifica de concentrado - 1ra celda	-	3,65	3,53-3,83

Fuente: Fuente: Manual de Operación SMCV 2018

5.1.5.3. KPI Flotación Scavenger

Tabla 8.

KPI Flotación Scavenger

Criterios de Diseño de Proceso			
Flotación Scavenger			
	Unidades	Nominal	Diseño
Razón de Alimentación	t/h	4,675	5,200
Razón del flujo de pulpa	m ³ /h	13,882	15,400
% de solidos en masa	%	27,8	27,6-27,8
Adición de cal	Si / No	No	
PH de pulpa		10-11	
Tipo de Celda		mecánica	
Volumen de Celda	m ³	160	6.5
Volumen efectivo de la celda	m ³	136	
No. De Filas de celdas	-	4	
No. De celdas / Fila	-	8	
Base de tiempo de residencia	Flujo medio densidad media volumen efectivo de celda		
Volumen efectivo	%	100% de aire retenido	
Aire Retenido	%	15	
Tiempo de residencia de pulpa	Minutos	19,30	
Longitud del labio recolector de concentrado	m	60	
Factor de carga del labio	h	0,51	
Factor de espuma para diseño del concentrado	-	1,5	
Aire para flotación	Forzado/inducido	inducido	
Volumen de aire /celda	m ³ /h	No Aplicable	
Presión de aire	KPa	No Aplicable	
Ley de Alimentación	% CU	0,140	0,098-0,221
Recuperación por etapas	%	76,4	73,7-79,3
Ley de relave	% Cu	0,035	0,027,0,055
Ley de concentrado	% Cu	4,76	3,68-6,31
% en peso flotado de alimentación de planta	%	3,98	4,53
% en peso flotado de alimentación de planta	%	5,29	5,00-6,24
Ley de concentrado -Solamente solidos	t/h	256,3	223,8-303,6
Razón de flujo de la pulpa	m ³ /h	992,3	868-1164

% solidos del concentrado	%	21,96	21,93-22,52
P80 de concentrado micrón	μm	125	115-150
Gravedad especifica de concentrado -1ra celda	-	3,17	3,07-3,35

Fuente: Manual de Operación SMCV 2018

5.1.5.4. KPI Remolienda del concentrado Scavenger

Tabla 9.

KPI Remolienda del concentrado Scavenger

Criterios de Diseño de Proceso			
Remolienda del concentrado Scavenger			
	Unidades	Nominal	Diseño
Numero de Molinos	-	4	
Disponibilidad	%	93	
Tipo de Molino	Tipo	VTM 1500	
Motor de Molino	KW	1119	
Ubicación de alimentación al molino	-	Inferior	
Nueva razón total alimentación a ciclón	%Alimentación de planta	5,29	5,00-6,24
Nueva razón total de alimentación	t/h	256	224-304
Porcentaje de solidos en masa de alimentación a molino	%	64,5	64-65
Tamaño de alimentación – P80	µm	125	168
Tamaño de Producto – P80	µm	30	30-35
Carga promedio de bolas	Carga en %	26	
Carga normal de operación	Tn	128	
Tamaño de bola recomendado	Mm	12,5	
Tamaño máximo de bola	Mm	31	
Consumo estimado de bolas	Kg	0,25	
			3,07-3,25
Gravedad especifica de solidos	-	3,17	
Mejoramiento de eficiencia de molienda en molino vertical en %		35	
PH de Pulpa	PH	10,5-11,0	
Consumo especifico de energía	KW	12,2	
Base de almacenamiento	-	Requerimiento de energía	
Material de revestimiento	tipo	Magnético	
Razón de desgaste del revestimiento (solamente tornillos)	Kg	0,0014	

--	--	--	--

Fuente: Manual de Operación SMCV 2018

5.1.5.5. KPI Circuito de Remolienda Clasificación

Tabla 10.

KPI Circuito de Remolienda Clasificación

Criterios de Diseño de Proceso			
Circuito de Remolienda Clasificación Modelo Krebs			
	Unidades	Nominal	Diseño
No. De baterías de ciclones por bomba	-	1	
No. Ciclones instalados por batería	-	12	
No. Ciclones operando	-	08	
Tamaño tipo de ciclón	mm	380 alta eficiencia	
Diámetro de Vortex Finder	mm	113	
Diámetro de Ápex	mm	75	
Razón de Alimentación a ciclón	m ³ /h	1,367	1,610
Razón mínima de alimentación a ciclón	m ³ /h	1,190	
Razón de alimentación de ciclón (Sólidos)	t/h	671	810
Densidad de pulpa de alimentación a ciclón	m ³	1,34	
% sólidos en masa de alimentación a ciclón	%	36,8	34-38
D80 de alimentación a ciclón	µm	85	
D50 de alimentación a ciclón	µm	35	
Densidad de pulpa del Underflow del ciclón	m ³	1,80	
% de sólidos en masa del Underflow del ciclón	%	65	30-35
Underflow del ciclón D50	µm	70	
Densidad de pulpa del Overflow del ciclón	m ³	1,17	
% sólidos en masa del Overflow del ciclón	%	21,7	
Razón del Overflow del ciclón seco	t/h	258	310
Overflow de ciclón P80	µm	30	
Overflow de ciclón P50	µm	14	3,07-3,35
Gravedad específica de sólidos		35	

Presión de entrada de ciclón	KPa	125	
Carga Circulante	%	160	140-180

Fuente: Manual de Operación SMCV 2018

5.1.5.6. KPI Flotación Cleaner - Celdas Primera Limpieza

Tabla 11.

KPI Flotación Cleaner - Celdas Primera Limpieza

Crterios de Diseño de Proceso			
Flotación Cleaner - Celdas Primera Limpieza			
	Unidades	Nominal	Diseño
Tiempo de Accionamiento	minutos	0	
Razón de Alimentación	t/h	461	586
Razón de flujo de pulpa	m ³ /h	1,849	2,253
% de solidos en masa	%	21,4	21,1-22,1
Adición de cal	Si/No	No	
PH de pulpa		10,0-11,0	
Tipo de Celda		mecánica	
Volumen de Celda	m ³	160	
Volumen efectivo de celda	m ³	136	810
No. De filas de celda		1	
No. De celdas /fila		6	
Base de tiempo de residencia	Flujo promedio densidad promedio tiempo efectivo de residencia		
Volumen efectivo	%	100 % aire retenido	
Aire retenido	%	15	
Tiempo de residencia de pulpa	minutos	26,48	
Longitud de labio colector de concentrado	m	60	

Factor de carga de labio	h	1,74	
Factor de espuma de diseño para concentrado	-	3	
Aire para flotación	Forzado / inducido	Aire inducido	
Volumen de aire / celda	m3/h	No aplicable	
Presión de aire	Kpa	No aplicable	
Ley de alimentación	% CU	4,82	3,72-6,74
Recuperación por etapas	%	94,66	91,1-94,9
Ley de relave	% CU	0,45	0,32-0,76
Ley de concentrado	% Cu	10,53	8,71-13,16
% en peso flotado de la alimentación de planta	%	4,12	3,55-5,79
Razón de concentrado – solamente solidos	t/h	200	158-280
% de solidos de concentrado	%	23,9	18-26
P80 de concentrado, micrones	µm	30	
Gravedad especifica de solidos del concentrado	-	3,64	3,49-3,87
Razón de flujo de pulpa de concentrado	m3/h	692	959

Fuente: Manual de Operación SMCV 2018

5.1.5.7. KPI Flotación Cleaner – Celdas Scavenger de Limpieza

Tabla 12.

