

ESCONDIDA | BHP

TÍTULO:	ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA	FECHA DOCUMENTO:	15-03-2023
SUBTÍTULO:	-		
CÓDIGO:	PENDIENTE	FECHA REVISIÓN:	

CONTROL DE MODIFICACIONES			
Número de Revisión	Número de Páginas del Documento	Número de Secciones del Documento	Fecha de Modificación
1	-	-	-

DETALLE DE PARTICIPANTES			
ROL	NOMBRE	CARGO	FIRMA
Elaborador	Rodrigo Hurtado Mauricio Sánchez Tatiana Rivera Diego Pávez	Ingeniero Senior Ingeniero Mecánico Asesor HSE Ingeniero Mecánico	
Revisor	Álvaro Socías Tatiana Rivera	Líder Disciplina Mecánica Asesor HSE	
Aprobador	Iván Durán	Jefe de Proyectos	

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Página
1. PROPÓSITO	8
2. ALCANCE	9
3. EXCLUSIONES.....	9
4. ROLES Y RESPONSABILIDADES.....	9
4.1 Vicepresidente – Head Of	9
4.2 Gerentes, superintendentes y/o administradores de empresas colaboradoras	9
4.3 Superintendentes Minera Escondida	10
4.4 Supervisor Minera Escondida y/o Supervisor Empresas Colaboradoras	11
4.5 Colaboradores y visitas	11
4.6 Especialista de seguridad Minera Escondida	12
4.7 Especialistas HSE de empresas colaboradoras	12
5. PROCESO DE ENTRENAMIENTO, EVALUACIÓN Y AUTORIZACIÓN	13
6. DEFINICIONES	14
7. REQUERIMIENTOS IMPORTANTES DE CONTROL DE RIESGOS	18
7.1 Aislamiento, bloqueo, prueba de energía cero y liberación de energía residual.....	18
7.2 Mantención de sistemas críticos.....	20
7.2.1 Requerimientos mínimos.....	20
7.3 Dispositivos de seguridad para bloqueo y contención de liberación de energías.....	21
7.3.1 Uso de dispositivos de aislamiento y bloqueo para contener energías	23
8. CUERPO DEL ESTÁNDAR	25
8.1 ENERGÍAS INVOLUCRADAS	25
8.1.1 Energía de operación y energía residual	28
8.1.2 Efectos de la presión y la velocidad sobre las energías.....	28
8.2 ENERGÍA MECÁNICA	32
8.2.1 Equipos y componentes asociados a liberación descontrolada de Energía Mecánica.....	32
8.2.2 Actividades con riesgo de liberación descontrolada de Energía Mecánica	33
8.2.3 Formas de liberación descontrolada de Energía Mecánica.....	33
8.2.4 Causas de liberación descontrolada de Energía Mecánica	34
8.2.5 Controles Preventivos-mitigadores y Crítico de liberación descontrolada de Energía Mecánica	34
8.2.6 Controles Específicos de liberación descontrolada de Energía Mecánica	36
8.2.7 Lineamientos generales sobre liberación descontrolada de Energía Mecánica	37
8.3 ENERGÍA HIDRÁULICA.....	39

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

8.3.1	Equipos y componentes asociados a liberación descontrolada de Energía Hidráulica	39
8.3.2	Actividades con riesgo de liberación descontrolada de Energía Hidráulica.....	39
8.3.3	Formas de liberación descontrolada de Energía Hidráulica	40
8.3.4	Causas de liberación descontrolada de Energía Hidráulica	40
8.3.5	Controles Preventivos-mitigadores y Críticos de liberación descontrolada de Energía Hidráulica	40
8.3.6	Controles Específicos de liberación descontrolada de Energía Hidráulica.....	42
8.4	ENERGÍA OLEO-HIDRÁULICA.....	43
8.4.1	Equipos y componentes asociados a liberación descontrolada de Energía Oleo-Hidráulica....	44
8.4.2	Actividades con riesgo de liberación descontrolada de Energía Oleo-Hidráulica	44
8.4.3	Formas de liberación descontrolada de Energía Oleo-Hidráulica	45
8.4.4	Causas de liberación descontrolada de Energía Oleo-Hidráulica	45
8.4.5	Controles Preventivos-mitigadores y Críticos de liberación descontrolada de Energía Oleo-hidráulica	46
8.4.6	Controles Específicos de liberación descontrolada de Energía Oleo-Hidráulica	47
8.5	ENERGÍA NEUMÁTICA	49
8.5.1	Equipos y componentes asociados a liberación descontrolada de Energía Neumática	49
8.5.2	Actividades con riesgo de liberación descontrolada de Energía Neumática	50
8.5.3	Formas de liberación descontrolada de Energía Neumática.....	50
8.5.4	Causas de liberación descontrolada de Energía Neumática.....	50
8.5.5	Controles Preventivos-mitigadores y Críticos de liberación descontrolada de Energía Neumática	51
8.5.6	Controles Específicos de liberación descontrolada de Energía Neumática.....	53
8.6	ENERGÍA TÉRMICA	54
8.6.1	Equipos y componentes asociados a liberación descontrolada de Energía Térmica	54
8.6.2	Actividades con riesgo de liberación descontrolada de Energía Térmica	55
8.6.3	Formas de liberación descontrolada de Energía Térmica.....	55
8.6.4	Causas de liberación descontrolada de Energía Térmica	56
8.6.5	Controles Preventivos-mitigadores y Críticos de liberación descontrolada de Energía Térmica	56
8.6.6	Controles Específicos de liberación descontrolada de Energía Térmica.....	58
9.	RECOMENDACIONES.....	59
9.1	Taller de Camiones	59
9.2	Plataforma de Perforación para Sondaje	61
9.3	Sala de Sistema de Lubricación Planta Laguna Seca.....	62
9.4	Diagrama de Bloqueo Despegadora Eletrowinning	62
9.5	Sector Compresores Planta Coloso.....	63

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

10.	IDENTIFICACIÓN DE CAMBIOS: (Obligatoria para versiones 2 y superiores)	63
11.	DOCUMENTOS DE REFERENCIA:	64
12.	ANEXOS.....	65

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA**ANEXOS**

	Página
Anexo 1. Tabla resumen de energías	65
Anexo 2. Identificación de equipos según energía.....	67
Anexo 3. Identificación de energías en instalaciones MEL	70
Anexo 4. Dispositivos de bloqueo.....	88
Anexo 5: Dispositivos Anti-Latigazo.....	94
Anexo 6: Dispositivos de tiro y arrastre.....	97
Anexo 7. Guardas y protecciones	102
Anexo 8: Discos de ruptura	105
Anexo 9. Válvulas de alivio y venteo.....	110
Anexo 10: Herramientas manuales (Hidráulicas, Neumáticas y Eléctricas)	114
Anexo 11: Placas de desgaste, recambio por soldadura	122

TABLAS

	Página
Tabla 7-1: Dispositivos de seguridad para bloqueo y/o contención de liberación de energías	21
Tabla 7-2: Componentes, dispositivos y herramientas y métodos de contención / mitigación de LDE	23
Tabla 8-1: Actividades asociadas a riesgo de liberación descontrolada de energía.....	26
Tabla 8-2: Controles Preventivos, Críticos y Específicos asociados a liberación descontrolada de energía.	27
Tabla 8-3: Energías y etiquetas de identificación.....	28
Tabla 8-4: Potencial de riesgo de LDE asociada al movimiento de fluidos presurizados.	30
Tabla 8-5: Etiqueta liberación descontrolada de Energía Mecánica y algunos ejemplos.....	33
Tabla 8-6: Causas comunes de liberación descontrolada de Energía Mecánica.	34
Tabla 8-7: Controles Preventivo y Crítico, para la liberación descontrolada de Energía Mecánica.	35
Tabla 8-8: Controles Específicos para la liberación descontrolada de Energía Mecánica.....	36
Tabla 8-9: Etiqueta de liberación descontrolada de Energía Hidráulica y algunos ejemplos.	39
Tabla 8-10: Causas comunes de liberación descontrolada de Energía Hidráulica.	40
Tabla 8-11: Controles Preventivos y Críticos para la liberación descontrolada de Energía Hidráulica.	41
Tabla 8-12: Controles Específicos para la liberación descontrolada de Energía Hidráulica.	42

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

Tabla 8-13: Etiqueta liberación descontrolada de Energía Oleo-Hidráulica y algunos ejemplos.	44
Tabla 8-14: Causas comunes de liberación descontrolada de Energía Óleo-Hidráulica.	45
Tabla 8-15: Controles Preventivos y Críticos para la liberación descontrolada de Energía Óleo-Hidráulica..	46
Tabla 8-16: Controles Específicos para la liberación descontrolada de Energía Óleo-Hidráulica.....	48
Tabla 8-17: Etiqueta liberación descontrolada de Energía Neumática y algunos ejemplos.....	50
Tabla 8-18: Causas comunes de liberación descontrolada de Energía Neumática.....	51
Tabla 8-19: Controles Preventivos y Críticos para la liberación descontrolada de Energía Neumática.	52
Tabla 8-20: Controles Específicos para la liberación descontrolada de Energía Neumática.	53
Tabla 8-21: Tiempos de exposición y temperaturas que pueden causar quemaduras parciales de primer grado.....	54
Tabla 8-22: Etiqueta liberación descontrolada de Energía Térmica y algunos ejemplos.	55
Tabla 8-23: Causas comunes de liberación descontrolada de Energía Térmica.....	56
Tabla 8-24: Controles Preventivos y Críticos para la liberación descontrolada de Energía Térmica.	57
Tabla 8-25: Controles Específicos para la liberación descontrolada de Energía Térmica.	58
Tabla 10-1: Identificación de cambios.....	63
Tabla 12-1: Cuadro resumen de equipos de referencia según Energías potencialmente liberadas durante actividades de operación y/o mantenimiento de sistemas.	66
Tabla 12-2: Referencia de Familia de Equipos Mecánicos.	68

FIGURAS**Página**

Figura 7-1: Dispositivos de bloqueo - Canastillo de Bloqueo, bloqueo de válvula y candado de seguridad. .	19
Figura 7-2: Candado, pinza, etiqueta y dispositivo bloqueo válvula.	22
Figura 7-3: Whipcheck conectado a manguera hidráulica.....	23
Figura 7-4: Flujograma procedimiento de uso de dispositivos de aislamiento y bloqueo.....	24
Figura 8-1: Esquema de Energías, Actividades y Controles.	27
Figura 8-2: Fuentes de energía, camión Caterpillar 797B – 793F.....	59
Figura 8-3: Presiones acumuladores, suspensión y estanque de aire, camión Caterpillar 797B.....	60
Figura 8-4: Presiones acumuladores, suspensiones y puntos críticos, camión Caterpillar 798 AC.	60
Figura 8-5: Señalética advertencia de peligro e indicación de presión en tuberías.	61
Figura 8-6: Protecciones instaladas en plataforma de perforación para sondaje.	61

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

Figura 8-7: Restricción de acceso a sala de lubricación de molino de bolas.....	62
Figura 8-8: Diagrama de bloqueo máquina despegadora.	62
Figura 8-9: Restricción de acceso y señal de liberación descontrolada de energía en sector compresores..	63
Figura 12-1: Identificación de Energías - Distribución de Plantas de MEL	71
Figura 12-2: Identificación de Energías - Estaciones de Bombeo de EWS y Estaciones de Válvulas de Mineroducto.....	72
Figura 12-3: Identificación de Energías - Puerto Coloso.	73
Figura 12-4: Identificación de Energías – Plantas Desalinizadoras EWS y Planta Cero.	74
Figura 12-5: Identificación de Energías – Puerto Coloso: Filtros, Stock Pile.....	75
Figura 12-6: Identificación de Energías - Plantas Concentradoras CLC, CLS y Óxidos.	76
Figura 12-7: Identificación de Energías - Concentradora Los Colorados, Vista General.	77
Figura 12-8: Identificación de Energías - Taller de Camiones, Chancado.....	78
Figura 12-9: Identificación de Energías - Concentradora Los Colorados, Parte 1.....	79
Figura 12-10: Identificación de Energías - Concentradora Los Colorados, Parte 2.....	80
Figura 12-11: Identificación de Energías - Concentradora Laguna Seca.	81
Figura 12-12: Identificación de Energías - Laguna Agua Clara.	82
Figura 12-13: Identificación de Energías - Recuperación Agua Laguna Clara.	83
Figura 12-14: Identificación de Energías - Planta Óxidos.	84
Figura 12-15: Identificación de Energías - Planta Óxidos Chancado.	85
Figura 12-16: Identificación de Energías - Planta Óxidos Lixiviación - Electro Winning.	86
Figura 12-17: Identificación de Energías - Planta Óxidos Lixiviación.	87
Figura 12-18: Sistemas de bloqueo de válvulas con volante.	89
Figura 12-19: Sistemas de bloqueo de válvulas con palanca.....	90
Figura 12-20: Sistemas de bloqueo de válvulas con palanca.....	91
Figura 12-21: Sistemas de bloqueo de válvulas con cable.	91
Figura 12-22: Sistemas de bloqueo para aire y gas.....	91
Figura 12-23: Guarda acoples.	92
Figura 12-24: Válvula anti-retroceso de llama.....	93
Figura 12-25: Prensa tensora para correa transportadora.	93
Figura 12-26 : Tipos básicos de dispositivos anti-latigazo.	95
Figura 12-27: Tipos de Tirfor.	98
Figura 12-28: Tipos de Winches.	99
Figura 12-29: Accesorios de Tiro y Arrastre.....	100
Figura 12-30: Esquema de protecciones.	103

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

Figura 12-31: Disco de ruptura.	106
Figura 12-32 : Disco de ruptura, acción Inversa.....	106
Figura 12-33: Disco de ruptura, acción directa.	107
Figura 12-34: Disco de ruptura, planos.	107
Figura 12-35: Disco de ruptura, monobloque.....	108
Figura 12-36: Válvulas de alivio.....	111
Figura 12-37: Válvula de venteo.	113
Figura 12-38: Herramienta manual oleo-hidráulica Hytorc.	116
Figura 12-39: Herramientas Neumáticas.	117
Figura 12-40: Herramientas eléctricas.	120
Figura 12-41: Placas de desgaste.	123

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

1. PROPÓSITO

Definir los requisitos mínimos de seguridad, aplicables al inicio, desarrollo y término de trabajos, donde corresponda exposición al riesgo de “Liberación Descontrolada de Energía” (LDE) estableciendo las acciones y métodos de control, con el fin de prevenir el riesgo de lesiones y accidentes fatales, cuando exista potencial de liberación descontrolada de las siguientes energías:

- Energía Hidráulica.
- Energía Mecánica.
- Energía Neumática.
- Energía Oleo-hidráulica.
- Energía Térmica.