KPI Flotación Cleaner – Celdas Scavenger de Limpieza

Criterios de Diseño de Proceso			
Flotación Cleaner – Celdas Scavenger de Limpieza			
	Unidades	Nominal	Diseño
Tiempo de Accionamiento	minutos	0	
Razón de Alimentación	t/h	261	302
Razón de flujo de pulpa	m3/h	1,163	1,293
% de solidos en masa	%	19,6	19,3-20,5

Adición de cal	Si/No	No	
PH de pulpa		10,0-11,0	
Tipo de Celda		mecánica	
Volumen de Celda	m ³	160	
Volumen efectivo de celda	m ³	136	810
No. De filas de celda		1	
No. De celdas /fila		4	
Base de tiempo de residencia	Flujo promedio densidad promedio tiempo efectivo de residencia		
Volumen efectivo	%	100 % aire retenido	
Aire retenido	%	15	
Tiempo de residencia de pulpa	minutos	28,1	
Longitud de labio colector de concentrado	m	60	
Factor de carga de labio	h	0,02	
Factor de espuma de diseño para concentrado	-	1,5	
Aire para flotación	Forzado / inducido	Aire inducido	
Volumen de aire / celda	m ³ /h	No aplicable	
Presión de aire	Kpa	No aplicable	
Ley de alimentación	% CU	0,45	0,32-0,76
Recuperación por etapas	%	6,3	2,7-14,6
Ley de relave	% CU	0,43	0,31-0,66
Ley de concentrado	% Cu	5,02	3,37-7,81
% en peso flotado de la alimentación de planta	%	4,12	3,55-5,79
Razón de concentrado – solamente solidos	t/h	1,5	0,5-4,3
% de solidos de concentrado	%	22	
P80 de concentrado, micrones	µm	30	
P80 de concentrado, micrones - rango	µm	23-35	
Gravedad especifica de solidos del concentrado	-	3,34	3,18-3,63
Razón de flujo de pulpa de concentrado	m ³ /h	10,7	16,4

Fuente: Manual de Operación SMCV 2018

5.1.5.8. KPI Flotación Cleaner – Celdas Columnas Finales

Tabla 13.

KPI Flotación Cleaner – Celdas Columnas Finales

Criterios de Diseño de Proceso			
Flotación Cleaner – Celdas Columnas Finales			
	Unidades	Nominal	Diseño
Tiempo de Accionamiento	minutos	0	
Razón de Alimentación	t/h	300	420
Razón de flujo de pulpa	m ³ /h	882	1220
% de solidos en masa	%	27,3	27,0-27,6
Adición de cal	Si/No	No	
PH de pulpa		10,0-11,0	
Diámetro de celda columna	M	5,0	
Altura de celda columna	m	12,0	
Numero de Celda Columna	-	4	
Método de adición de agua para lavado	tipo	Cubeta de goteo	
Volumen para agua de lavado	m ³ /h	180	325
Agua de lavado vías		+ve	
Capacidad de carga nominal	m ²	1,2	1,8
Capacidad de carga Limitante	m ²	1,50	
Factor de espuma de diseño de concentrado	-	3	
Presión de suministro de aire	KPa	580	
Volumen de aire de celda columna	h	703	
Velocidad superficial del aire	Cm	1,0	
Ley de alimentación	% CU	12,75	11,06-15,28
Recuperación por etapas	%	74,1	69,0-76,4
Ley de relave	% CU	4,89	3,77-7,18
Ley de concentrado	% Cu	29,09	27,43-30,92
% en peso flotado de la alimentación de planta	%	2,01	1,67-2,94
Capacidad de concentrado – solamente solidos	t/h	97	74-143
% de solidos de concentrado	%	31,9	28-34

P80 de concentrado, micrones	μm	30	25-35
Gravedad especifica de solidos del concentrado	-	4,01	3,93-4,10
Razón de flujo de pulpa de concentrado	m ³ /h	235	339

Fuente: Manual de Operación SMCV 2018

5.2. Logros alcanzados:

5.2.1. En el Proyecto:

- Se ejecutó y se culminó con las Actividades del Cronograma de trabajo sin reportes de accidente alguno.
- Se logró cumplir las actividades en el Plazo establecido respetando las normas y estándares establecidos por el cliente SMCV.

5.2.2. En lo Personal:

Poder ser partícipe del proyecto “CAMBIO DE BATERIA DE HIDROCICLONES 400CVD10 +ACB EMPLEANDO EL MODELO CAVEX, NIDO DE BAJA LEY CS501 – REMOLIENDA C1 SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE. Así como participar en el proyecto del cliente SMCV para la implementación de un nuevo diseño de Distribuidor e Hidrociclones Modelo Cavex. Ya que al ser evaluado por SMCV y ser aprobado será implementado en toda la planta C1 / C2

Haber laborado en la empresa KAMPFER, y poder contar con su confianza para liderar al grupo de trabajo,

Adquirir nuevas experiencias y conocimientos del presente proyecto y aplicarlas en futuros trabajos.

5.3. Dificultades:

El presente servicio se realizó en horario nocturno por lo que podemos concluir:

- Condiciones climatológicas adversas (Frio, ligeros vientos y lloviznas).
- Entorno húmedo perteneciente al área de remolienda lugar donde se realizó el proyecto.
- Presencia de Fatiga y somnolencia del personal involucrado del proyecto.

5.4. Planeamiento de mejoras:

Se sugirió al cliente Sociedad Minera Cerro verde mejorar la disponibilidad del puente grúa, esto debido que en parada de planta no somos la única empresa realizando trabajos de izaje y solo se cuenta con un puente grúa para toda la planta generando retrasos y apuro en las maniobras.

Mejorar la coordinación entre el área de planeamiento de Sociedad Minera Cerro Verde con Operaciones de Sociedad Minera Cerro Verde, en el momento de la ejecución del servicio se presentaron inconvenientes en las coordinaciones de las áreas dificultando las actividades tales como bloqueo de equipo y inundaciones esto debido a la purga de tanques y Válvulas de drenajes generando condiciones Sub Estándares.

Se coordinó con el área de planeamiento mejorar en la atención de solicitud requerimiento de componentes (Reserva), esto debido que en turno noche no se contaba con planeamiento en todo el turno.

5.5. Aporte del Bachiller en la empresa

- ✓ Elaboración de Procedimientos escrito de trabajo seguro (PETS).
- ✓ Elaboración de Gantt y responsable del seguimiento y ejecución del programa establecido por el planner de SMCV
- ✓ Gestión, seguimiento y requerimientos de herramientas y equipos a los trabajos asignados.
- ✓ Coordinaciones técnicas con supervisor de SMCV para cumplimiento de actividades.
- ✓ Responsable de la ejecución del servicio de mantenimiento, fabricación, montaje, etc. en la unidad minera SMCV.
- ✓ Hacer cumplir las cláusulas contractuales a satisfacción del cliente SMCV.
- ✓ Cumplir y hacer cumplir los procedimientos y estándares de seguridad, salud y medio ambiente
- ✓ Elaboración de Informes de trabajo del desarrollo del servicio.
- ✓ Asegurar la correcta ejecución en los servicios asignados garantizando las buenas practicas y la seguridad de los compañeros involucrados en el trabajo

CONCLUSIONES

Con la formación laboral realizada en el Área de Mantenimiento de la empresa KAMPFER SAC, se llega a las siguientes conclusiones:

El cambio de modelo de Hidrociclones Krebs Gmax10 por el instalado actualmente Hidrociclones Cavex Gmax10, ayudo a mejorar el flujo de pulpa de concentrado de Cobre, mejorando la confiabilidad del equipo en la selección de ganga fina del Overflow y reduciendo el Encalichamiento en las líneas, atoro en las bombas centrifugas y líneas de drenaje, etc.

El tiempo de mantenimiento de los hidrociclones Cavex es de 4800 HM, y el tiempo de mantenimiento de los hidrociclones Krebs es de 4500 HM. Esta diferencia teórica es aplicada en la operación y considerada en los planes de mantenimiento.

Se observo en las primeras 4800 Horas Maquina, después de la instalación de los hidrociclones Cavex Gmax10, que el costo de mantenimiento se redujo en un total aproximado 19.90 %.

Se redujo la cantidad de mantenimientos programados y no programados en los hidrociclones Cavex Gmax10 en un 14.28%, reduciendo Horas Hombres y parada de Equipo.

En la actualidad Sociedad Minera Cerro Verde, continúa realizando pruebas, evaluando los indicadores, así como la confiabilidad del equipo. Espero pronto poder implementar este nuevo modelo en los otros Nido de Ciclones si las expectativas por parte del cliente SMCV son superadas.

RECOMENDACIONES

Que el contratista realice charlas de motivación para que de esta manera el personal presente mayor compromiso con la empresa para que cambien la idea de estar comprometidos con la empresa a estar involucrados.

Se recomienda brindar las condiciones adecuadas a los profesionales, tanto en el ámbito personal permitiendo descansos programados durante el turno noche para evitar la fatiga y somnolencia, y en la ejecución de los servicios facilitando los equipos y herramientas necesarios para realizar los trabajos

Mejorar las coordinaciones con el cliente Sociedad Minera Cerro Verde y sus áreas involucradas en el servicio para evitar retrasos en la entrega del equipo

Implementar un nuevo plan de mantenimiento e inspección periódica del Equipo CS501 para generar nuevos ratios e hitos Operacionales

BIBLIOGRAFIA

<https://pdfcookie.com/documents/manual-de-operaciones-mina-cerro-verde-dvm100dgjqvy>

<https://www.kampfer.pe/>

<https://www.cerroverde.pe/>

Manual de operaciones SMCV

Manual de operaciones Hidrociclones Cavex

Manual de Operaciones Hidrociclones Krebs

https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/PlantillaMarcoLegalBusqueda/DS-024-2016-EM.pdf.

<http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/difusion/eventos/piura/NORMA%20E030%20DISE%C3%91O%20SISMORRESISTENTE.pdf>

<https://drive.google.com/file/d/15atg-9w0OEXjR5C1m6IXUFihwYeUh1aN/view>

https://drive.google.com/file/d/1xWH8ciDZd_QB7EK0xOOLGr4qiYWURSKJ/view

Estandares de Seguridad Sociedad Minera Cerro Verde.

REFERENCIAS

- Operaciones, M. d. (1993). *Bateria de Ciclones area 3400 - Remolienda.*
- Operaciones, M. d. (1993). *Bombas Centrifugas area 3400 - Remolienda.*
- Operaciones, M. d. (1993). *Celdas Columnas area 3400 - Remolienda.*
- Operaciones, M. d. (1993). *Chancado Primario area 3100.*
- operaciones, M. d. (1993). *Chancado Primario y manejo de mineral grueso.*
- Operaciones, M. d. (1993). *Chancado Secundario y manejo de mineral grueso.*
- Operaciones, M. d. (1993). *Espesamiento de Relaves.*
- Operaciones, M. d. (1993). *Filtrado y despacho de concentrado.*
- Operaciones, M. d. (1993). *Flotacion de Cobre.*
- Operaciones, M. d. (1993). *Flotacion de cobre area 3400.*
- Operaciones, M. d. (1993). *Flotacion Rougher - Scavenger area 3400.*
- Operaciones, M. d. (1993). *Flow Sheet.*
- Operaciones, M. d. (1993). *Molienda.*
- Operaciones, M. d. (1993). *Molienda area 3300.*
- Operaciones, M. d. (1993). *Molinos verticales area 3400 - Remolienda.*
- Operaciones, M. d. (1993). *Planta Moly.*
- Operaciones, M. d. (1993). *Preparacion de Reactivos.*
- Operaciones, M. d. (1993). *Remolienda - Flotacion Area 3400.*

ANEXO 1

ANEXO 1: Documentos de Seguridad AT (Autorización de Trabajo)

Kämpfer

Formato N° 2: AUTORIZACIÓN DE TRABAJO

INFORMACIÓN GENERAL

EMPRESA: Kämpfer

IDENTIFICACIÓN DE LA TAREA: *Planificación y distribución de actividades y mantenimiento de la línea de trabajo*

FECHA DE INICIO: 14/06/2021 | FECHA DE TÉRMINO: 22/06/2021 | N° DT-GS: 1

LUGAR EXACTO DONDE SE DESARROLLA LA TAREA: *Parque Metropolitano*

SUPERVISOR RESPONSABLE DEL TRABAJO (SMCV / EE.CC.): *Diego Alejandro Saez* (NOMBRE) | *Supervisor* (CARGO) | *[Firma]* (FIRMA)

ADMINISTRADOR DE CONTRATOS DE SMCV (Solo para EE.CC.): *Ulises Razo* (NOMBRE) | *Administrador* (CARGO) | *[Firma]* (FIRMA)

RESPONSABLE DEL SERVICIO EN CAMPO DEL SMCV (Solo para EE.CC.): *Huáscar Maza* (NOMBRE) | *Sup. Nto* (CARGO) | *[Firma]* (FIRMA)

La actividad contempla Trabajos de Alto Riesgo / Realizar el PETAR correspondiente (DS 024 2016 EM): NO

AUTORIZACIÓN DEL JEFE O SUPERVISOR DEL ÁREA O EQUIPO DONDE SE REALIZA EL TRABAJO.
El jefe o Supervisor del Área o Equipo de turno, toma conocimiento y autoriza la realización del trabajo en el área o equipo bajo su responsabilidad.

FECHA	HORA DE INICIO	HORA DE TÉRMINO	NOMBRE	CARGO	FIRMA
14/06/2021	19:30	21:30	Huáscar Maza	Sup. Nto	F. Vela
15/06/2021	19:30	21:30	Huáscar Maza	Sup. Nto	F. Vela
16/06/2021	19:30	21:30	Huáscar Maza	Sup. Nto	[Firma]
17/06/2021	19:30	21:30	Huáscar Maza	Sup. Nto	[Firma]
18/06/2021	19:30	21:30	Huáscar Maza	Sup. Nto	[Firma]
19/06/2021	19:30	21:30	Huáscar Maza	Sup. Nto	[Firma]
20/06/2021	19:30	21:30	Huáscar Maza	Sup. Nto	[Firma]
21/06/2021	19:30	21:30	Huáscar Maza	Sup. Nto	[Firma]
22/06/2021	19:30	21:30	Huáscar Maza	Sup. Nto	[Firma]

Datos del Formato: Versión: 02, Fecha: Sep-15

Anexo 2: Petar (Permiso Escrito de Trabajo de Alto Riesgo)

1/2

Kämpfer FORMATO N° 1
PERMISO ESCRITO PARA TRABAJO DE ALTO RIESGO (PETAR)

ÁREA : Permutancia - CI.
 LUGAR : ESTO 1
 FECHA : 14/06/2021 - 22/06/2021

HORA INICIO : 14:30
 HORA FINAL : 7:30
 NÚMERO : _____

1.- DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO: Cambio de tipo de tubería distribuidas y hidrodoradas

SELECCIÓN DE TRABAJOS DE ALTO RIESGO (DS 024:2016-EM)

Trabajos en Espacios Confinados. Trabajos en Altura.
 Trabajos en Caliente. Trabajos Eléctricos en Alta Tensión.
 Excavaciones mayores o iguales de 1,50 metros. Trabajos de instalación, operación, manejo de equipos y Materiales Radioactivos.
 Manipulación de Tuberías HDPE. Trabajos de Open Hole.
 Izaje crítico. Otros trabajos valorados como de ALTO RIESGO (Accionable) en los IPERC.