El propósito principal de este estándar es entregar la información suficiente para la identificación del Riesgo Material LDE y la aplicabilidad de la Instrucción de Seguridad “IS”.

Debido a que este riesgo no se ve a simple vista, es un riesgo silencioso que se esconde detrás de tareas rutinarias, como manipulación de herramientas y equipos, maniobras de izaje manuales, entre otros. Puede darse por medio de varios factores externos a la actividad principal que se esté ejecutando y se puede encontrar más de un tipo de energía en la misma operación o tarea, así como se puede presentar en trabajos simples de ejecución, donde a simple vista no existe riesgos críticos.

Para esto es importante conocer los cinco tipos de energías que se exponen en el presente documento, ya que con la identificación de ellas se puede realizar un análisis y evaluación de riesgos más acabado y sin margen de error, llevando a los trabajadores al uso y aplicación de la herramienta IS y a la ejecución correcta de las medidas preventivas.

Este riesgo en algunas ocasiones pasa a segundo plano, debido a que se colocan los esfuerzos en la actividad principal como tal (operación, reparación, inspección y mantención) y se requiere un cabal conocimiento de las energías presentes en las distintas áreas de Minera Escondida y por tanto la importancia de que este estándar sea difundido a todo el personal que labora en faena, sin excepciones.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

2. ALCANCE

El presente estándar será aplicable donde exista potencial de liberación de energía en todas las instalaciones y recintos en los cuales Minera Escondida tenga operaciones, incluyendo las áreas destinadas eventualmente a empresas contratistas, subcontratistas y proveedores que presten servicios y que estén en la categoría de empresas controladas, así como también aquellas personas que visiten las instalaciones de Minera Escondida.

3. EXCLUSIONES

El alcance del presente estándar de seguridad excluye los eventos asociados a las siguientes energías y/o incidentes:

- Eléctrica.
- Gravitacional.
- Química.
- Radiactiva.
- Incendio y/o explosión.
- Explosión de neumáticos.

Cabe destacar que estas exclusiones son abordadas en otros estándares, instrucción de seguridad y procedimientos específicos, y es por ello que no son parte del presente documento.

4. ROLES Y RESPONSABILIDADES

4.1 Vicepresidente – Head Of

- Garantizar la aplicación de este estándar en el área de su competencia.
- Proveer los recursos necesarios.

4.2 Gerentes, superintendentes y/o administradores de empresas colaboradoras

- Conocer, difundir y garantizar el cumplimiento del presente estándar.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

- Entregar los recursos humanos, materiales y financieros suficientes para cumplir lo indicado en el presente estándar.
- Verificar el desempeño relacionado con los trabajos con exposición a liberación descontrolada de energía.
- Exigir y controlar que se realicen capacitaciones y entrenamientos para los supervisores en su área de responsabilidad.
- Proporcionar asesoría, respaldo, asistencia y recomendaciones para todas las dudas respecto del tema de administración de riesgos en la aplicación de este estándar y en la confección de procedimientos y/o instructivos específicos de liberación descontrolada de energía.
- Mantener al personal debidamente capacitado cada vez que exista una actualización del estándar de liberación descontrolada de energía con los procedimientos específicos.
- Asegurar que todas las personas que trabajan en su área de responsabilidad hayan recibido la capacitación apropiada en la aplicación de este estándar y de los procedimientos específicos correspondientes.
- Verificar a través de observaciones planeadas y conductuales, el cumplimiento estricto de este estándar y el comportamiento de las personas en su aplicación.
- Fiscalizar, controlar, cumplir y hacer cumplir este estándar.
- Realizar la verificación del Estándar Desempeño en actividades relacionadas con liberación descontrolada de energía.
- Detener cualquier trabajo que no cumpla con los controles requeridos en este estándar y dar cuenta al gerente respectivo de la situación.
- La Head of HSE será responsable de mantener actualizado y disponible en los sistemas de Minera Escondida, el presente documento.

4.3 Superintendentes Minera Escondida

- Asegurar que todo el personal de Minera Escondida, Contratistas y Consultores, que participan en actividades que se relacionen con potencial de liberación descontrolada de energía, reciban capacitación y autorización respecto a estas materias.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

- Asegurar que los registros de la entrega de los entrenamientos por la superintendencia o Empresas Contratistas se encuentren disponibles.
- Verificar a través de observaciones planeadas y conductuales, el cumplimiento estricto de este estándar y el comportamiento de las personas en su aplicación.
- Detener cualquier trabajo que no cumpla con los controles requeridos en este estándar y dar cuenta al gerente respectivo de la situación.

4.4 Supervisor Minera Escondida y/o Supervisor Empresas Colaboradoras

- Asegurar en terreno el cumplimiento de los requisitos establecidos en el presente estándar.
- Verificar el “Control Crítico Presente” relacionado con actividades con exposición a Liberación Descontrolada de Energía.
- Asegurar que el operador tenga todas las competencias técnicas y autorizaciones requeridas para operar equipos donde esté expuesto a liberación descontrolada de energía, además de auditar permanentemente el cumplimiento de este estándar.

4.5 Colaboradores y visitas

- Estar capacitado y comprender el proceso de liberación descontrolada de energía, antes de intervenir equipos o sistemas.
- Estar autorizado por la gerencia respectiva o administrador de empresa contratista, para ejecutar la tarea o actividad.
- Cumplir con lo dispuesto en este estándar, conocerlo y aplicarlo.
- Aplicar Cartilla CIS e IS Riesgo Material Liberación Descontrolada de Energía.
- Verificar que los equipos y accesorios de aislación y contención estén en buen estado antes de utilizarlos.
- Verificar certificación de calibración de instrumentos de medición asociados al sistema, equipo y/o componente a intervenir (presión, temperatura, etc.).
- Aplicar procedimiento de aislamiento y bloqueo cuando corresponda.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

- Detener cualquier trabajo que no cumpla con los controles requeridos en este estándar y dar cuenta al supervisor respectivo de la situación.

4.6 Especialista de seguridad Minera Escondida

- Proporcionar asesoría, respaldo, asistencia y recomendaciones para todas las dudas respecto del tema de administración de riesgos en la aplicación de este estándar y en la confección de procedimientos y/o instructivos específicos de liberación descontrolada de energía.
- Asesorar a la supervisión Minera Escondida y capacitar a los Asesores en Prevención de Riesgos de Empresas Contratistas respecto a este estándar.
- Detener cualquier trabajo que no cumpla con los controles requeridos en este estándar y dar cuenta al gerente respectivo de la situación.

4.7 Especialistas HSE de empresas colaboradoras

- Proporcionar asesoría, respaldo, asistencia y recomendaciones para todas las dudas respecto del tema de administración de riesgos en la aplicación de este estándar y en la confección de procedimientos y/o instructivos específicos de liberación descontrolada de energía.
- Entrenar y evaluar a la supervisión y trabajadores de la empresa contratista, respecto a este estándar.
- Verificar a través de observaciones planeadas y conductuales, el cumplimiento estricto de este estándar y el comportamiento de las personas en su aplicación.
- Detener cualquier trabajo que no cumpla con los controles requeridos en este estándar y dar cuenta al gerente respectivo de la situación.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

5. PROCESO DE ENTRENAMIENTO, EVALUACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Trabajadores de Minera Escondida y Colaboradores que deban realizar actividades donde estén expuestos a Riesgo de Liberación Descontrolada de Energía, deben recibir capacitación y/o instrucción del presente estándar con aplicación del instructivo de seguridad IS correspondiente a cada máquina, componente o herramientas, plan de emergencia de Minera Escondida e interno de la empresa colaboradora y Plan específico para la tarea.

El personal autorizado a intervenir equipos o sistemas accionados por cualquier tipo de energía, debe poseer como mínimo, formación académica técnica formal u otra acreditación que valide su competencia en relación a la energía a intervenir, por ejemplo: ingeniero o técnico mecánico, eléctrico, electrónico, soldador, operador, etc.

Como complemento, se recomienda considerar cursos de capacitación dictados por Organismos Técnicos de Capacitación (OTEC) para el personal que interviene equipos, tales como:

- Operación/Mantención de bombas centrífugas y de desplazamiento positivo.
- Operación/Mantención de máquinas, equipos y circuitos óleo-hidráulicos.
- Operación/Mantención de máquinas, equipos y circuitos neumáticos.
- Operación/Mantención de calderas y sistemas a vapor.
- Operación/Mantención de espesadores, molinos, chancadores, celdas de flotación.
- Operación/Mantención de correas transportadoras.
- Uso y manipulación de herramientas hidráulicas, neumáticas, mecánicas y eléctricas.
- Otros.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

6. DEFINICIONES

Acople: Elemento de conexión utilizado para la transmisión de fuerza y/o movimiento (potencia). Se incluyen dentro de ellos los acoplos de tiro y arrastre (transmisión de fuerza) y también los acoplos rotatorios (ejemplo: acople en eje de bombas centrífugas).

Aislamiento: Es la acción de interrumpir el flujo de energía desde la fuente hacia el equipo o sistema mediante un dispositivo (interruptor, válvula, botonera, dispositivo de accionamiento, o cualquier otro elemento para este efecto) de tal forma de asegurar que un equipo o instalación no continúe recibiendo energía, antes de que este sea bloqueado para ser intervenido en forma segura. Esta acción no asegura que el equipo o sistema esté sin energía, por lo que se requiere la comprobación de energías residuales.

Bloqueo: Es la acción de aislar físicamente la fuente de energía, al asegurar el aislamiento del equipo o componente con un dispositivo (trabas mecánicas de movimiento, prensas tensoras de correa, etc.), con el objetivo de que las energías de operación y/o residuales no puedan liberarse fuera de control del personal que efectúa la revisión, mantención y/o reparación.

Cables de Seguridad (Whipcheck): Corresponde a un elemento de seguridad que se utiliza principalmente en las conexiones de mangueras de aire para prevenir su movimiento descontrolado en caso de desacoplamiento. La salida rápida del aire causa que la manguera se agite violentamente, conocido como efecto látigo, creando una situación peligrosa para el personal que se encuentre cerca del acoplamiento.

Componente: Elemento perteneciente a un equipo o al sistema donde el equipo principal está instalado.

Compresión: Aplicación de fuerzas sobre un cuerpo que se aplican hacia el “interior” del mismo, que tiene como efecto la acumulación de energía potencial, y generalmente, conlleva una reducción de volumen o de alguna de sus longitudes características.

Controles Críticos de Riesgo: Aquellos controles tangibles que nunca debe estar ausentes, debido a que su omisión puede llevar a eventos fatales.

Controles Específicos: Aquellos controles destinados a prevenir que un riesgo se materialice. Son de carácter específico a la tarea u operación.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

Controles Preventivos: Aquellos controles destinados a prevenir que un riesgo se materialice.

Energía Cero: Ausencia de energía en un sistema o equipo.

Energía de Operación: Energía utilizada para la operación normal del equipo y que se aísla con el accionamiento de elementos de maniobra de apertura y cierre, definidos en el circuito de circulación de dicha energía.

Energía Hidráulica: Energía relacionada con la presión hidráulica, como consecuencia del movimiento de agua o líquidos.

Energía Mecánica: Está relacionada con la energía cinética, energía potencial y energía de deformación producto de una tensión o compresión. Para efectos de este estándar, es la energía asociada al potencial causado por: Elementos tensionados, desprendimiento de elementos, y partes o componentes rotatorios.

Energía Neumática: Energía relacionada con el manejo de gases comprimidos. Para efectos de este estándar, es la energía relacionada con la producción de movimiento, realizada con desplazamiento de gas comprimido (generalmente aire).

Energía Oleo-Hidráulica: Energía aplicable al transporte de líquidos viscosos incompresibles y la trasmisión de potencia. Para efectos de este estándar, es la energía relacionada con la producción de movimiento, realizada con desplazamiento de fluidos hidráulicos incompresibles.

Energías Residuales: Son las energías potencialmente peligrosas, que quedan presentes en el equipo o en el circuito de operación del equipo (aún después de haber transcurrido tiempo y de haber realizado el aislamiento y bloqueo) y que podrían liberarse sin control, durante los trabajos de reparación o mantención.

Energía Térmica: Energía interna de un sistema relacionada a la temperatura. Debido a diferencias de temperatura existe un flujo de energía (calor) y/o producción de trabajo en forma de movimiento.

Inspección: Acción de observar, examinar y/o realizar mediciones características de un sistema, equipo o componente, detenido o en operación, con el propósito de determinar si existen desviaciones respecto a su condición normal o deseada.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

Lesión: Efecto adverso en la condición física, mental o cognitiva de una persona.

Liberación descontrolada de energía (LDE): Es un riesgo materia referido a la liberación sin control de energía contenida en un equipo industrial o componente, en operación o detenido, que puede causar lesiones graves o de fatalidad.

Mantención: Acciones sobre un sistema, equipo o componente, detenido o en operación, destinadas a preservar sus cualidades, funciones y condiciones de diseño, previniendo la ocurrencia de fallas.

Montaje: Acción de instalar un equipo o componente en su lugar de operación permanente.

Operación: Acción de controlar, conducir, manipular y/o monitorear, de forma presencial o remota, un sistema o equipo y sus componentes de funcionamiento, para que realice una función requerida.

Presión riesgosa: Condición de presión interna presente en sistemas hidráulicos, óleo-hidráulicos, neumáticos y térmicos, cuya liberación no controlada tiene el potencial de producir lesiones y/o riesgo material. La liberación sin control de la presión puede manifestarse mediante la eyección o expulsión de fluidos (líquidos o gases) a velocidades que pueden causar daños a las personas y/o al entorno. Para efectos de este estándar, se define como presión riesgosa un valor de 100 [psi] [Ref.11], considerando que se trata de la presión a la cual se puede producir daño sobre la piel, provocar infección o lesiones por inyección de fluidos según el tiempo de exposición.

Reparación: Acción de intervenir una máquina o componente para recuperarla de algún evento de falla o prevenir daño mayor. La reparación requiere que el equipo se encuentre detenido y sin energía.

Riesgo material de seguridad: Proceso de gestión de riesgos para evaluar eventos con consecuencia de fatalidades únicas o múltiples en todas las operaciones.

Soportación: Elementos de sujeción de sistemas de cañerías y conductos que restringen los grados de libertad de los mismos.

Temperatura riesgosa: Corresponde a cierta condición de temperatura que puede causar lesiones de consideración a las personas. Para efectos de este estándar, se define como temperatura riesgosa un

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

valor de 50 [°C], considerando que se trata de la temperatura a la cual se comienza a producir daño en la piel, según el tiempo de exposición [Ref.7]. De esta manera, todo sistema, equipo o componente que opere sobre dicho valor de temperatura, será considerado como riesgoso.