2.- RESPONSABLES DEL TRABAJO: (Responsable del Equipo de Trabajo y todos los Trabajadores que participan en la Tarea)

OCCUPACIÓN	NOMBRES	FIRMA INICIO	FIRMA TÉRMINO
Mecánica	Anthony Salda (Firma)	[Firma]	
Mecánica	Christian Paredon (Firma)	[Firma]	
Arma Mecánica	Nelson Pacheco Quispe	[Firma]	
Tec. Mecánica	Jorge Luis Sandoval (Firma)	[Firma]	
Mecánica	Walter Cecco (Firma)	[Firma]	
Soldador	Johán Tapallan (Firma)	[Firma]	
Mecánico	Juan Justo (Firma)	[Firma]	
Mecánico	Alfredo (Firma)	[Firma]	
Regge	Tamir (Firma)	[Firma]	
Mecánico - Montajista	Junior Abel Pardo (Firma)	[Firma]	

3.- VICIA (según tipo de trabajo indicar el nombre y apellido del vija)

NOMBRE	TIPO DE TRABAJO
Nelson Pacheco	Vija General
Juan Justo	Vija Especial
Juan Pardo	Vija Open Hole

4.- EQUIPO DE PROTECCIÓN REQUERIDO

PROTECCIÓN PARA LA CABEZA PROTECCIÓN PARA MANOS OTROS EPPS ESPECIFICOS: Traje Tyvek
 PROTECCIÓN PARA OJOS/ROSTRO PROTECCIÓN PARA PIES
 PROTECCIÓN PARA OÍDOS PROTECCIÓN PARA CUERPO
 PROTECCIÓN RESPIRATORIA ARNÉS DE SEGURIDAD

5.- HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y MATERIAL:

Troncos - Herramientas Manuales
Troncos Arma - Equipos Eléctricos
Troncos Armados - Arnés de Seguridad

6.- PROCEDIMIENTO: Cambio de Distribuidas y Hidrodoradas

7.- AUTORIZACIÓN Y SUPERVISIÓN

CARGO	NOMBRES	FIRMA
Supervisor responsable del trabajo:	Juan Pacheco	[Firma]
Jefe o supervisor del Área donde se realiza el trabajo:	Alfredo	[Firma]

Datos del Formulario:
 Versión: 03
 Fecha: Nov-17

2/2.

Kämpfer **FORMATO N° 1**
PERMISO ESCRITO PARA TRABAJO DE ALTO RIESGO (PETAR)

ÁREA : Montando el HORA INICIO : 14:30
 LUGAR : CS501 HORA FINAL : 15:30
 FECHA : 14/06/2021 - 22/06/2021 NUMERO : _____

1.- DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO: Montar el tipo de tuberías de tuberías y
hidrocarburos

2.- SELECCIÓN DE TRABAJOS DE ALTO RIESGO (DS 024-2016-EM)

<input checked="" type="checkbox"/> Trabajos en Espacios Confinados.	<input type="checkbox"/> Trabajos en Altura.
<input checked="" type="checkbox"/> Trabajos en Caliente.	<input type="checkbox"/> Trabajos Eléctricos en Alta Tensión
<input type="checkbox"/> Excavaciones mayores o iguales de 1.50 metros.	<input type="checkbox"/> Trabajos de instalación, operación, manejo de equipos y Materiales Radiactivos.
<input type="checkbox"/> Manipulación de Tuberías HDPE.	<input checked="" type="checkbox"/> Trabajos de Open Hole.
<input type="checkbox"/> Izaje crítico	<input type="checkbox"/> Otros trabajos valorados como de ALTO RIESGO (Accionables) en los IPERC.

2.- RESPONSABLES DEL TRABAJO: (Responsable del Equipo de Trabajo y todos los Trabajadores que participan en la Tarea)

OCCUPACIÓN	NOMBRES	FIRMA INICIO	FIRMA TÉRMINO
Electricista	Paula Vizcarra	[Firma]	
Mecánico	Andrés Mesa	[Firma]	
Mecan. co	Joseph Vizcarra	[Firma]	[Firma]
Mecánico	Carlos Cochona	[Firma]	
Mecánico	Joseph Vizcarra	[Firma]	
Mecánico	Abel Campes B.	[Firma]	

3.- VIGIA (según tipo de trabajo indicar el nombre y apellido del vigia) _____ TIPO DE TRABAJO _____

4.- EQUIPO DE PROTECCIÓN REQUERIDO

<input checked="" type="checkbox"/> PROTECCIÓN PARA LA CABEZA	<input checked="" type="checkbox"/> PROTECCIÓN PARA MANOS	<input checked="" type="checkbox"/> OTROS EPPS ESPECIFICOS
<input checked="" type="checkbox"/> PROTECCIÓN PARA OJOS/ROSTRO	<input checked="" type="checkbox"/> PROTECCIÓN PARA PIES	<u>Arnés y casco</u>
<input checked="" type="checkbox"/> PROTECCIÓN PARA OÍDOS	<input checked="" type="checkbox"/> PROTECCIÓN PARA CUERPO	
<input checked="" type="checkbox"/> PROTECCIÓN RESPIRATORIA	<input checked="" type="checkbox"/> ARNÉS DE SEGURIDAD	

5.- HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y MATERIAL:

Arnés - Arneses
Arneses - Arneses
Arneses - Arneses

6.- PROCEDIMIENTO: Montar el tipo de tuberías y hidrocarburos

7.- AUTORIZACIÓN Y SUPERVISIÓN

CARGO	NOMBRES	FIRMA
Supervisor responsable del trabajo:	Andrés Mesa	[Firma]
Jefe o supervisor del Área donde se realiza el trabajo:	Abel Campes B.	[Firma]