Tensión: Acción de fuerzas sobre un cuerpo que se aplican hacia el “exterior” del mismo, que tiene como efecto la acumulación de energía potencial, y generalmente, conlleva un aumento de volumen o de alguna de sus longitudes características.

Tirfor: El Tirfor® (marca registrada), es un dispositivo portable de tiro y tracción manual, que se puede utilizar para tirar, tensar y levantar cargas en distintas direcciones. Tiene un cable que pasa a través de un mecanismo de tensión y freno, en lugar de ser enrollado en un tambor.

Tiro y Arrastre: Acción para ejercer tensión, en la horizontal o en ángulo, mediante eslinga o cable, ya sea en forma manual (con Tirfor, tecle) o eléctrica (con Winche), con el objetivo de arrastrar o jalar un componente determinado, para efectos de reparación o cambio.

Trabajo mecánico: Acción de una fuerza sobre un cuerpo en reposo o movimiento, que produce como resultado un desplazamiento o movimiento del mismo.

Velocidad de escape (externa): Corresponde a la velocidad de un fluido (líquido o gas) que es eyectado o expulsado hacia el exterior de un sistema contenedor presurizado producto de la liberación de presión (recipiente, tubería, manguera, equipo, etc.). La magnitud de esta velocidad dependerá de la presión interna del fluido contenido al pasar a través de un área determinada.

Velocidad riesgosa (interna): Corresponde a la velocidad de un fluido (líquido o gas) al interior de una manguera o tubería sin adecuada soportación, que puede producir movimientos de vaivén sin control (latigazos) o golpes, los cuales pueden causar lesiones. Para efectos de este estándar, se define como velocidad riesgosa a valores superiores a 3 [m/s].

Verificación de energía cero: Asegurar después del bloqueo que las energías no estén presentes en el equipo a intervenir, realizando prueba de activación del interruptor de funcionamiento. La verificación de energía cero, debe ser realizada por personal competente, siendo obligación de las personas que intervendrán, la solicitud de comprobación de ella.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

7. REQUERIMIENTOS IMPORTANTES DE CONTROL DE RIESGOS

7.1 Aislamiento, bloqueo, prueba de energía cero y liberación de energía residual

Se debe dar cumplimiento a Estándar de Aislamiento y Bloqueo [Ref.1], versión actualizada, considerando en forma primordial los siguientes puntos:

- Contar con capacitación y autorización para realizar la actividad de aislamiento, bloqueo y verificación de efectividad del bloqueo.
- Identificar referencias asociadas a los equipos a intervenir o relacionados con la intervención, tales como diagramas, planos o procedimientos vigentes para las energías presentes, previo a la ejecución de los trabajos.
- Conocer y aplicar los sistemas o accesorios utilizados para el aislamiento, contención o bloqueo, verificando que sean los apropiados para las energías presentes en la actividad a ejecutar. Se deberán considerar como referencia los indicados en el presente estándar y los señalados en los procedimientos específicos de cada área, sitio y trabajo.
- Considerar a los manómetros como un dispositivo importante de verificación de energía cero, por lo que deben estar visibles, calibrados y rotulados con la presión máxima admisible.
- Realizar la liberación de la energía residual a todas las energías presentes en la actividad a desarrollar.
- Verificar y registrar la energía cero para todas las energías presentes en la actividad a desarrollar, según procedimientos específicos de áreas, sitios y trabajo. La verificación de energía cero se deberá realizar con instrumentación como manómetros, transductor de presión (PIT), cámara termográfica, etc. Se deberán tomar como referencia los indicados en el presente estándar y los señalados en los procedimientos específicos de cada trabajo y sitio de trabajo.
- Considerar a las válvulas de despiche o alivio como un dispositivo importante de mitigación/contención de presión, cuyo estado es vital para su correcta operación. La válvula debe estar operativa y habilitada para cierre completo, tener asiento hermético y rodar suave con la fuerza normal aplicada. Se deberá seguir instrucciones específicas de mantenimiento de fabricante.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

- Cada vez que se retire una bomba o válvula desde un punto y quede descubierto por más de un turno, se deberá instalar flange ciego, independiente del material de fabricación de la línea de fluidos (acero carbono o inoxidable, HDPE, u otro material), al objeto de asegurar que no exista posibilidad de salida de un fluido mientras mantenga la condición la línea.
- Dar cumplimiento a procedimientos específicos de instalaciones y equipos.

La Figura 7-1 presenta imágenes de distintos dispositivos de bloqueo.

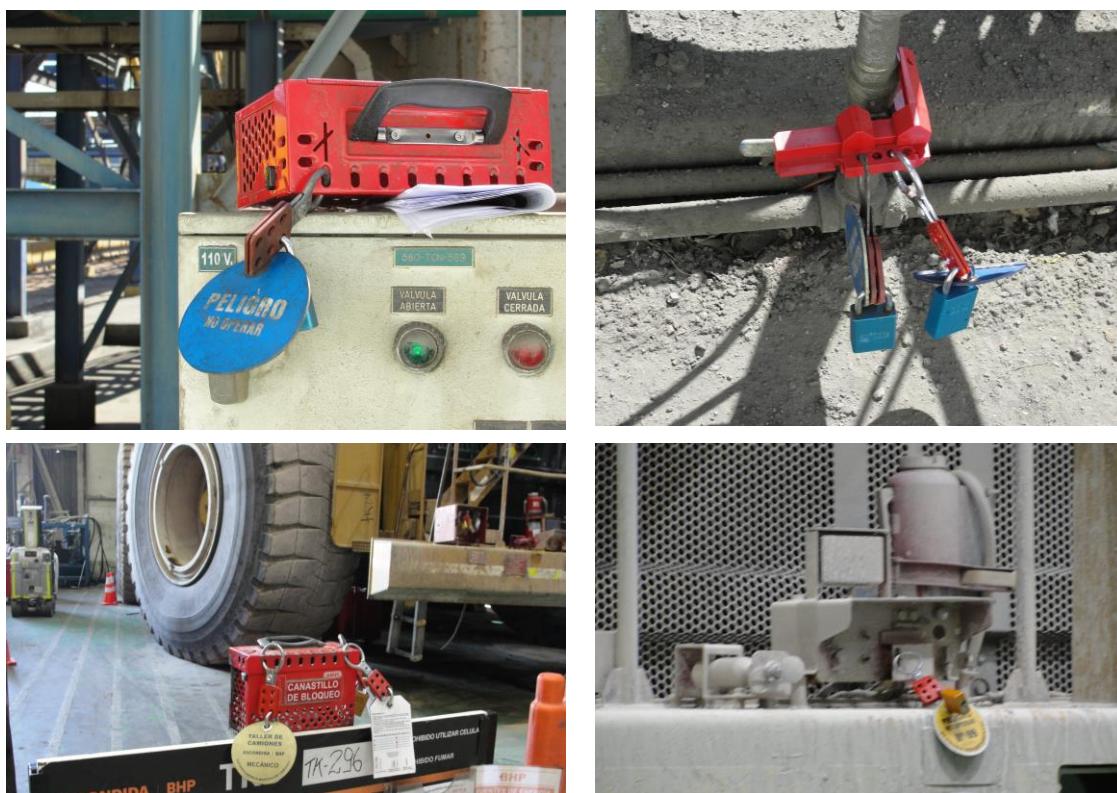


Figura 7-1: Dispositivos de bloqueo - Canastillo de Bloqueo, bloqueo de válvula y candado de seguridad.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

7.2 Mantención de sistemas críticos

Los Sistemas Críticos son aquellos cuya falla puede producir un accidente fatal o causar daños importantes a la propiedad o el entorno. Debido a lo anterior, la mantención de sistemas críticos debe ser incorporada en el inventario de riesgos. Asimismo, con el fin de prevenir fallas de sistemas críticos, se debe considerar la aplicación de Controles Críticos.

Los sistemas que se consideran críticos para efectos de este estándar, son los sistemas, equipos o componentes mecánicos, hidráulicos, oleo-hidráulicos, neumáticos y térmicos.

7.2.1 Requerimientos mínimos

La mantención de un sistema crítico debe ser realizada de acuerdo a un procedimiento específico, que aborde completamente y en detalle, las intervenciones de mantención y reparación, con énfasis en reducir riesgos de liberación descontrolada de energía y aumentar la seguridad de cada una de las actividades a ejecutar.

A continuación, se indican recomendaciones complementarias a la mantención de algunos sistemas críticos:

- Los mantenedores de unidades hidráulicas, oleo-hidráulicas, neumáticas, mecánicas y térmicas deben estar capacitados y entrenados en mantención y la operación del sistema a intervenir.
- Se debe verificar certificación vigente de las unidades de acumulación de presión de sistemas, oleo-hidráulicos, neumáticos y térmicos [Ref. 6]. El certificado debe tener relación con el cumplimiento de los datos de placa del equipo, principalmente con presiones de trabajo y presiones máximas admisibles. Asimismo, se debe cumplir con el estándar “Recipientes a Presión” [Ref.6].
- Se debe verificar que condiciones de operación (presiones, temperaturas, flujos, cargas aplicadas, etc.) de sistemas oleo-hidráulicos, neumáticos y térmicos (estanques, bombas, dispositivos de gases comprimidos, calderas, etc.) se encuentre dentro de los rangos de diseño y parámetros permitidos.
- Se debe verificar la integridad y buen estado de sistemas oleo-hidráulicos, neumáticos y térmicos (estanques, bombas, dispositivos de gases comprimidos, calderas, etc.), en relación a: presencia de corrosión, desgaste excesivo, acoples en mal estado, fugas, solturas de conectores y/o soportes, desgaste de flexibles o mangueras, etc.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

- Se debe verificar la integridad y buen estado de las cañerías de alta presión de sistemas oleo-hidráulicos, neumáticos y térmicos, en relación a: presencia de corrosión, desgaste excesivo, acoplos en mal estado, fugas, solturas de conectores y/o soportes, desgaste de flexibles o mangueras, etc.
- Verificar que los dispositivos de seguridad de los equipos se encuentren operativos, en buen estado y tengan su certificación vigente.

7.3 Dispositivos de seguridad para bloqueo y contención de liberación de energías

Para el control y contención de liberación descontrolada de energía, se debe disponer de dispositivos de seguridad, los cuales pueden ser comerciales o diseñados mediante memoria de cálculo y certificados, los que prevendrán y/o mitigarán la eventual liberación descontrolada de las energías involucradas en la actividad a realizar.

La Tabla 7-1 muestra distintos dispositivos de seguridad utilizados para el bloqueo y/o contención de liberación descontrolada de energía:

Tabla 7-1: Dispositivos de seguridad para bloqueo y/o contención de liberación de energías

Energía	Dispositivo de seguridad
Hidráulica	Válvulas para venteo, drenajes, válvulas de alivio, despiches, trabas de giro para válvulas, manómetros calibrados visibles y otros.
Mecánica	Trabas mecánicas y/o desacoplos, sistemas de contención, lanzas en chutes de traspaso, cuñas, fijaciones, soportes, guardas y otros.
Neumática	Despiche y bloqueo de líneas, válvulas de alivio, sistema de traba de válvulas, manómetros calibrados visibles y otros.
Oleo-Hidráulica	Válvulas para venteo, drenajes, válvulas de alivio, despiches, trabas de giro para válvulas, manómetros calibrados visibles, trabas mecánicas y otros.
Térmica	Barrera de malla, bloqueo de línea y cerrojos de válvulas, válvulas de seguridad y otros.

Los dispositivos de seguridad para bloqueo y contención de liberación de energías deben contar con un procedimiento específico de uso y mantención, y deben encontrarse en perfectas condiciones de uso, y en caso de presentarse daño, deben reemplazarse.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

Para sistemas presurizados, se debe verificar si están instalados dispositivos de alivio, para actuar en caso que la presión supere el límite de operación normal del sistema.

Los sistemas y/o dispositivos hidráulicos o neumáticos (acumulador, cañerías, etc.), deben contar con protecciones en zonas de tránsito de vehículos.

Las líneas presurizadas con presiones de operación sobre la presión riesgosa, deben contar con un método de fijación a una estructura, conforme a lo indicado en estudio de ingeniería.

La protección de sistemas de presión debe contar con una memoria de cálculo y anclaje que garantice la contención de la energía en caso de falla.

Para las guardas, se toma como referencia las pautas y requerimientos de diseño y construcción de protecciones, así como materiales, firmeza y resistencia, contenidos en estándar “Protección de Equipos, Maquinaria y Herramientas” [Ref.5], puntos 4.1.1 a 4.1.6.



Figura 7-2: Candado, pinza, etiqueta y dispositivo bloqueo válvula.

La Tabla 7-2 presenta algunos componentes, dispositivos y herramientas para contención y/o mitigación de liberación descontrolada de energía. El detalle de dichos elementos se puede encontrar en ANEXOS, cuyo contenido tiene como finalidad facilitar la confección de un procedimiento específico que debe tener cada maquinaria, componente, dispositivo o herramienta.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA**Tabla 7-2: Componentes, dispositivos y herramientas y métodos de contención / mitigación de LDE**

Componente, Dispositivo o Herramienta	Energía / Parámetro	Ubicación
Dispositivos de Bloqueo	Todas	Anexo 4
Dispositivos Anti-Latigazo	Mecánica / Presión	Anexo 5
Dispositivos de Tiro y Arrastre	Mecánica	Anexo 6
Guardas y Protecciones	Mecánica	Anexo 7
Discos de Ruptura	Hidráulica / Presión	Anexo 8
Válvulas de Alivio y Venteo	Hidráulica - Térmica / Presión - Temperatura	Anexo 9

De manera referencial, la Figura 7-3 muestra una imagen de un dispositivo Whipcheck conectado a una manguera hidráulica.

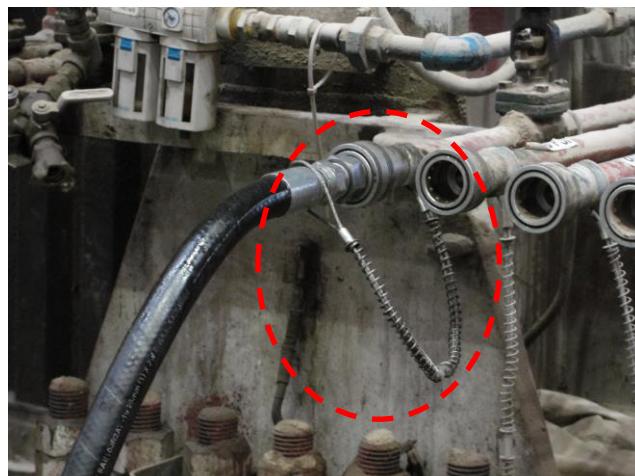


Figura 7-3: Whipcheck conectado a manguera hidráulica.

7.3.1 Uso de dispositivos de aislamiento y bloqueo para contener energías

Para efecto de seguir pautas de aislamiento y bloqueo, se debe tomar en consideración el estándar de MEL S-HSEC-SAFE-013 V8 “Aislamiento y Bloqueo” [Ref.1].

En línea con este estándar y para ejercer el control y utilizar los dispositivos de bloqueo para las Energías Hidráulica, Mecánica, Neumática, Oleo-Hidráulica y Térmica, se debe tener en consideración seguir los siguientes pasos:

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

1. Capacitación en Aislamiento y Bloqueo.
2. Definir roles y responsabilidades para las acciones de aislamiento y bloqueo.
3. Identificación de la energía peligrosa (Hidráulica, Mecánica, Neumática, Oleo-Hidráulica y/o Térmica).
4. Medición de parámetros para determinar la presencia de la energía involucrada (multímetro, manómetro, termómetro, pistola termográfica, etc.).
5. Detener equipo a intervenir.
6. Aislar fuente de energía (mediante interruptor, válvula, etc.).
7. Seleccionar dispositivo de bloqueo, apropiado para la energía involucrada.
8. Bloquear con dispositivo de bloqueo, cada punto necesario.
9. Liberar energía residual almacenada (drenado, liberar presión)
10. Verificar energía cero.

La Figura 7-4 siguiente, presenta un esquema que resume los pasos generales de un procedimiento de aislamiento y bloqueo referencial.

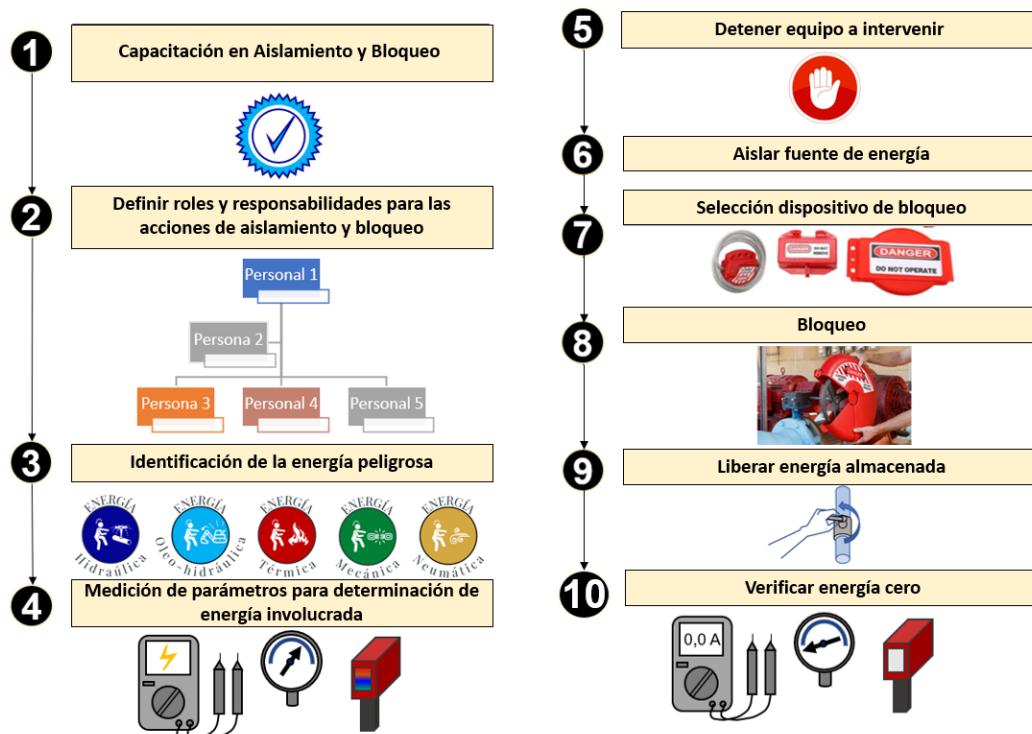


Figura 7-4: Flujo de trabajo para el procedimiento de uso de dispositivos de aislamiento y bloqueo

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

8. CUERPO DEL ESTÁNDAR**8.1 ENERGÍAS INVOLUCRADAS**

Las energías abordadas en el presente estándar que pueden presentar riesgo de liberación descontrolada de energía, son las siguientes:

- Energía Hidráulica.
- Energía Mecánica.
- Energía Neumática.
- Energía Oleo-Hidráulica.
- Energía Térmica.

La presencia de las diferentes formas de energía en sistemas, equipos, compontes y/o herramientas puede ser difícil de percibir a simple vista, y su liberación descontrolada puede producir lesiones graves y fatalidades.

En la Tabla 8-1 se presenta una descripción de las diferentes actividades y algunos ejemplos asociados a ellas, que pueden presentar riesgo de liberación descontrolada de energía.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA**Tabla 8-1: Actividades asociadas a riesgo de liberación descontrolada de energía.**

Actividad	Descripción	Ejemplo
Operación	Acción de controlar, conducir, manipular y/o monitorear, de forma presencial o remota, un sistema o equipo y sus componentes de funcionamiento, para que realice una función requerida	Accionamiento de una válvula ubicada en la descarga de una bomba centrífuga que se encuentra en funcionamiento, con el propósito de tomar acciones para que mantenga flujo requerido.
Inspección	Acción de observar, examinar y/o realizar mediciones características de un sistema, equipo o componente, detenido o en operación, con el propósito de determinar si existen desviaciones respecto a su condición normal o deseada	1.-Inspección para evaluar que se cumplan los requerimientos esperados de una bomba, a través de la toma de datos de presión de descarga, presión de succión y flujo. 2.-Inspección visual para evaluar el estado vibracional de un equipo operando, realizando tomas de lectura mediante colector de vibración.
Mantención	Acciones sobre un sistema, equipo o componente, detenido o en operación, destinadas a preservar sus cualidades, funciones y condiciones de diseño, previniendo la ocurrencia de fallas	1.-Engrase de cojinetes de caja de rodamientos que se encuentra en operación, según calendario de lubricación de la máquina. 2.-Desmontaje de un equipo detenido, para ser trasladado a su lugar de reparación.
Reparación	Acción de intervenir una máquina o componente para recuperarla de algún evento de falla o prevenir daño mayor. La reparación requiere que el equipo se encuentre detenido y sin energía	Reemplazo de sello mecánico de bomba, el cual originó una fuga.
Montaje	Acción de instalar un equipo en su lugar de operación permanente y que no tiene relación con energías vivas, excepto la energía mecánica potencial, propia de las labores de montaje.	Instalación, nivelación de base, alineamiento de ejes y empalme de tuberías de una bomba.

Debido a que el riesgo material asociado a la liberación descontrolada de energía se comporta como un riesgo difícil de apreciar a simple vista, se hace imperativo definir distintos niveles de control para evitar o mitigar la ocurrencia de una LDE. Para ello, se definen 3 niveles de control, los cuales se presentan en la Tabla 8-2.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

Tabla 8-2: Controles Preventivos, Críticos y Específicos asociados a liberación descontrolada de energía.

Control	Descripción
Preventivo	Aquellos controles destinados a prevenir o mitigar que un riesgo se materialice.
Crítico	Aquellos controles tangibles que nunca deben estar ausentes, debido a que su omisión puede llevar a eventos fatales.
Específico	Aquellos controles destinados a prevenir que un riesgo se materialice. Son de carácter específico a la tarea u operación.

De forma ilustrativa, la Figura 8-1 muestra un esquema de la relación que existe entre las diferentes formas de energía abordadas en el presente estándar, las actividades asociadas al riesgo de liberación descontrolada de energía y los controles que se deben aplicar para prevenir y/o mitigar las consecuencias de dicha liberación.

**Figura 8-1: Esquema de Energías, Actividades y Controles.**

Con el objetivo de facilitar la identificación de sistemas, equipos y/o componentes que involucren exposición a liberación descontrolada de las energías abordadas en el presente estándar, se definen etiquetas o señaléticas características para cada energía. La señalética de cada energía deberá ser exhibida en aquellas zonas clave para la operación y mantención de sistemas o equipos, a modo de que el personal pueda visualizarlas fácilmente, alertándolo del riesgo de LDE. En la Tabla 8-3 se presentan las señaléticas para cada forma de energía, las cuales son definidas mediante un color y un símbolo representativos para cada una, con el fin de facilitar la identificación de las mismas.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA**Tabla 8-3: Energías y etiquetas de identificación.**

Energía Mecánica	Energía Hidráulica	Energía Oleo-Hidráulica	Energía Neumática	Energía Térmica

8.1.1 Energía de operación y energía residual

Todo dispositivo conectado a una fuente de energía tiene el potencial de causar lesiones a personas, ya sea directamente por medio de la energía de operación, o debido a la transformación de la misma en otras formas de energía, aun cuando el equipo ha sido aislado de la fuente de alimentación. En general, luego de la detención de un equipo, pueden quedar energías residuales almacenadas en partes o componentes que se encontraban tensionados y/o comprimidos durante la operación, los cuales pueden “ajustarse”, expandiéndose o contrayéndose abruptamente, debido a la energía potencial acumulada. Por ejemplo, un equipo óleo-hidráulico puede presentar acumulación de energía debido a la presión hidráulica, la cual puede provocar movimiento de actuadores o partes móviles frente a una liberación inesperada de la presión del circuito. En general, la operación de equipos o sistemas que operen presurizados, puede inducir a liberación descontrolada de energía mecánica mediante el movimiento de partes móviles o conductos flexibles (mangueras); o la expulsión de fluidos, partes o componentes a velocidades elevadas con potencial de causar daño.

8.1.2 Efectos de la presión y la velocidad sobre las energías

Todo sistema que opere con fluidos presurizados (energía hidráulica, óleo-hidráulica, neumática y térmica), ya sean estos líquidos o gaseosos, puede experimentar vibraciones, acumulación de tensiones y deformaciones residuales en los ductos de conducción, las cuales pueden causar liberación repentina de la energía acumulada, pudiendo causar daños a las personas, equipos y sistemas circundantes.

En particular, en el caso del transporte de fluidos, los sistemas deben ser diseñados considerando los parámetros hidráulicos predominantes como la presión y la velocidad, así como también, se debe considerar la materialidad de los ductos, cañerías o mangueras, su rigidez y el tipo de soportación. Para ello, es habitual que el diseño de ciertos sistemas contemple un análisis de flexibilidad, a partir del cual

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

se definen las condiciones de soportación más apropiadas, permitiendo garantizar una operación segura desde el punto de vista hidráulico y estructural, y por tanto, de las personas alrededor.

La Tabla 8-4 muestra las variables que inciden y que permiten distinguir el riesgo potencial de liberación descontrolada de energía, asociada al transporte de fluidos presurizados (líquidos y/o gaseosos).

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

Tabla 8-4: Potencial de riesgo de LDE asociada al movimiento de fluidos presurizados.

Condiciones de Operación		Características del Sistema			Situación
Presión [psi]	Velocidad [m/s]	Tipo cañería	Soportación	Documentación de respaldo diseño	Riesgo potencial ¹
< 100	< 3	RÍGIDO	Sí	Sí	No
				No	Sí
			No	Sí	No
				No	Sí
		FLEXIBLE	Sí	Sí	No
				No	Sí
			No	Sí	Sí
				No	Sí
> 100	TODAS	RÍGIDO	Sí	Sí	No
				No	Sí
			No	Sí	No
				No	Sí
		FLEXIBLE	Sí	Sí	No
				No	Sí
			No	Sí	Sí
				No	Sí
TODAS	> 3	RÍGIDO	Sí	Sí	No
				No	Sí
			No	Sí	No
				No	Sí
		FLEXIBLE	Sí	Sí	No
				No	Sí
			No	Sí	Sí
				No	Sí

Una presión de riesgo baja en cañerías y/o mangueras permite circular con seguridad por sus alrededores. Por el contrario, una presión sobre el nivel de riesgo, obliga a tomar medidas y controles

¹ En caso que existan reportes históricos de incidentes previos, todos los sistemas serán considerados riesgosos.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

para garantizar que la instalación sea adecuada, y propiciar una circulación segura alrededor de tuberías y/o mangueras presurizadas.

Para una circulación segura próximo a tuberías presurizadas de proceso, estas deberán estar soportadas según Norma ASME B31.3 para sistemas al interior de planta, y según Norma ASME B31.4 para sistemas de impulsión de largas distancias fuera de planta.

Por tanto, para considerar seguro transitar en la vecindad de una tubería a presión, se hace necesario contar con información de ingeniería que valide la capacidad y seguridad de la instalación, referente a: la soportación, su espaciamiento, las cargas admisibles, schedule, la flexibilidad y la resistencia de la instalación. En caso de no disponer con dicha información se deberá realizar un análisis mediante ingeniería inversa con el fin de determinar los requerimientos de ingeniería mínimos para garantizar la seguridad, y en caso de ser necesario, se deberá instalar barreras contenedoras sobre las tuberías en los lugares destinados al tránsito de personas.

En aquellas situaciones en las que no se disponga con ninguna de las anteriores premisas, la circulación no será considerada segura y deberá restringirse el acceso, hasta contar con los controles mencionados anteriormente.

Adicionalmente, si existiese historial de falla de la tubería, con proyección de la presión de la línea o de elementos mecánicos, no se permitirá circular en la vecindad de la tubería, a menos que exista una modificación al diseño que garantice la seguridad del personal.

En el caso de las tareas y actividades de lavado con mangueras de alta presión se deberá tener especial cuidado con su disposición en la zona de trabajo, desde el punto de conexión hasta la boquilla de descarga de la manguera. En particular, se deberá evitar enredar la manguera, pisarla o atravesarla en el área de trabajo, ya que la correcta y segura ejecución de la tarea puede verse perjudicada. En lo posible, se deberá intentar guiar la manguera por una zona segura, especialmente libre de tránsito de personas. Asimismo, se deberá tener especial con la dirección del chorro de lavado, en aquellos casos en los que se encuentren dos o más mangueras ejecutando la labor de limpieza.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

8.2 ENERGÍA MECÁNICA

La energía mecánica corresponde a la suma de la energía cinética y de la energía potencial de un cuerpo o sistema. La energía cinética es la energía que tienen los cuerpos en movimiento, cuya magnitud es proporcional a la velocidad y la masa. La energía potencial, en cambio, está asociada al trabajo de fuerzas que se denominan conservativas, como la fuerza elástica y la gravitatoria², que dependen de la masa de los cuerpos, de su posición y estructura.

8.2.1 Equipos y componentes asociados a liberación descontrolada de Energía Mecánica

Se considerarán dentro de la energía mecánica, aquellos elementos, componentes, equipos o herramientas que realicen movimientos rotatorios y desplazamientos, o aquellos que se encuentren sometidos a tensión y/o compresión, ya sea en elementos que cumplan una función estructural o soportante, o que sean utilizados para transmitir energía de movimiento en forma de trabajo mecánico. La Tabla 8-5 presenta la etiqueta de identificación para la energía mecánica y algunos ejemplos en los cuales se puede encontrar presente dicha energía.