Datos del Formato
 Versión: 03
 Fecha: 10-07-17

LISTAS DE VERIFICACIÓN (Si alguna de las respuestas es negativa no se puede iniciar el trabajo)							
TRABAJOS EN CALIENTE		SI	NA	TRABAJOS EN ESPACIOS CONFINADOS (EC)		SI	NA
¿Existe materia combustible, inflamable o con potencial de incendio sin cubrir totalmente con materiales incombustibles a menos de 11 metros de distancia del lugar de trabajo. Si la respuesta es SI requiere vigia?		/		¿Cada persona que ingresa al EC utiliza una línea de recuperación conectada a su espalda para asegurar el retiro exitoso en una situación de recuperación remota?		/	
¿Antes de realizar el trabajo en tanques, recipientes, ductos, sistemas de tuberías, etc. se ha inspeccionado, drenado, ventilado, lavado y/o rellenado con líquido o gas inerte (de ser necesario)?		/		¿El personal involucrado e el trabajo cuenta con EPP específico?		/	
				¿Los tanques o cilindros de gases comprimidos distintos a los del aire normal se encuentran fuera del espacio confinado?		/	
¿En caso de requerirse monitoreo se cumplieron los requisitos del estándar de espacios confinados?		/		¿De requerirse equipo de respiración autónoma, ha sido previamente inspeccionado?		/	
¿Se instalaron biombos o pantallas de material resistente al fuego (incombustible) para proteger al personal ajeno a los trabajos de la proyección de partículas y radiación (luminosidad)?		/		¿En caso existan posibles atmósferas explosivas el equipo eléctrico está calificado para éstas atmósferas?		/	
				¿Los equipos de monitoreo están calibrados y con la batería cargada?		/	
¿Se tiene la válvula antiretorno instalada a la salida de cada regulador de presión de las botellas de gases comprimidos inflamables?		/		¿En caso se requiera se han instalado los sistemas de extracción de humos y gases?		/	
¿Los equipos contra incendio fijos o proveídos están operativos y se mantienen en servicio mientras se realiza este trabajo. El personal está entrenado para su uso?		/		¿En caso aplique se ha difundido la FDS del producto contenido en el espacio confinado?		/	
				¿Para EC que requieren permiso se comunicó al equipo de respuesta a emergencia y aseguró su disponibilidad?		/	
¿Todos los vacíos o aberturas que conducen a otras áreas (cuartos, pisos) han sido cubiertos?		/		¿Implementará los anexos para el monitoreo y control de ingreso y salida del EC del estándar?		/	
TRABAJOS CON OPEN HOLE		SI	NA	TRABAJOS EN ALTURA		SI	NA
¿Hay iluminación adecuada?		/		¿Los puntos de anclaje están ubicados por encima del nivel de la cabeza del trabajador?		/	
¿Se tiene pre-establecida una vía de evacuación asegurando que los accesos y el piso son estables, están asegurados y libres de obstáculos?		/		¿El sistema de detección de caída está configurado para minimizar la distancia de caída libre, prevenir el contacto con un nivel inferior o minimizar el potencial de balanceo?		/	
¿El área de trabajo está libre de peligros de tropiezo?		/		¿Se cuenta con protección contra caídas para los trabajos en Plataformas Aéreas y Plataformas Móviles?		/	
¿Los trabajadores han sido instruidos para conocer donde anclarse antes de exponerse a un Open Hole?		/					
¿El personal permanece con la protección contra caídas durante la instalación del Open Hole y antes de retirar cintas, letreros y/o elementos de demarcación?		/		¿Las líneas de vida horizontales cuentan con cada extremo accesible con una etiqueta que indique la cantidad máxima de personas que se permiten?		/	
TRABAJOS ELÉCTRICOS EN ALTA TENSIÓN		SI	NA	¿Los componentes individuales del andamio se inspeccionaron antes de levantar el andamio? <th>SI</th> <th>NA</th>		SI	NA
¿El equipo de protección personal se seleccionó de acuerdo a estudio de arco eléctrico?		/					
¿Las herramientas que entran en contacto con las partes energizadas son aisladas?		/		¿Para situaciones con potenciales dificultades para rescatar (altura extrema o suspensión sobre una condición peligrosa) se desarrolló un plan escrito de rescate antes de comenzar el trabajo?		/	
¿Conoce la ubicación del DEA?		/					
¿Se realizó la prueba de inflado del guante dieléctrico antes?		/		¿El andamio que exceda 3 m. de alto es levantado por personal capacitado bajo especificaciones del fabricante?		/	
Frontera de protección contra arco (dato para vigía). DISTANCIA (m)							
Trabajos de Instalación, operación, manejo de equipos y Materiales Radiactivos		SI	NA	IZAJES CRÍTICOS		SI	NA
¿Los trabajadores cuentan con licencia otorgada por IPEN?		/		¿Se cuenta con el Plan de Izaje antes del inicio de los trabajos?		/	
				Formatos Completar			
EXCAVACIONES		SI	NA	HDPE		SI	NA
¿Se complementaron los requisitos establecidos en el estándar Blue Stake detección de instalaciones enterradas?		/		¿Se completaron los requisitos de los anexos del estándar manipulación de tuberías HDPE?		/	

Anexo 3: Formato IPERC



REGISTRO
IPERC CONTINUO

CÓDIGO DE USUARIOS
VERSION: 01
FECHA: 12/05/2021

1. DATOS GENERALES

ACTIVIDAD: *Caracterización de Distinguido y Herencia*

UBICACIÓN: *San José*

PROYECTO: *Plan Maestro*

FECHA DE EMISIÓN: *12/05/2021*

FECHA DE VIGENCIA: *19.30*

2. DESCRIPCIÓN DEL PELIGRO

PELIGRO	RIESGO	SEVERIDAD	EXPOSICIÓN	CONTROLES	MEASURAS DE CONTROL A IMPLEMENTAR
Trabajos en equipos temporalmente desconectados (LOTO)	Atrapamiento Contacto con sustancias peligrosas Contacto con energía eléctrica	Alto	Alto	Alto	
Trabajo en espacios confinados	Atrapamiento Atenuación débil o atenuada Carga de carga suspendida	Alto	Alto	Alto	
Operación de Equipos de Izaje / Cargas suspendidas	Atenuación débil o atenuada Carga de carga suspendida Contacto con líneas eléctricas energizadas	Alto	Alto	Alto	
Trabajo en altura o desnivel (Open Hole)	Caídas a distinto nivel Atropamiento	Alto	Alto	Alto	
Excavaciones	Contacto con líneas eléctricas energizadas / tuberías enterradas Caída de material	Alto	Alto	Alto	
Trabajo en caliente	Quemaduras Incendios	Alto	Alto	Alto	
Operación de equipos móviles (presado y liviano)	Móvilidades Colisión con equipos móviles o fijos	Alto	Alto	Alto	
Trabajos con equipos/circuitos energizados	Atropamiento / atrapamientos Contacto con sustancias peligrosas	Alto	Alto	Alto	
Trabajos en o próximo a partes en movimiento	Contacto con energía eléctrica (Electrocución) Atraccamientos	Alto	Alto	Alto	

3. PELIGRO, RIESGO Y CONTROL FRENTE AL COVID-19

PELIGRO	RIESGO	SEVERIDAD	EXPOSICIÓN	CONTROLES	MEASURAS DE CONTROL A IMPLEMENTAR
Exposición a virus SARS-CoV-2 Ingestión de alimentos o bebidas Manipulación de superficies contaminadas Respiración de partículas aéreas (aerosoles)	Contagio en un lugar de trabajo / contaminación de la Superficie COVID-19	Alto	Alto	Alto	

4. OTROS PELIGROS Y RIESGOS DE LA TAREA Y EL ENTORNO DE TRABAJO

PELIGRO	RIESGO	SEVERIDAD	EXPOSICIÓN	CONTROLES	MEASURAS DE CONTROL A IMPLEMENTAR
Trabajos en o próximo a taludes / taludes conformados	Caídas de objetos / materiales / atropamiento Caídas de taludes conformados / caídas / atrapamiento / vibración Caídas de suelos conformados / resacas / atrapamiento / vibración Atropamiento	Alto	Alto	Alto	
Almacenamiento, transporte y manipulación de tuberías y elementos similares	Caídas de tuberías / caídas de tuberías Caídas de tuberías / caídas de tuberías Caídas de tuberías / caídas de tuberías	Alto	Alto	Alto	
Trabajo en o próximo a aguas embalsadas o líquido peligroso y/o no peligrosos	Caídas de tuberías / atropamiento Caídas de tuberías / atropamiento	Alto	Alto	Alto	
Trabajos con flujos a alta presión / temperatura	Quemaduras Quemaduras Quemaduras	Alto	Alto	Alto	
Trabajos con equipos o herramientas de poder	Quemaduras Quemaduras Quemaduras	Alto	Alto	Alto	
Trabajos con gases comprimidos	Quemaduras Quemaduras Quemaduras	Alto	Alto	Alto	
Trabajos simultáneos en la misma área	Quemaduras Quemaduras Quemaduras	Alto	Alto	Alto	
Trabajos simultáneos a diferente nivel	Quemaduras Quemaduras Quemaduras	Alto	Alto	Alto	
Presencia de fatiga en los integrantes	Somnolencia / Pérdida de concentración / disminución de estado de alerta	Alto	Alto	Alto	
Consumo de medicamentos o drogas sin prescripción	Somnolencia / Desorientación	Alto	Alto	Alto	

5. SECUENCIA PARA CONTROLAR EL PELIGRO Y REDUCIR EL RIESGO

1. ¿CADA TRABAJADOR ES RESPONSABLE POR LA SALUD Y SEGURIDAD DE SU COMPAÑERO DE TRABAJO Y DE SU FAMILIAR?