² *Como se indicó anteriormente, la energía potencial gravitatoria no forma parte del alcance del presente documento.*

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA**Tabla 8-5: Etiqueta liberación descontrolada de Energía Mecánica y algunos ejemplos.**

Etiqueta Identificación	Aplicaciones con potencial de LDE Mecánica
	Elementos tensionados o comprimidos tales como, tuberías, barras, partes de equipos, tensores, rieles, cables de acero, resortes, etc.
	Placas estructurales o corazas que pueden desprenderse producto de corte o fatiga de material.
	Elementos de tiro y arrastre, tales como estrobos, cadenas, ganchos, grilletes, cuerdas, eslingas, winches, etc.
	Acoplos y protecciones contra elementos que pueden resultar desprendidos o eyectados desde algún equipo o sistema.
	Partes o componentes con tensiones residuales que puedan provocar LDE mecánica en forma de movimiento, por ejemplo: transmisiones de palas electromecánicas, actuadores, partes rotatorias, motores, etc.
	Herramientas eléctricas o neumáticas manuales que cuenten con partes rotatorias.

8.2.2 Actividades con riesgo de liberación descontrolada de Energía Mecánica

Toda actividad de operación, mantenimiento, reparación o cambio que requiera contacto o intervención de las personas con sistemas, equipos o elementos que involucren partes móviles rotatorias o partes tensionadas o comprimidas.

8.2.3 Formas de liberación descontrolada de Energía Mecánica

La manifestación de la energía mecánica liberada se puede presentar de las siguientes maneras:

- Por medio de su componente potencial como la expansión abrupta de un elemento sometido a tensión o compresión producto de una apriete excesivo, soltado repentino o falla por roturas, entre otras. También puede darse por falta de apriete correcto de algún elemento mecánico.
- Por medio de su componente cinética como cambios abruptos de velocidad y rotación de elementos giratorios o de desplazamientos lineales (herramientas angulares, pistones, motores, actuadores, transmisiones de palas electromecánicas o hidráulicas, etc.).

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA**8.2.4 Causas de liberación descontrolada de Energía Mecánica**

Pueden existir diversas causas que produzcan la liberación no controlada de energía mecánica. En la Tabla 8-6 se mencionan las causas más comunes identificadas.

Tabla 8-6: Causas comunes de liberación descontrolada de Energía Mecánica.

Ítem	Causas de liberación descontrolada de Energía Mecánica
1	Identificación inadecuada de energía contenida.
2	Elementos tensionados o comprimidos tales como, tuberías, barras, partes de equipos, tensores, rieles, cables de acero, resortes, placas soldadas, etc.
3	Falencia de competencias técnicas de operadores o mantenedores.
4	Diseño deficiente de sistemas. Ingeniería, componentes o repuestos inadecuados.
5	Modificaciones inadecuadas al diseño de sistemas o equipos.
6	Falla de elementos de tiro o arrastre.
7	Falla o debilidad de sistemas de protección.
8	Uso incorrecto de tecle y elementos de maniobra similares.

8.2.5 Controles Preventivos-mitigadores y Crítico de liberación descontrolada de Energía Mecánica

Las fuerzas que se pueden desarrollar en componentes o sistemas que contengan energía mecánica acumulada dependerán de la cantidad de energía contenida, la rapidez y forma en que se libere la energía. En consecuencia, se hace necesario tomar precauciones para evitar la interacción directa de las personas con la energía liberada, minimizando los riesgos inherentes a la liberación no controlada.

En la Tabla 8-7 se indican los principales controles preventivos-mitigadores de liberación descontrolada de energía mecánica y los de carácter crítico, que se deben aplicar durante el montaje, desmontaje, operación, inspección, mantención y reparación de sistemas o equipos. Estos controles deberán ser aplicados y/o evaluados por todas las personas involucradas con la actividad, cuya implementación dependerá de su rol y responsabilidad dentro de la misma.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA**Tabla 8-7: Controles Preventivo y Crítico, para la liberación descontrolada de Energía Mecánica.**

Energía Mecánica			Actividad / Intervención				
Ítem	Control Preventivo / Crítico	Tipo	Montaje	Operación	Inspección	Mantenimiento	Reparación
1	Contar con un Plan de Emergencia vigente.	P	✓	✓	✓	✓	✓
2	Aplicar herramientas de evaluación de riesgos.	P	✓	✓	✓	✓	✓
3	Diseño y gestión del cambio, con enfoque en análisis de riesgo.	P	✓	✓	✓	✓	✓
4	Personal capacitado y autorizado para la operación, mantenimiento y montaje de los equipos, tanto como para el manejo de herramientas adecuadas.	P / C	✓	✓	-	✓	✓
5	Verificación de Mantención de sistemas críticos, de acuerdo a programa correspondiente.	P / C	✓	✓	✓	✓	✓
6	Selección adecuada, según energía a bloquear, de dispositivos de aislamiento y bloqueo.	P	✓	-	-	✓	✓
7	Verificación de mantenimiento adecuado de dispositivos de aislamiento y bloqueo.	P	✓	-	-	✓	✓
8	Ejecutar procedimiento de aislamiento, bloqueo, prueba energía cero y liberación de energía residual, cada vez que la actividad lo requiera.	P / C	✓	-	-	✓	✓
9	Completar formato de Plan de Tiro y Arrastre.	P	✓	-	-	✓	✓
10	Selección de accesorios para tiro y arrastre de acuerdo a su capacidad y propósito de diseño (incluye protección para cantos vivos).	P / C	✓	-	-	✓	✓
11	Los accesorios de tiro y arrastre (originales y aquellos enviados a fabricar), deben estar certificados	P / C	✓	-	✓	✓	✓

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

Energía Mecánica			Actividad / Intervención				
Ítem	Control Preventivo / Crítico	Tipo	Montaje	Operación	Inspección	Mantenimiento	Reparación
12	El punto de sujeción de los ganchos de tiro y arrastre, deben disponer de memoria de cálculo, recomendación del fabricante, entre otros.	P / C	✓	-	✓	✓	✓

P: Control Preventivo

Aplica:



No aplica:

C: Control Crítico

8.2.6 Controles Específicos de liberación descontrolada de Energía Mecánica

En la Tabla 8-8 se indican los principales controles específicos que se deben aplicar para prevenir o mitigar los riesgos asociados a liberación descontrolada de energía mecánica durante el montaje, desmontaje, la operación, inspección, mantenimiento y reparación de sistemas o equipos. Estos controles deberán ser aplicados y/o evaluados por todas las personas involucradas con la actividad, cuya implementación dependerá de su rol y responsabilidad dentro de la misma.

Tabla 8-8: Controles Específicos para la liberación descontrolada de Energía Mecánica.

Energía Mecánica			Actividad / Intervención				
Ítem	Control Específico	Tipo	Montaje	Operación	Inspección	Mantenimiento	Reparación
1	Verificación del buen estado componentes.	E	✓	✓	-	✓	✓
2	Elementos de control y contención deben contar con un plan de inspección y mantenimiento periódico.	E	✓	-	-	✓	✓
3	Delimitación de zona expuesta al riesgo.	E	✓	✓	✓	✓	✓
4	Uso adecuado de EPP, para proteger posibles proyecciones.	E	✓	✓	✓	✓	✓
5	Aplicación de herramientas de evaluación de riesgos.	E	✓	✓	✓	✓	✓

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

Energía Mecánica			Actividad / Intervención				
Ítem	Control Específico	Tipo	Montaje	Operación	Inspección	Mantenimiento	Reparación
6	Uso de procedimiento de ejecución de Mantenimiento/Operación/Montaje particular para el equipo a intervenir.	E	✓	✓	✓	✓	✓
7	Para actividades de tiro y arrastre, contar con Plan de Tiro y Arrastre	E	✓	-	✓	✓	✓
8	Verificar carga máxima de tecle y componentes de tiro y arrastre (rotular).	E	✓	-	-	✓	✓
9	Verificar correcto torque de pernos de sujeción, de acuerdo a fabricante en equipos mecánicos.	E	✓	-	-	✓	✓

E: Control Específico

Aplica:



No aplica:



8.2.7 Lineamientos generales sobre liberación descontrolada de Energía Mecánica

Con el propósito de proporcionar lineamientos o pautas generales para minimizar los riesgos asociados a la liberación descontrolada de energía mecánica, se listan a continuación, las principales acciones para la realización de actividades de manera segura:

- Para actividades de corte de piezas, se requiere contar con procedimiento para instalación de elementos de contención, previo a corte de placa de revestimiento, rieles, paneles estructurales, tuberías, cables y resortes.
- En el caso de guarda-acoplos (cubierta para elementos de tirro y arrastre o para cubiertas de acoplos rotatorios), se debe contar con límite aceptable de resistencia, verificado por fabricante y bajo norma ANSI B15.1, o memoria de cálculo en caso de ser de diseño o modificación interna. También el guarda-acople debe contar con pernos de amarre adecuados en diámetro y resistencia, para el cuerpo y la base. Adicionalmente, para acoplos rotatorios se sugiere implementar sensores de vibraciones con lógica de control para evitar falla con efectos catastróficos.
- Para actividades de tiro y arrastre, las cuales deberán estar especificadas por equipo, por ejemplo: para cambio o reparación de tramos de correa, se debe contar, según corresponda, con memoria de cálculo de cargas a manejar, selección de tecles y huinche según cargas, manipulación de

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

contrapeso, uso de prensa que evite retorno de la correa, corte de correa, retiro y almacenaje de tramos de correa en desuso. Es importante que se informe de forma inmediata al responsable de la actividad en caso detectar acciones y/o condiciones subestándar.

- Para dispositivos de tiro y arrastre, éste debe estar seleccionado para la capacidad de carga necesaria para la fuerza que realizará y la carga máxima debe estar visible en rótulo sobre el dispositivo. Debe estar en condiciones óptimas operativas, de acuerdo a manual de fabricante.
- Registrar en formato de Plan de Tiro y Arrastre, detalle de los elementos y accesorios a usar y descripción de la actividad a realizar.
- Delimitación de zonas expuestas para actividades de tiro y arrastre temporal (remolque de un vehículo, uso de tecles para ajuste de instalación de equipos, entre otros), considerando la proyección de la falla del accesorio.
- Para las actividades de tiro y arrastre permanente (huinche, distribuidor de carga, entre otros), deben tener una restricción de ingreso permanente al área de proyección del accesorio en caso de una falla inesperada.
- Los accesorios de tiro y arrastre (originales y aquellos enviados a fabricar), deben contar con certificación (calidad, procesos de fabricación y/o materialidad, según corresponda), además de encontrarse libre de daños como corte, fisura, deshilachado, inflexiones, corrosión, desgaste, contaminación u otro que mermen su capacidad. Todos los ganchos deben contar con pestillo de seguridad, de acuerdo a norma ASME B30.10 [Ref. 12] y debe estar operativo.
- Los puntos de sujeción de los accesorios de tiro y arrastre deben ser los adecuados para asegurar su integridad al momento de realizar la actividad, deben disponer de memoria de cálculo, recomendaciones del fabricante, rotulación de los puntos de sujeción en la estructura, entre otros.

Es importante señalar que la operación, mantención o reparación de cualquier dispositivo, equipo o componente requiere de la utilización de un procedimiento específico, que aborde completamente y con detalle las intervenciones en cuestión, con énfasis en reducir riesgos de liberación descontrolada de energía y aumentar la seguridad de cada una de las actividades.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA**8.3 ENERGÍA HIDRÁULICA**

Para efecto de este estándar, se entenderá como energía hidráulica a la energía presente en el transporte de líquidos al interior de sistemas de tuberías, estanques, válvulas, bombas centrífugas o de desplazamiento positivo, entre otros.

8.3.1 Equipos y componentes asociados a liberación descontrolada de Energía Hidráulica

Se considerarán dentro de la energía hidráulica, aquellos elementos, componentes o equipos que impulsan fluidos líquidos.

La Tabla 8-9 presenta la etiqueta de identificación para la energía hidráulica y algunos ejemplos en los cuales se puede encontrar presente dicha energía.

Tabla 8-9: Etiqueta de liberación descontrolada de Energía Hidráulica y algunos ejemplos.

Etiqueta Identificación	Aplicaciones con potencial de LDE Hidráulica
	Bombas Centrífugas Horizontales y Verticales.
	Bombas desplazamiento positivo, para relaves.
	Válvulas.
	Recipientes a presión (Filtros, Estanques, Tuberías, etc.).
	Circuitos de tuberías.
	Accesorios, como por ejemplo discos de ruptura.

8.3.2 Actividades con riesgo de liberación descontrolada de Energía Hidráulica

Toda actividad de operación, mantención o reparación, como cambio de equipo, cambio de componentes que requiera contacto o intervención de las personas con sistemas, equipos o componentes y puntos de manipulación que contengan presión asociada al transporte de fluidos en estado líquido.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA**8.3.3 Formas de liberación descontrolada de Energía Hidráulica**

La manifestación de la energía liberada se puede presentar a través de la eyección o expulsión de líquidos contenidos, producto de la presión, así como también elementos expulsados.

8.3.4 Causas de liberación descontrolada de Energía Hidráulica

Pueden existir diversas causas que produzcan la liberación no controlada de energía hidráulica. En la Tabla 8-10 se mencionan las causas más comunes identificadas.

Tabla 8-10: Causas comunes de liberación descontrolada de Energía Hidráulica.

Ítem	Causas de liberación descontrolada de Energía Hidráulica
1	Identificación inadecuada de energía contenida.
2	Falencia de competencias técnicas de operadores o mantenedores.
3	Diseño deficiente de sistemas. Ingeniería, componentes o repuestos inadecuados.
4	Modificaciones inadecuadas al diseño de sistemas o equipos.
5	Falla de componentes hidráulicos.
6	Aumento de presión por sobre los límites de diseño.
7	Impacto /interacción de vehículos o equipos móviles con contenedores o tuberías a presión.
8	No verificación de energía cero previas intervenciones de equipos o componentes.

8.3.5 Controles Preventivos-mitigadores y Críticos de liberación descontrolada de Energía Hidráulica

Las presiones que se pueden desarrollar en componentes o sistemas que contengan energía hidráulica acumulada, dependerán de la cantidad de energía contenida y la rapidez y forma en que se libere esta energía. En consecuencia, se hace necesario tomar precauciones para evitar la interacción directa de las personas con la energía liberada, minimizando los riesgos inherentes a la liberación no controlada.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

En la Tabla 8-11 se indican los principales controles preventivos-mitigadores de liberación descontrolada de energía hidráulica y los de carácter crítico, que se deben aplicar durante el montaje, desmontaje, operación, inspección, mantenimiento y reparación de sistemas o equipos. Estos controles deberán ser aplicados y/o evaluados por todas las personas involucradas con la actividad, cuya implementación dependerá de su rol y responsabilidad dentro de la misma.

Tabla 8-11: Controles Preventivos y Críticos para la liberación descontrolada de Energía Hidráulica.

Energía Hidráulica		Actividad / Intervención					
Ítem	Control Preventivo / Crítico	Tipo	Montaje	Operación	Inspección	Mantenimiento	Reparación
1	Contar con un plan de emergencia vigente.	P	✓	✓	✓	✓	✓
2	Aplicar herramientas de evaluación de riesgos.	P	✓	✓	✓	✓	✓
3	Diseño y gestión del cambio, con enfoque en análisis de riesgo.	P	✓	✓	-	✓	✓
4	Personal capacitado y autorizado para la operación, mantenimiento y montaje de los equipos, tanto como para el manejo de herramientas adecuadas.	P / C	✓	✓	-	✓	✓
5	Verificación de Mantención de sistemas críticos, de acuerdo a programa correspondiente.	P / C	✓	✓	-	✓	✓
6	Selección adecuada, según energía a bloquear, de dispositivos de aislamiento y bloqueo.	P	✓	-	-	✓	✓
7	Verificación de mantenimiento adecuado de dispositivos de aislamiento y bloqueo.	P	✓	-	-	✓	✓
8	Ejecutar procedimiento de aislamiento, bloqueo, prueba de energía cero y liberación de energía residual cada vez que la actividad lo requiera.	P / C	✓	-	-	✓	✓

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

Energía Hidráulica			Actividad / Intervención				
ítem	Control Preventivo / Crítico	Tipo	Montaje	Operación	Inspección	Mantenimiento	Reparación
9	Utilizar dispositivos de seguridad para prevenir y contener liberación descontrolada de energía.	P / C	✓	✓	✓	✓	✓
10	Delimitar áreas expuestas a riesgo potencial de liberación descontrolada de energía.	C	✓	✓	✓	✓	✓

P: Control Preventivo

Aplica:



No aplica:

C: Control Crítico

8.3.6 Controles Específicos de liberación descontrolada de Energía Hidráulica

En la Tabla 8-12 se indican los principales controles específicos que se deben aplicar para prevenir o mitigar los riesgos asociados a liberación descontrolada de energía hidráulica durante el montaje, desmontaje, la operación, inspección, mantenimiento y reparación de sistemas o equipos. Estos controles deberán ser aplicados y/o evaluados por todas las personas involucradas con la actividad, cuya implementación dependerá de su rol y responsabilidad dentro de la misma.

Tabla 8-12: Controles Específicos para la liberación descontrolada de Energía Hidráulica.

Energía Hidráulica			Actividad / Intervención				
ítem	Control Específico	Tipo	Montaje	Operación	Inspección	Mantenimiento	Reparación
1	Verificación del buen estado componentes.	E	✓	✓	-	✓	✓
2	Verificar que dispositivos de control y contención cuenten con su plan de inspección y mantenimiento al día, y se encuentren en buen estado.	E	✓	✓	-	✓	✓
3	Uso de procedimiento de ejecución de Mantenimiento/Operación/Montaje particular para el equipo a intervenir.	E	✓	✓	✓	✓	✓

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

Energía Hidráulica			Actividad / Intervención				
Ítem	Control Específico	Tipo	Montaje	Operación	Inspección	Mantenimiento	Reparación
4	Utilizar EPP apropiados para la actividad a desarrollar, y usarlos de forma correcta.	E	✓	✓	✓	✓	✓
5	Delimitar áreas expuestas a riesgo potencial de liberación descontrolada de energía.	E	✓	✓	✓	✓	✓
6	Identificar y proteger líneas de impulsión expuestas al tránsito de vehículos.	E	✓	✓	✓	✓	✓
7	Reforzar actividades de inspección preventiva, para asegurar espesor adecuado y tubería libre de corrosión.	E	✓	✓	✓	✓	✓
8	Ánalisis de riesgo, en particular a zonas de tránsito de personas donde existen tuberías con alta presión. ³	E	✓	✓	✓	✓	✓
9	Verificar operación del sistema, dentro de los rangos seguros definidos por el fabricante y por ingeniería en el manual de operación.	E	-	✓	✓	✓	-

E: Control Específico

Aplica:

✓

No aplica:

-

Es importante señalar que la operación, mantenimiento o reparación de cualquier dispositivo, equipo o componente requiere de la utilización de un procedimiento específico, que aborde completamente y con detalle las intervenciones en cuestión, con énfasis en reducir riesgos de liberación descontrolada de energía y aumentar la seguridad de cada una de las actividades.

8.4 ENERGÍA OLEO-HIDRÁULICA

Para efecto de este estándar, se entenderá como energía óleo-hidráulica a la energía presente en la transmisión de potencia mediante el movimiento de fluidos hidráulicos incompresibles, que se realiza con el uso de aceites sometidos a presión.

³ Se sugiere para la evaluación de riesgos, implementar estándares de gestión de integridad de cañerías como ASME B31.8s y API 1160.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA**8.4.1 Equipos y componentes asociados a liberación descontrolada de Energía Oleo-Hidráulica**

Los sistemas oleo-hidráulicos se componen básicamente de:

- Bombas: Equipos que permiten la conversión de energía mecánica a energía en forma de presión.
- Válvulas: Elementos que permiten el control de presión y caudal.
- Actuadores: Elementos que permiten la conversión de energía en forma de presión a energía mecánica.

En general, los sistemas oleo-hidráulicos corresponden a sistemas auxiliares, instalados en máquinas que tienen una función determinada.

La Tabla 8-13 presenta la etiqueta de identificación para la energía oleo-hidráulica y algunos ejemplos en los cuales se puede encontrar presente dicha energía.

Tabla 8-13: Etiqueta liberación descontrolada de Energía Oleo-Hidráulica y algunos ejemplos.

Etiqueta Identificación	Aplicaciones con potencial de LDE Oleo-Hidráulica
	Palas Hidráulicas.
	Excavadoras Hidráulicas.
	Camiones de extracción.
	Motoniveladoras.
	Máquina despegadora de cátodos.
	Chancadores.
	Molinos.
	Sistemas de lubricación.
	Moto-reductores.
	Herramientas oleo-hidráulicas.

8.4.2 Actividades con riesgo de liberación descontrolada de Energía Oleo-Hidráulica

Toda actividad de operación, mantención o reparación que requiera contacto o intervención de las personas con sistemas, equipos o componentes que contengan circuitos a presión con actuadores.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA**8.4.3 Formas de liberación descontrolada de Energía Oleo-Hidráulica**

La manifestación de la energía óleo-hidráulica liberada, se puede presentar como:

- Energía hidráulica operativa o residual, en forma de presión de la línea.
- Energía mecánica residual, durante proceso de despresurización o despiche, que produzca movimiento no deseado y riesgoso de actuadores y componentes de brazos mecánicos.

8.4.4 Causas de liberación descontrolada de Energía Oleo-Hidráulica

Pueden existir diversas causas que produzcan la liberación no controlada de energía oleo-hidráulica. En la Tabla 8-14 se mencionan las causas más comunes identificadas.

Tabla 8-14: Causas comunes de liberación descontrolada de Energía Óleo-Hidráulica.

Ítem	Causas de liberación descontrolada de Energía Óleo-Hidráulica
1	Identificación inadecuada de energía contenida.
2	Falencia de competencias técnicas de operadores o mantenedores.
3	Diseño deficiente de sistemas. Ingeniería, componentes o repuestos inadecuados.
4	Modificaciones inadecuadas al diseño de sistemas o equipos.
5	Aumento de presión por sobre los límites de diseño.
6	Impacto /interacción de vehículos o equipos móviles con contenedores o tuberías a presión.
7	No verificación de energía cero previas intervenciones de equipos o componentes.
8	No identificar correctamente puntos presurizados (válvulas, actuadores, etc.).
9	Golpe de manguera flexible durante desconexión debido a liberación de energía contenida.
10	Movimiento de cilindros actuadores, por energía contenida, durante despiches y despresurización de líneas.
11	Uso inadecuado de trabas de seguridad para actuadores hidráulicos.
12	Rotura y/o desprendimiento en líneas de presión, acoplos y componentes óleo-hidráulicos.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA**8.4.5 Controles Preventivos-mitigadores y Críticos de liberación descontrolada de Energía Oleo-hidráulica**

Los riesgos asociados a las presiones contenidas en los componentes o sistemas oleo-hidráulicos, dependerán de la cantidad de energía contenida, la rapidez y forma en que se libere esta energía. En consecuencia, se hace necesario tomar precauciones para evitar la interacción directa de las personas con la energía liberada, minimizando los riesgos inherentes a la liberación no controlada.

En la Tabla 8-15 se indican los principales controles preventivos-mitigadores de liberación descontrolada de energía oleo-hidráulica y los de carácter crítico que se deben aplicar durante el montaje, desmontaje, operación, inspección, mantención y reparación de sistemas o equipos de sistemas o equipos. Estos controles deberán ser aplicados y/o evaluados por todas las personas involucradas con la actividad, cuya implementación dependerá de su rol y responsabilidad dentro de la misma.

Tabla 8-15: Controles Preventivos y Críticos para la liberación descontrolada de Energía Óleo-Hidráulica.

Energía Oleo-Hidráulica		Actividad / Intervención					
ítem	Control Preventivo / Crítico	Tipo	Montaje	Operación	Inspección	Mantención	Reparación
1	Contar con un plan de emergencia vigente.	P	✓	✓	✓	✓	✓
2	Aplicar herramientas de evaluación de riesgos.	P	✓	✓	✓	✓	✓
3	Diseño y gestión del cambio, con enfoque en análisis de riesgo.	P	✓	✓	-	✓	✓
4	Personal capacitado y autorizado para la operación, mantención y montaje de los equipos, tanto como para el manejo de herramientas adecuadas.	P / C	✓	✓	-	✓	✓
5	Verificación de Mantención de sistemas críticos, de acuerdo a programa correspondiente.	P / C	✓	✓	-	✓	✓

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

Energía Oleo-Hidráulica		Actividad / Intervención					
Ítem	Control Preventivo / Crítico	Tipo	Montaje	Operación	Inspección	Mantenimiento	Reparación
6	Selección adecuada, según energía a bloquear, de dispositivos de aislamiento y bloqueo.	P	✓	-	-	✓	✓
7	Verificación de mantenimiento adecuado de dispositivos de aislamiento y bloqueo.	P	✓	-	-	✓	✓
8	Ejecutar procedimiento de aislamiento, bloqueo, prueba de energía cero y liberación de energía residual cada vez que la actividad lo requiera.	P / C	✓	-	-	✓	✓
9	Utilizar dispositivos de seguridad para prevenir y contener liberación descontrolada de energía.	P / C	✓	✓	✓	✓	✓
10	Delimitar áreas expuestas a riesgo potencial de liberación descontrolada de energía.	C	✓	✓	✓	✓	✓

P: Control Preventivo

Aplica:



No aplica:



C: Control Crítico

8.4.6 Controles Específicos de liberación descontrolada de Energía Oleo-Hidráulica

En la Tabla 8-16 se indican los principales controles específicos que se deben aplicar para prevenir o mitigar los riesgos asociados a liberación descontrolada de energía oleo-hidráulica durante el montaje, desmontaje, la operación, inspección, mantenimiento y reparación de sistemas o equipos. Estos controles deberán ser aplicados y/o evaluados por todas las personas involucradas con la actividad, cuya implementación dependerá de su rol y responsabilidad dentro de la misma.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

Tabla 8-16: Controles Específicos para la liberación descontrolada de Energía Óleo-Hidráulica.

Ítem	Control Específico	Tipo	Actividad / Intervención				
			Montaje	Operación	Inspección	Mantenimiento	Reparación
1	Verificación del buen estado componentes.	E	✓	✓	-	✓	✓
2	Verificar que dispositivos de control y contención cuenten con su plan de inspección y mantenimiento al día, y se encuentren en buen estado.	E	✓	✓	-	✓	✓
3	Uso de procedimiento de ejecución de Mantenimiento/Operación/Montaje particular para el equipo a intervenir.	E	✓	✓	✓	✓	✓
4	Utilizar EPP apropiados para la actividad a desarrollar, y usarlos de forma correcta.	E	✓	✓	✓	✓	✓
5	Delimitar áreas expuestas a riesgo potencial de liberación descontrolada de energía.	E	✓	✓	✓	✓	✓
6	Identificar y proteger líneas de impulsión expuestas al tránsito de vehículos.	E	✓	✓	✓	✓	✓
7	Al liberar energía residual, procurar que las personas se encuentren a distancia de la proyección de aceite a presión o del movimiento inesperados de partes móviles y rotatorias. Estas partes móviles deben contar con trabas mecánicas de seguridad. (Palas).	E	✓	-	-	✓	✓
8	Uso de elementos de alerta lumínica/sonora cuando se realicen actividades de liberación de energía residual (ej.: Sirenas).	E	✓	-	-	✓	✓
9	Uso de dispositivo de contención anti latigazo para mangueras sometidas a presión.	E	✓	✓	-	✓	✓
10	Establecer acceso restringido a salas de lubricación en las cuales operan equipos con fluido a alta presión.	E	✓	✓	✓	✓	✓

E: Control Específico

Aplica:



No aplica:



ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

Es importante señalar que la operación, mantenimiento o reparación de cualquier dispositivo, equipo o componente requiere de la utilización de un procedimiento específico que aborde completamente y con detalle las intervenciones en cuestión, con énfasis en reducir riesgos de liberación descontrolada de energía y aumentar la seguridad de cada una de las actividades.

8.5 ENERGÍA NEUMÁTICA

Energía asociada al uso de un gas comprimido como medio de transmisión de energía mecánica en un sistema. En el presente estándar se considera dentro de la energía neumática a todos aquellos sistemas, mecanismos, equipos, componentes y/o circuitos que operen con gas o aire comprimido.

8.5.1 Equipos y componentes asociados a liberación descontrolada de Energía Neumática

Los sistemas Neumáticos se componen básicamente de:

- Compresores: Equipos que permiten la conversión de energía mecánica a energía presión.
- Acumuladores: Elementos que permiten el almacenamiento de gas o aire comprimido.
- Válvulas: Elementos que permiten el control de presión y caudal.
- Líneas de transporte: Cañerías y/o mangueras que se encargan de transportar el gas a presión desde el elemento generador de energía (compresor o acumulador) hasta los puntos de consumo (ej: herramientas neumáticas).
- Puntos de conexión: Elementos de unión en los que se acoplan mangueras o herramientas para extender la red hasta el punto donde se requiere emplear la energía neumática.
- Instrumentos de medición y accesorios de acondicionamiento de gases o aire: manómetros, filtros, lubricadores, etc.