2. ¿SIGUE LAS REGLAS?

3. ¿TOMA EL CUIDADO DE DETECTAR LAS SITUACIONES DE PELIGRO Y REPORTARLAS?

6. CONTROL ACTIVO Y MEDIDAS CORRECTIVAS, VERIFICACIÓN DEL TRABAJO Y CONTROL DE INCIDENTES

1. ¿SE REALIZA EL CONTROL ACTIVO Y MEDIDAS CORRECTIVAS?

2. ¿SE REALIZA EL CONTROL DE INCIDENTES?

3. ¿SE REALIZA EL CONTROL DE INCIDENTES?

7. COMPROMISO CON LA PRODUCCIÓN SEGURA

NOMBRE Y APELLIDO	DNI	HORARIO Y ASESORÍA	ENI
<i>Carlos Leon Epp Basilio</i>	<i>43391176</i>	<i>19:30</i>	<i>19:30</i>
<i>...</i>	<i>...</i>	<i>...</i>	<i>...</i>

8. APELLIDOS Y NOMBRES DEL SUPERVISOR RESPONSABLE DEL TRABAJO

Moynihan Juan José

9. FIRMA

19.30

Anexo 4: Permiso de Trabajo en Caliente



PERMISO DE TRABAJO EN CALIENTE

Antes de firmar el permiso, piense detenidamente en toda la tarea e identifique, evalúe y controle las fuentes de energía. Se debe cumplir con todo lo indicado en el Estandar de Trabajo en Caliente. Evalúe el uso de alternativas de trabajo en frío antes de comenzar el Trabajo en Caliente.

No tiene validez si el trabajo se retrasa por 90 minutos o más. Válido sólo para un turno de trabajo

Fecha:	14/06/2021 - 22/06/2021	Turno:	B
Area:	Remediación	Lugar:	SSO1

Actividad: Soldeo de Soportes Wings Support y Brackets.

Se cuenta con Vigia de Trabajo en Caliente: SI NO

Se requiere un vigia de Trabajos en Caliente cuando materiales combustibles permanecen dentro de los 11m. del Trabajo en Caliente.

Nombre del Vigia: Juan José Saucedo

Hora (desde llenado del permiso): 19:30

Nombres / Apellidos y Firma de los que realizan la actividad:

Alfredo Chiriqui
José Quintero
Eduin Luyo
Juan José Saucedo

Nombres / Apellidos y Firma del Supervisor a cargo de la actividad:

Diego Mauricio Saucedo

TRABAJO EN CALIENTE EN CONTENEDORES & TANQUES DE COMBUSTIBLE

Los contenedores que poseen líquidos o gases inflamables o combustibles han sido purgados, limpiados y llenados con líquidos o gases inertes y se han realizado pruebas de %LEL/LFL.

NOTA: No se permite la soldadura en equipo móvil de tanques de combustibles.

Lectura de prueba de %LEL/LFL menor a 10% SI.

A. PARA REALIZAR TRABAJO EN CALIENTE REVISAR LO SIGUIENTE:

1. La persona que complete el Permiso de Trabajo en Caliente entiende los peligros y riesgos en el área donde se realice el Trabajo en Caliente.

SI NO

2. El equipo generador de chispas o llamas que será utilizado ha sido inspeccionado y se encontró en buenas condiciones.

SI NO

3. Los aspersores y el agua contra incendio, cuando así se disponga, están en condiciones de funcionamiento y permanecerán en servicio mientras se realice este trabajo.

SI NO

4. Se cuenta con extintores portátiles disponibles que son apropiados para los peligros de incendio y el personal ha sido capacitado para utilizarlos.

SI NO



5. Todos los materiales combustibles han sido trasladados a 35 pies de distancia del lugar de Trabajo en Caliente y los materiales restantes han sido protegidos con cortinas o cubiertas a prueba de fuego.

SI NO

6. Todos los huecos y aberturas que conducen a otras áreas (cuartos, pisos) han sido cubiertos.

SI NO

7. Se cumple con lo indicado en el Estandar de Trabajo en Caliente y los procedimientos específicos de la tarea.

SI NO

8. Se cuenta con el equipo de protección personal adecuado para la actividad de la soldadura.

SI NO

9. Se cuenta con un método para contactar a los servicios de emergencia.

SI NO

SI CUALQUIERA DE ESTAS RESPUESTAS ES NO, SE DEBE COMPLETAR UN PROCESO DE VARIACIÓN

B. Realizar el monitoreo de aire para el trabajo que se realice cerca de líquidos y gases inflamables.

Hora de Monitoreo _____	Nivel de oxígeno _____ %	LEL _____ %
Hora de Monitoreo _____	Nivel de oxígeno _____ %	LEL _____ %
Hora de Monitoreo _____	Nivel de oxígeno _____ %	LEL _____ %
Hora de Monitoreo _____	Nivel de oxígeno _____ %	LEL _____ %

El trabajo no debe proseguir si el nivel de oxígeno se encuentra por encima del 22.5%, o el LEL es mayor al 10% (Tenga en cuenta que el oxígeno debe estar por encima del 19.5% para poder medir de forma adecuada los niveles de LEL/LFL).

COMPLETE ÉSTA SECCIÓN AL FINALIZAR EL TRABAJO

Fecha y hora de finalizada la actividad: 7:30 am

Se verificó que el área ha sido inspeccionada para detectar la ausencia de incendio durante 30 minutos luego de que finalizó el Trabajo en Caliente, y que se ha realizado una inspección exhaustiva de toda el área de trabajo.

Inspección final realizada por: Jerry Mayhew Sr Hora: 7:30 am

Anexo 6: Formato Inspección Pre Uso D

REGISTRO		Código: RE-SM-033
		Versión: 01
INSPECCIÓN DE PRE USO D		Fecha: 02/10/2020
Nombre del Servicio:	Área/Lugar:	Titular:
Supervisor:	Fecha:	Firma:
BUENO (✓) MALO (X) NO APLICA (NA)		

GRUPO ELECTROGENO				
Elementos a Inspeccionar	Datos del equipo			
	Código			
Tanque				
Toma de corriente				
Tierra terminal				
Disyuntor				
Tapón de vaciado y filtro de aceite				
Medidor de nivel de aceite				
Interruptor de arranque				
Cable de tracción				
Palanca de estrangulador				
Asa de transporte				
Filtro de aire				
NOMBRE DEL INSPECTOR:				
FIRMA:				

TABLERO ELÉCTRICO				
Elementos a Inspeccionar	Datos del equipo			
	Código			
Caja de tablero	4070			
Cable de aterramiento				
Toma de corriente				
NOMBRE DEL INSPECTOR:				
FIRMA:				

EQUIPO OXICORTE				
Elementos a Inspeccionar	Datos del equipo			
	Código			
Manómetro				
Válvulas				
Reguladores				
Conexión de mangueras				
Válvulas Anti retorno				
Mangueras				
Sopletes - Boquilla				
Equipo libre de aceite/grasas				
Cadena de seguridad				
Llaves				
Carro transportador				
Protector de válvulas				
NOMBRE DEL INSPECTOR:				
FIRMA:				

COMPRESORA				
Elementos a Inspeccionar	Datos del equipo			
	Código			
Cable y conexiones eléctricas				
Toma de aire				
Depósito				
Válvula Anti retorno				
Válvula de purga				
Manómetro de depósito				
Manómetro de salida				
Salida de aire comprimido				
Reductor de presión				
Botón de arranque/parada				
Presostato				
Bandeja antiderrame				
NOMBRE DEL INSPECTOR:				
FIRMA:				

TURBINETA				
Elementos a Inspeccionar	Datos del equipo			
	Código			
Cables y conexiones eléctricas				
Interruptor de encendido				
Mangos y empuñadura				
Palanca de bloqueo				
Botón de bloqueo				
Conexión a tierra/doble aislamiento				
Carcasa				
Tuerca de fijación				
Eje central del disco				
Guardas protectoras del disco				
NOMBRE DEL INSPECTOR:				
FIRMA:				

Nota. El formato está diseñado para la realización de la inspección diaria y cuenta con casillas para varios equipos de su género, al término del trabajo el inspector verificará la condición de la entrega del equipo.