La Tabla 8-17 presenta la etiqueta de identificación para la energía neumática y algunos ejemplos en los cuales se puede encontrar presente dicha energía.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA**Tabla 8-17: Etiqueta liberación descontrolada de Energía Neumática y algunos ejemplos.**

Etiqueta Identificación	Aplicaciones con potencial de LDE Neumática
	Compresores de aire.
	Acumuladores de aire a presión.
	Reguladores de presión.
	Válvulas de seguridad.
	Líneas y Mangueras flexibles.
	Manómetros.
	Lanzas de aire.
	Herramientas neumáticas.
	Equipos de oxicorte.

8.5.2 Actividades con riesgo de liberación descontrolada de Energía Neumática

Durante un proceso que involucre energía neumática, en particular, el transporte y/o almacenamiento de gas o aire comprimido; los sistemas, equipos o dispositivos involucrados se mantendrán en condición presurizada. Ante esta condición, durante una intervención operativa, de mantenimiento o reparación, existe riesgo que la energía acumulada en forma de presión pueda liberarse inesperadamente, poniendo en peligro a las personas alrededor.

8.5.3 Formas de liberación descontrolada de Energía Neumática

La manifestación de la energía neumática liberada, se puede presentar como:

- Energía neumática operativa o residual, a través de la eyeción o expulsión del gas o aire contenido producto de la presión.
- Energía mecánica residual, durante proceso de despresurización o despiche, que produzca movimiento no deseado y riesgoso de actuadores y componentes de brazos neumáticos.

8.5.4 Causas de liberación descontrolada de Energía Neumática

Pueden existir diversas causas que produzcan la liberación no controlada de energía neumática. En la Tabla 8-18 se mencionan las causas más comunes identificadas.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA**Tabla 8-18: Causas comunes de liberación descontrolada de Energía Neumática.**

Ítem	Causas de liberación descontrolada de Energía Neumática
1	Identificación inadecuada de energía contenida.
2	Falencia de competencias técnicas de operadores o mantenedores.
3	Diseño deficiente de sistemas. Ingeniería, componentes o repuestos inadecuados.
4	Modificaciones inadecuadas al diseño de sistemas o equipos.
5	Aumento de presión por sobre los límites de diseño.
6	Impacto /interacción de vehículos o equipos móviles con contenedores, tuberías y/o sistemas de gas o aire a presión.
7	No verificación de energía cero previas intervenciones de equipos o componentes.
8	No identificar correctamente puntos presurizados (válvulas, actuadores, etc.).
9	Golpe de manguera flexible durante desconexión debido a liberación de energía contenida.
10	Movimiento de cilindros actuadores, durante despiches y despresurización de líneas.
11	Uso inadecuado de trabas de seguridad para actuadores neumáticos.
12	Rotura y/o desprendimiento en líneas de presión, acoplos y componentes neumáticos.

8.5.5 Controles Preventivos-mitigadores y Críticos de liberación descontrolada de Energía Neumática

Las fuerzas que se pueden desarrollar en componentes o sistemas que contengan energía neumática acumulada dependerán de la cantidad de energía contenida, la rapidez y forma en que se libere la energía. En consecuencia, se hace necesario tomar precauciones para evitar la interacción directa de las personas con la energía liberada, minimizando los riesgos inherentes a la liberación no controlada.

En la Tabla 8-19 se indican los principales controles preventivos-mitigadores de liberación descontrolada de energía neumática y los de carácter crítico, que se deben aplicar durante el montaje, desmontaje, operación, inspección, mantención y reparación de sistemas o equipos. Estos controles deberán ser aplicados y/o evaluados por todas las personas involucradas con la actividad, cuya implementación dependerá de su rol y responsabilidad dentro de la misma.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

Tabla 8-19: Controles Preventivos y Críticos para la liberación descontrolada de Energía Neumática.

Energía Neumática		Actividad / Intervención					
ítem	Control Preventivo / Crítico	Tipo	Montaje	Operación	Inspección	Mantenimiento	Reparación
1	Contar con un plan de emergencia vigente.	P	✓	✓	✓	✓	✓
2	Aplicar herramientas de evaluación de riesgos.	P	✓	✓	✓	✓	✓
3	Diseño y gestión del cambio, con enfoque en análisis de riesgo.	P	✓	✓	-	✓	✓
4	Personal capacitado y autorizado para la operación, mantenimiento y montaje de los equipos, tanto como para el manejo de herramientas adecuadas.	P / C	✓	✓	-	✓	✓
5	Verificación de Mantención de sistemas críticos, de acuerdo a programa correspondiente.	P / C	✓	✓	-	✓	✓
6	Selección adecuada, según energía a bloquear, de dispositivos de aislamiento y bloqueo.	P	✓	-	-	✓	✓
7	Verificación de mantenimiento adecuado de dispositivos de aislamiento y bloqueo.	P	✓	-	-	✓	✓
8	Ejecutar procedimiento de aislamiento, bloqueo, prueba de energía cero y liberación de energía residual cada vez que la actividad lo requiera.	P / C	✓	-	-	✓	✓
9	Utilizar dispositivos de seguridad para prevenir y contener liberación descontrolada de energía.	P / C	✓	✓	✓	✓	✓
10	Delimitar áreas expuestas a riesgo potencial de liberación descontrolada de energía.	C	✓	✓	✓	✓	✓

P: Control Preventivo

C: Control Crítico

Aplica:



No aplica:

-

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA**8.5.6 Controles Específicos de liberación descontrolada de Energía Neumática**

En la Tabla 8-20 se indican los principales controles específicos que se deben aplicar para prevenir o mitigar los riesgos asociados a liberación descontrolada de energía neumática durante el montaje, desmontaje, la operación, inspección, mantención y reparación de sistemas o equipos. Estos controles deberán ser aplicados y/o evaluados por todas las personas involucradas con la actividad, cuya implementación dependerá de su rol y responsabilidad dentro de la misma.

Tabla 8-20: Controles Específicos para la liberación descontrolada de Energía Neumática.

Ítem	Control Específico	Energía Neumática		Actividad / Intervención			
		Tipo		Montaje	Operación	Inspección	Mantención
1	Verificación del buen estado componentes.	E		✓	✓	-	✓
2	Verificar que dispositivos de control y contención cuenten con su plan de inspección y mantenimiento al día, y se encuentren en buen estado.	E		✓	✓	-	✓
3	Uso de procedimiento de ejecución de Mantenimiento/Operación/Montaje particular para el equipo a intervenir.	E		✓	✓	-	✓
4	Utilizar EPP apropiados para la actividad a desarrollar, y usarlos de forma correcta.	E		✓	✓	✓	✓
5	Delimitar áreas expuestas a riesgo potencial de liberación descontrolada de energía.	E		✓	✓	✓	✓
6	Identificar y proteger líneas de impulsión expuestas al tránsito de vehículos.	E		✓	✓	✓	✓
7	Uso de dispositivo de contención anti latigazo para mangueras sometidas a presión.	E		✓	✓	-	✓
8	Para manipulación de cilindros presurizados aplicar las indicaciones presentadas en hoja de datos de seguridad (del fabricante) conforme a NCh 2245 Of. 2015	E		✓	✓	-	✓

E: Control Específico

Aplica:



No aplica:



ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

Es importante señalar que la operación, mantenimiento o reparación de cualquier dispositivo, equipo o componente requiere de la utilización de un procedimiento específico que aborde completamente y con detalle las intervenciones en cuestión, con énfasis en reducir riesgos de liberación descontrolada de energía y aumentar la seguridad de cada una de las actividades.

8.6 ENERGÍA TÉRMICA

En términos generales, la energía térmica corresponde a la energía interna presente en un sistema que se manifiesta por medio de su temperatura. Debido a diferencias de las temperaturas de dos o más sistemas, es posible generar un intercambio de energía en forma de calor (máquinas térmicas como una caldera). La energía térmica también está presente en el proceso de combustión de gases o materiales combustibles, en el contacto de superficies o cuerpos móviles sometidos a fricción (roce), en conductores o componentes eléctricos, y reacciones químicas, entre otros.

Dentro de las consecuencias a la exposición a altas temperaturas, se encuentran las quemaduras sobre la piel o respiratorias producto de la inhalación de gases y vapores calientes. Como referencia, la Tabla 8-21 muestra distintas combinaciones de temperatura y tiempos de exposición que pueden causar quemaduras de primer grado.

Tabla 8-21: Tiempos de exposición y temperaturas que pueden causar quemaduras parciales de primer grado.

Temperatura [°C]	Tiempo Exposición
45	3 horas
50	4 minutos
55	30 segundos
60	5 segundos
65	1 segundo

Fuente: [Ref. 7]

8.6.1 Equipos y componentes asociados a liberación descontrolada de Energía Térmica

Se considerarán dentro de la energía térmica, aquellos elementos, componentes, equipos o herramientas que contengan fluidos (líquidos o gaseosos) o superficies a una temperatura por sobre 50 [°C].

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

La Tabla 8-22 presenta la etiqueta de identificación para la energía térmica y algunos ejemplos en los cuales se puede encontrar presente dicha energía.

Tabla 8-22: Etiqueta liberación descontrolada de Energía Térmica y algunos ejemplos.

Etiqueta Identificación	Aplicaciones con potencial de LDE térmica
	Calderas de agua y de vapor.
	Motores de combustión.
	Intercambiadores de calor.
	Líneas de líquidos y de vapor.
	Equipos de oxicorte.
	Equipos de soldadura al arco.

8.6.2 Actividades con riesgo de liberación descontrolada de Energía Térmica

Toda actividad de operación, mantención, reparación o cambio que requiera contacto o intervención de las personas con sistemas, equipos o elementos que se encuentren a una temperatura superior a 50 [°C]. Algunas de las actividades más comunes en las que la intervención de equipos o sistemas puede provocar liberación de energía térmica no controlada, son las siguientes:

- Mantenimiento calderas, intercambiadores de calor, líneas de vapor.
- Reparación de componentes mediante Oxicorte.
- Trabajos de soldadura al arco.

8.6.3 Formas de liberación descontrolada de Energía Térmica

La manifestación de la energía térmica liberada, se puede presentar por medio del escape de fluidos calientes comúnmente presurizados (gases o líquidos), contacto directo superficies que se encuentran a alta temperatura o proyección de partículas durante procesos de soldadura. Por ejemplo, despiche de líneas de vapor, activación de válvulas de alivio, rotura de cañerías, etc.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA**8.6.4 Causas de liberación descontrolada de Energía Térmica**

Pueden existir diversas causas que produzcan la liberación no controlada de energía térmica. En la Tabla 8-23 se mencionan las causas más comunes identificadas.

Tabla 8-23: Causas comunes de liberación descontrolada de Energía Térmica

Ítem	Causas de liberación descontrolada de Energía Térmica
1	Identificación inadecuada de energía contenida.
2	Falencia de competencias técnicas de operadores o mantenedores.
3	Diseño deficiente de sistemas. Ingeniería, componentes o repuestos inadecuados.
4	Modificaciones inadecuadas al diseño de sistemas o equipos.
5	Aumento de temperatura/presión por sobre los límites de diseño.
6	Impacto /interacción de vehículos o equipos móviles con contenedores, tuberías y/o sistemas sometidos a altas temperaturas.
7	No verificación de energía cero previas intervenciones de equipos o componentes.
8	Manejo inadecuado de herramientas y equipos que operan a altas temperaturas como actividades de oxicorte y/o soldadura.
9	Rotura y/o desprendimiento en líneas con fluidos a alta temperatura, acoplos y componentes.

8.6.5 Controles Preventivos-mitigadores y Críticos de liberación descontrolada de Energía Térmica

Las consecuencias de la liberación descontrolada de energía térmica que se pueden generar en componentes o sistemas que operen o se encuentren a altas temperaturas, dependerán del valor de la temperatura y del tiempo de exposición. En consecuencia, se hace necesario tomar precauciones para evitar la interacción directa de las personas con la energía liberada, minimizando los riesgos inherentes a la liberación no controlada.

En la Tabla 8-24 se indican los principales controles preventivos-mitigadores de liberación descontrolada energía térmica y los de carácter Crítico, que se deben aplicar durante el montaje, la operación, inspección, mantención y reparación de sistemas o equipos. Estos controles deberán ser aplicados y/o

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

evaluados por todas las personas involucradas con la actividad, cuya implementación dependerá de su rol y responsabilidad dentro de la misma.

Tabla 8-24: Controles Preventivos y Críticos para la liberación descontrolada de Energía Térmica.

Energía Térmica		Actividad / Intervención					
ítem	Control Preventivo / Crítico	Tipo	Montaje	Operación	Inspección	Mantenimiento	Reparación
1	Contar con un plan de emergencia vigente.	P	✓	✓	✓	✓	✓
2	Aplicar herramientas de evaluación de riesgos.	P	✓	✓	✓	✓	✓
3	Diseño y gestión del cambio, con enfoque en análisis de riesgo.	P	✓	✓	-	✓	✓
4	Personal capacitado y autorizado para la operación, mantenimiento y montaje de los equipos, tanto como para el manejo de herramientas adecuadas.	P / C	✓	✓	-	✓	✓
5	Verificación de Mantención de sistemas críticos, de acuerdo a programa correspondiente.	P / C	✓	✓	-	✓	✓
6	Selección adecuada, según energía a bloquear, de dispositivos de aislamiento y bloqueo.	P	✓	-	-	✓	✓
7	Verificación de mantenimiento adecuado de dispositivos de aislamiento y bloqueo.	P	✓	-	-	✓	✓
8	Ejecutar procedimiento de aislamiento, bloqueo, prueba de energía cero y liberación de energía residual cada vez que la actividad lo requiera.	P / C	✓	-	-	✓	✓
9	Utilizar dispositivos de seguridad para prevenir y contener liberación descontrolada de energía.	P / C	✓	✓	✓	✓	✓
10	Delimitar áreas expuestas a riesgo potencial de liberación descontrolada de energía.	C	✓	✓	✓	✓	✓

P: Control Preventivo

Aplica:



No aplica:



C: Control Crítico

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA**8.6.6 Controles Específicos de liberación descontrolada de Energía Térmica**

En la Tabla 8-25 se indican los principales controles específicos que se deben aplicar para prevenir o mitigar los riesgos asociados a liberación descontrolada energía térmica durante la el montaje, desmontaje, operación, inspección, mantención y reparación de sistemas o equipos. Estos controles deberán ser aplicados y/o evaluados por todas las personas involucradas con la actividad, cuya implementación dependerá de su rol y responsabilidad dentro de la misma.

Tabla 8-25: Controles Específicos para la liberación descontrolada de Energía Térmica.