Anexo 7: Formato Plan de Izaje

Kämpfer **PLAN DE IZAJE**

1. DATOS GENERALES

Descripción del Trabajo: *Contador de Distribución* Fecha: *14/06/2021*

Operador acreditado: *Ricardo Alvarado* Rigger acreditado: *Juan José Jarama*

2. EQUIPO DE IZAJE

Tipo de equipo: *Distribución y Hidrocarbon* Número de equipo: *0001*

3. ACCESORIO DE IZAJE

Capacidad eslingas: *4* Tipo de arreglo: Vertical Basket Choker

Cant. de ramales: *2* Capacidad de eslingas según ángulo y arreglo:

Tipo de accesorios de conexión: Ganchos Separador Cáncamo Grilletes

Peso de accesorios de izaje: *8* Capacidad del accesorio más débil: *6 TN.*

4. DATOS DE LA CARGA - EQUIPO

Peso neto de la carga: *1 TN.* Capacidad de grúa en configuración a usar: *50 TN.*

Peso carga y accesorios de izaje: *1 TN.* Porcentaje de carga del equipo:

5. REQUERIMIENTOS

	SI	N/A	Observaciones
Tabla de capacidad de carga en equipo	/		
Extensión de estabilizadores seguro	/		
Terreno adecuado para un trabajo seguro	/		
Distancia a taludes y a líneas eléctricas segura	/		
Nivelación segura	/		
Condiciones de clima e iluminación seguras	/		
Aparatos adecuados e inspeccionados	/		
Carga libre, OQ en línea vertical al gancho	/		
Cuerda guala (viento)	/		
Requiere permiso de izaje crítico	/		

Use las mismas unidades de peso

Listado de accesorios de izaje a utilizar que se encuentran en buenas condiciones

NOMBRE DEL ACCESORIO DE IZAJE	CAPACIDAD	CÓDIGO ÚNICO	OPERATIVO		NOMBRE DEL ACCESORIO DE IZAJE	CAPACIDAD	CÓDIGO ÚNICO	OPERATIVO	
			SI	NO				SI	NO
<i>Estrobo</i>	<i>20 TN</i>	<i>E1001</i>	/						
<i>Eslinga 7x20</i>	<i>8 TN</i>	<i>E1001</i>	/						

NOTA: En caso se encuentre un accesorio en mal estado (nooperativo), éste no debe ser utilizado y debe ser desechado de manera inmediata.

Lista de participantes en el izaje

Nombre y Apellidos	Ingreso al Área Restringida	Firma
<i>Ricardo Alvarado</i>	<i>SI</i>	<i>[Firma]</i>
<i>Juan José Jarama</i>	<i>SI</i>	<i>[Firma]</i>
<i>[Firma]</i>	<i>SI</i>	<i>[Firma]</i>

Datos del Formato
Versión: 02
Fecha: 23.07.20

Formato 8: Formato Inducción, Capacitación, Entrenamiento

Kämpfer		REGISTRO			INDUCCIÓN, CAPACITACIÓN, ENTRENAMIENTO Y SIMULACROS DE EMERGENCIA		CODIGO: RE-EM-002
DATOS DEL EMPLEADOR		INDUCCIÓN, CAPACITACIÓN, ENTRENAMIENTO Y SIMULACROS DE EMERGENCIA			VERSION: 01		
RAZÓN SOCIAL O DENOMINACIÓN SOCIAL		RUC	DOMICILIO (Dirección, distrito, departamento, provincia)	TIPO DE ACTIVIDAD ECONOMICA	N° TRABAJADORES		
KÄMPFER S.A.C.		2068021003	Urbanización Campaña Distrito B24 - Arequipa	Ingeniería, Mantenimiento y Construcción			
DATOS DEL CURSO							
I. AREA							
Cualidad		Seguridad y Salud Ocupacional		Medio Ambiente		Otro	
II. TIPO							
Inducción		Capacitación		Difusión		Simulación de emergencia	
TEMA 1		1. Plan de Emergencia y Evacuación y Procedimientos de Emergencia					
TEMA 2		Procedimientos de Emergencia					
NOMBRE DEL CAPACITADOR O ENTRENADOR				Firma			
FECHA				HORA DE INICIO		HORA DE TÉRMINO	
14/06/2021				14:30		20:30	
LUGAR				DURACIÓN		1.00 h	
Kämpfer SA							
N°	APellidos y Nombres de los Capacitados		ONI	CARGO	FIRMA		
1	Sánchez Tony Anthony		45794772	Mecánico	[Firma]		
2	Pérez Luis		43887474	Mecánico	[Firma]		
3	Mendoza Juan Melvin		45107101	Mecánico	[Firma]		
4	Cano Víctor José		24645762	Mecánico	[Firma]		
5	Cano Joaquín Sebastián		41907170	Mecánico	[Firma]		
6	Tupalaca Oscar Federico		45500103	Mecánico	[Firma]		
7	Soto Víctor José		21316531	Mecánico	[Firma]		
8	Pérez Alfredo		42645551	Mecánico	[Firma]		
9	Sánchez Juan		47754482	Seguro	[Firma]		
10	Cano Raymundo		48253237	Mecánico	[Firma]		
11	Valencia Kevin		43797819	Mecánico	[Firma]		
12	Mesa Miguel		29517132	Mecánico	[Firma]		
13	Vizcarra Joseph		29574403	Mecánico	[Firma]		
14	Cano Carlos		42202407	Mecánico	[Firma]		
15	Cano Alex		40076705	Soldador	[Firma]		
16	Soto Juan		70828050	Soldador	[Firma]		
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
COMENTARIOS Y SUGERENCIAS				RESPONSABLE DE REGISTRO		Firma	
				Juan Melvin Mendoza		[Firma]	
				CARGO		[Firma]	
				FECHA		14/06/2021	
				FIRMA		[Firma]	

Anexo 8: Hidrociclones KREBS GMAX10

CONNECTION	DESCRIPTION	SIZE	LENGTH	QTY.
1 TO 4 & 7	HEX BOLT & NUT	M16X2	60mm	8
2 TO 4	CONVERSION STUD & NUT	M16X2	2 1/2"	8
4 TO 7	HEX BOLT & NUT	M16X2	50mm	5
4 TO 7	EYE BOLT & NUT	M16X2	50mm	2
7 TO 10 & 11	HEX BOLT & NUT	M16X2	65mm	8
11 TO 13	HEX BOLT & NUT	M12X1.75	60mm	4
13 TO 15	HEX BOLT & NUT	M12X1.75	60mm	4
15 TO 17	HEX BOLT & NUT	M12X1.75	60mm	4
17 TO 20 & 21	HEX BOLT & NUT	M12X1.75	70mm	4
	WASHER	M16		8
	WASHER	M12		24

FASTENER NOTES:

- ALL BOLTS AND NUTS, TO BE METRIC CLASS 8.8 STAINLESS STEEL.
- NUTS SUPPLIED TO BE STAINLESS STEEL NYLON LOCKING.
- WASHERS TO BE USED ON ALL SLOTTED HOLES.
- PLEASE NOTIFY CUSTOMER SERVICES OF ANY DEVIATION IN THIS LIST.
- FOR CONVERSION STUD DETAILS SEE DWG. C7262
- NO PAYMENT FOR CUSTOMER MODIFICATIONS, BACK CHARGES, OR ANY OTHER CHANGES WILL BE ACCEPTED, UNLESS PREVIOUSLY AUTHORIZED BY FLSmidth KREBS.
- QUANTITIES SHOWN ARE FOR THE ASSEMBLY OF ONE CYCLONE.

FASTENER REQUIREMENTS

SERIAL NO: G1684651 - G1684781

PART NO: GMAX10-G168465

NUMBER	PART NUMBER	PRODUCT DESCRIPTION	QTY.
1	G6913-RG04FKEB	INLET FLANGED ADAPTER, 4" SIZE, AWWA CLASS B, FLANGE CONN., GUM RUBBER LINED STEEL.	1
2	G6914-RG-5F-KEB	OVERFLOW FLANGED ADAPTER, 5" SIZE, AWWA CLASS B FLANGE CONN., GUM RUBBER LINED STEEL.	1
3	105GL-RN	GASKET BELOW VORTEX FINDER, NEOPRENE.	1
4	G10-31A-ST	TOP COVER PLATE, STEEL.	1
5	G7-1063-RN	GASKET, NEOPRENE.	1
6	G10-32-BPC	TOP COVER PLATE LINER, BPC RUBBER.	1
7	G10-21A-ST	INLET HEAD, STEEL.	1
8	G10-23-BPC	INLET HEAD LINER, BPC RUBBER.	1
9	105L-CR-3	VORTEX FINDER, 3", SILICON CARBIDE.	1
10	RF1014-99-FDN	MOUNTING PLATE, STEEL.	1
11	G61-201059A-ST	CONE SECTION, STEEL.	1
12	G62-201059-BPC	CONE LINER, BPC RUBBER.	1
13	G61-066045B-ST	CYLINDER SECTION, STEEL.	1
14	G62-066045-BPC	CYLINDER SECTION LINER, BPC RUBBER.	1
15	G61-064530A-ST	CYLINDER SECTION, STEEL.	1
16	G62-064530-BPC	LOWER CYLINDER LINER, BPC RUBBER.	1
17	G81-30A-ST	APEX HOUSING, STEEL.	1
18	G82-30-BPC-2.5	APEX LINER, 2.5" SIZE, BPC RUBBER.	1
19	G7-1020-RN	GASKET, NEOPRENE.	1
20	G83-30A-ST	APEX RETAINER PLATE, STEEL.	1
21	370-ST-5	SPLASH SKIRT RETAINER PLATE, STEEL.	1
22	G4999R-BPC	SPLASH SKIRT, BPC RUBBER.	1

NOTES:

- PAINT: EN-SPEC-4-3041
- WEIGHT: 834# [378kg]
- SLURRY WEIGHT 117# [53kg]

ISO VIEW

Scale: 1:20

REF. DWG: R1014-FDN

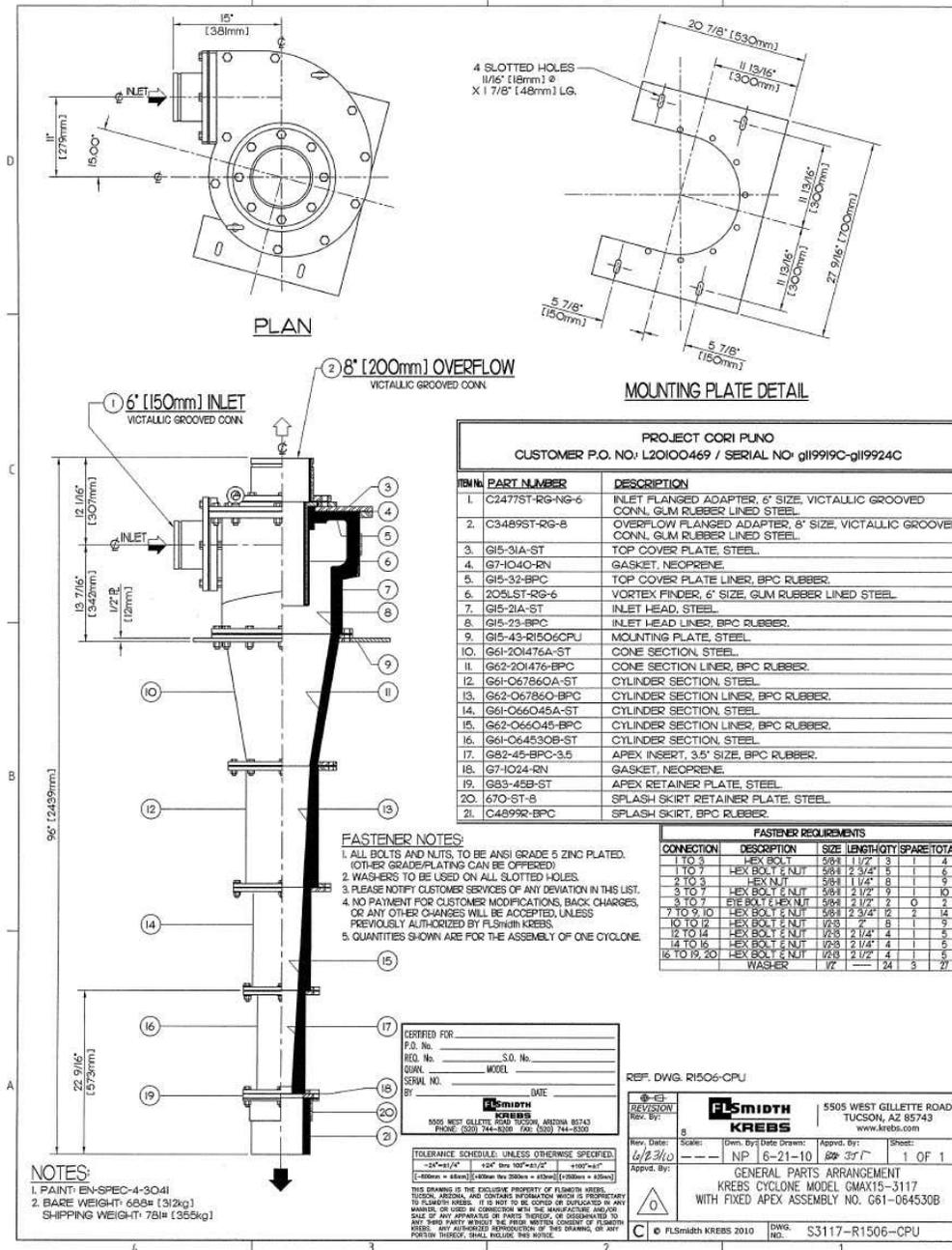
NO.	DATE	REVISION DESCRIPTION
1	7/22/2018	REVISED FASTENERS FROM ZINC PLATED TO STAINLESS STEEL.
2	6/11/2018	UPDATED MOUNTING PLATE DETAILS. CHANGED FASTENER FROM IMPERIAL TO METRIC.

FLSMIDTH
 800 WEST BELLEFLORE ROAD
 TUCSON, AZ 85743

GENERAL PARTS ARRANGEMENT
 KREBS CYCLONE MODEL GMAX10-S3139-KEB
 WITH FIXED APEX ASSEMBLY NO. G81-30A
 (EO: 0217099)

© FLSMIDTH 2016
 S3139-R1014-FDN

Anexo 8: Hidrociclones Krebs GMAX15



Anexo 10: Especificaciones Puente Grúa Remolienda C1

Especificaciones principales	
No. de equipo	C-3330-CN-042
Proveedor	Kaverit
Modelo	Grúa puente de doble viga de desplazamiento aéreo (TRDG) de 95/10 toneladas
Luz de puente	26.02 m
Longitud de carrilera	94.4 m
Potencia instalada	136 kW
Número de elevadores	Un elevador de 95 t y un elevador auxiliar de 10 t