Ítem	Control Específico	Tipo	Actividad / Intervención				
			Montaje	Operación	Inspección	Mantención	Reparación
1	Verificación del buen estado componentes.	E	✓	✓	-	✓	✓
2	Verificar que dispositivos de control y contención cuenten con su plan de inspección y mantenimiento al día, y se encuentren en buen estado.	E	✓	✓	-	✓	✓
3	Uso de procedimiento de ejecución de Mantenimiento/Operación/Montaje particular para el equipo a intervenir.	E	✓	✓	✓	✓	✓
4	Utilizar EPP apropiados para la actividad a desarrollar, y usarlos de forma correcta.	E	✓	✓	✓	✓	✓
5	Delimitar áreas expuestas a riesgo potencial de liberación descontrolada de energía.	E	✓	✓	✓	✓	✓
6	Identificar y proteger líneas a alta temperatura expuestas al tránsito de vehículos.	E	✓	✓	✓	✓	✓
7	Al liberar energía residual procurar que los fluidos o placas a alta temperatura no entren en contacto con las personas. Por ejemplo: proceso de soldadura, circuito de vapor.	E	✓	-	-	✓	✓
8	Para trabajos de soldadura se debe contar con válvula corta llama.	E	✓	-	-	✓	✓

E: Control Específico

Aplica:



No aplica:



ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

Es importante señalar que la operación, mantenimiento o reparación de cualquier dispositivo, equipo o componente, requiere de la utilización de un procedimiento específico que aborde completamente y con detalle las intervenciones en cuestión, con énfasis en reducir riesgos de liberación descontrolada de energía y aumentar la seguridad de cada una de las actividades.

9. RECOMENDACIONES

El presente acápite tiene como propósito principal proporcionar una breve reseña sobre diferentes formas de presentar la información en ciertas situaciones en la cuales puede existir riesgo potencial de liberación descontrolada de energía. A modo de ejemplo, en los siguientes subcapítulos se presentan algunas prácticas que se encuentran implementadas en dependencias de MEL y que pueden ser tomadas como referencia para implementar en otras áreas.

9.1 Taller de Camiones

En taller de camiones de alto tonelaje, se disponen gigantografías con información referente a fuentes de energías y presiones en acumuladores, suspensiones y estanque de aire asociados al camiones Caterpillar, tal como se muestra en la Figura 8-2 y la Figura 8-3.



Figura 8-2: Fuentes de energía, camión Caterpillar 797B – 793F.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA



Figura 8-3: Presiones acumuladores, suspensión y estanque de aire, camión Caterpillar 797B.

De manera similar, la Figura 8-4 muestra una imagen que señala las presiones de acumuladores, suspensiones y puntos críticos, asociados al camión Caterpillar 798 AC.



Figura 8-4: Presiones acumuladores, suspensiones y puntos críticos, camión Caterpillar 798 AC.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

En relación a la operación de sistemas a alta presión, la Figura 8-5 muestra una imagen de una señalética de peligro “Tubería Alta Presión” y la indicación de la presiones en las líneas.



Figura 8-5: Señalética advertencia de peligro e indicación de presión en tuberías.

9.2 Plataforma de Perforación para Sondaje

El rango de presiones durante la operación de la perforadora, se encuentra entre 3000 y 5000 [psi], siendo dirigida a la parte alta de la torre de perforación, y desde ahí hacia las barras. La Figura 8-6 muestra las protecciones instaladas en la plataforma, con el propósito de resguardar al personal en caso de liberación descontrolada de energía.



Figura 8-6: Protecciones instaladas en plataforma de perforación para sondaje.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA**9.3 Sala de Sistema de Lubricación Planta Laguna Seca**

La Figura 8-7 muestra una señalética de restricción de acceso a la sala de lubricación asociada a molino de bolas, estableciendo que sólo personal autorizado y especializado puede acceder.



Figura 8-7: Restricción de acceso a sala de lubricación de molino de bolas.

9.4 Diagrama de Bloqueo Despegadora Eletrowinning

La Figura 8-8 muestra un diagrama de bloqueo de la máquina despegadora ubicada en sector Electrowinning.



Figura 8-8: Diagrama de bloqueo máquina despegadora.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA**9.5 Sector Compresores Planta Coloso**

La Figura 8-9 muestra una señalética de riesgo material asociado a liberación descontrolada de energía y una restricción de acceso al sector de compresores en Planta Coloso.



Figura 8-9: Restricción de acceso y señal de liberación descontrolada de energía en sector compresores.

10. IDENTIFICACIÓN DE CAMBIOS: (Obligatoria para versiones 2 y superiores)

Tabla 10-1: Identificación de cambios

Nº de Sección	Párrafo / Figura / Tabla / Nota	Adición(A) o Supresión (S)	Descripción general del cambio

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

11. DOCUMENTOS DE REFERENCIA:

Las referencias utilizadas en el desarrollo de este documento son:

[Ref.1] S-HSE-SAFE-013 Ver 8, "Aislamiento y bloqueo", emitido por MEL.

[Ref.2] S-HSE-SAFE-003 Ver 4, "Demarcación, restricción de acceso y código de colores", emitido por MEL.

[Ref.3] S-HSE-SAFE-014 Ver 7, "Herramientas de mano", emitido por MEL.

[Ref.4] S-HSE-SAFE-006 Ver 5, "Estándar HSE Elementos o Equipos de Protección Personal", emitido por MEL.

[Ref.5] S-HSE-SAFE-011 Ver 4, "Estándar HSE Protección de Equipos, Maquinarias y Herramientas", emitido por MEL.

[Ref.6] S-HSE-SAFE-004 Ver 4, "Recipientes Bajo Presión", emitido por MEL.

[Ref.7] B.B. Ong, Injury. Fatal and non fatal / Burns and Scalds. Encyclopedia of Forensic and Legal Medicine. 2005.

[Ref.8] P-CON-GMLC-046 Ver 2, "Corte por oxicorte", emitido por MEL.

[Ref.9] P-NPI-GMCH-ME-009 Ver 2, "Procedimiento de corte, soldadura, corte con esmeril y oxicorte", emitido por MEL.

[Ref.10] S-HSE-GCIO-001 Ver 2, "Estándar Evaluación por Competencia Modelo 3D", emitido por MEL.

[Ref.11] CDC, Centers for Disease Control and Prevention.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

12. ANEXOS

ANEXO 1. TABLA RESUMEN DE ENERGÍAS

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

Tabla 12-1: Cuadro resumen de equipos de referencia según Energías potencialmente liberadas durante actividades de operación y/o mantenimiento de sistemas.

Energía Predominante	Equipos y dispositivos de referencia	Formas de liberación de Energía
	<ul style="list-style-type: none"> Elementos tensionados: Corazas feeder, paneles estructurales, resortes, pernos, lanzas. Elementos utilizados para Tiro y arrastre: Estrobo, eslingas, ganchos, grilletes. Elementos de Protección: Guarda acoplos. 	<ul style="list-style-type: none"> La energía Potencial acumulada en los cuerpos debido a la Tensión y/o compresión, se libera mediante la “relajación” de los mismos. La energía potencial se puede transformar en energía cinética y se puede manifestar en forma de movimiento (eyección de acoplos o componentes).
	<ul style="list-style-type: none"> Bombas Centrífugas Horizontales, Verticales. Bombas desplazamiento positivo. Válvulas. Recipientes a presión (Filtros, Estanques, Tuberías). 	<ul style="list-style-type: none"> La energía liberada se manifiesta como impulsión o eyección del fluido presurizado. Energía mecánica residual, durante proceso de despresurización o despiche, que produzca movimiento no deseado y riesgoso de componentes.
	<ul style="list-style-type: none"> Sistema de elevación. Unidad hidráulica de para accionamiento actuadores. Unidad de lubricación (Bombas volumétricas). Herramientas oleo-hidráulicas 	<ul style="list-style-type: none"> La energía liberada se manifiesta como impulsión o eyección del fluido presurizado. Energía mecánica residual, durante proceso de despresurización o despiche, que produzca movimiento no deseado y riesgoso de componentes.
	<ul style="list-style-type: none"> Acumuladores y Compresores de aire. Manómetros, Válvulas de seguridad y Reguladores de presión, Líneas de aire y Mangueras flexibles. Herramientas neumáticas. Lanzas de aire. 	<ul style="list-style-type: none"> La energía liberada se manifiesta como impulsión o eyección del fluido presurizado. Energía mecánica residual, durante proceso de despresurización o despiche, que produzca movimiento no deseado y riesgoso de componentes.
	<ul style="list-style-type: none"> Calderas. Intercambiadores de calor. Líneas de vapor. Equipos oxicorte. 	<ul style="list-style-type: none"> La energía liberada se manifiesta como impulsión o eyección del fluido presurizado a alta temperatura. Energía mecánica residual, durante proceso de despresurización o despiche, que produzca movimiento no deseado y riesgoso de componentes.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

ANEXO 2. IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS SEGÚN ENERGÍA

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA**IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS SEGÚN ENERGÍA**

Con el propósito de proporcionar una guía, se confeccionó una tabla resumen con algunos equipos característicos de la operación de diferentes instalaciones de MEL. En la Tabla 12-2 se presenta una clasificación de distintos equipos, dispositivos y/o elementos según la energía primaria o predominante, señalando los controles preventivos, críticos y específicos a aplicar en cada caso.

Tabla 12-2: Referencia de Familia de Equipos Mecánicos.

Energía predominante	Equipo, dispositivo y/o elemento	Controles aplicables según estándar
Mecánica	Chancador (Giratorio, Cono y Otros)	8.2.5 / 8.2.6
	Molinos	
	Correas Transportadoras	
	Harneros Vibratorios (Screeener Pebbles)	
	Bandejas Vibratorias	
	Compresores	
	Transmisión de palas hidráulicas	
	Chutes de traspaso	
Hidráulica	Estanques	8.3.5 / 8.3.6
	Recipientes a presión	
	Bombas centrífugas	
	Bombas de desplazamiento positivo	
	Filtros de cartucho	
	Chancadores (Giratorio, Cono y otros)	
	Correas transportadoras	
	Tambores aglomeradores	
	Molinos	
	Batería de Hidrociclos	
	Celdas de Columna	
	Celdas Scavenger y Rougher	
	Filtros	
	Intercambiadores de calor	
	Radiadores	
	Calderas	
	Líneas de alta presión	
	Válvulas	

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

Energía predominante	Equipo, dispositivo y/o elemento	Controles aplicables según estándar	
Oleo-hidráulica	Tolvas	8.4.5 / 8.4.6	
	Sopladores		
	Chancadores (Giratorio, Cono y otros)		
	Molinos		
	Filtros		
	Compresores		
	Máquina despegadora de cátodos		
	Válvulas		
Neumática	Sopladores	8.5.5 / 8.5.6	
	Recipientes a presión		
	Cañerías		
	Molinos		
	Compresores		
	Válvulas		
Térmica	Cañerías	8.6.5 / 8.6.6	
	Intercambiadores de calor		
	Radiadores		
	Calderas		
	Compresores		
NOTAS:			
1.- Los controles serán aplicados a actividades de inspección, mantención y cambio de componentes.			
2.- Para energías asociadas a operación mediante fluidos presurizados (hidráulica, oleo-hidráulica, neumática y térmica), se considerará como presión riesgosa 100 [psi] y velocidades internas según Tabla 8-4.			
3.- Para energía térmica se considerará como temperatura riesgosa 50 [°C].			

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

ANEXO 3. IDENTIFICACIÓN DE ENERGÍAS EN INSTALACIONES MEL

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

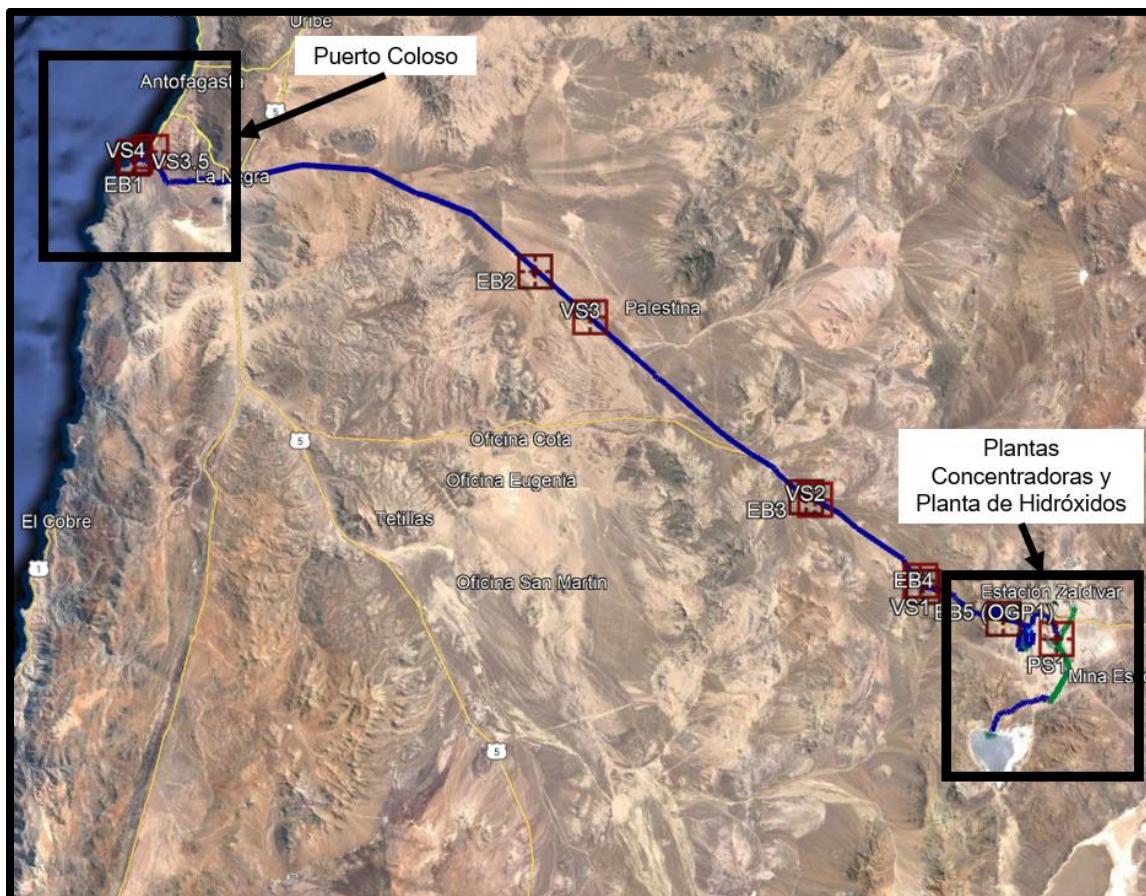


Figura 12-1: Identificación de Energías - Distribución de Plantas de MEL.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

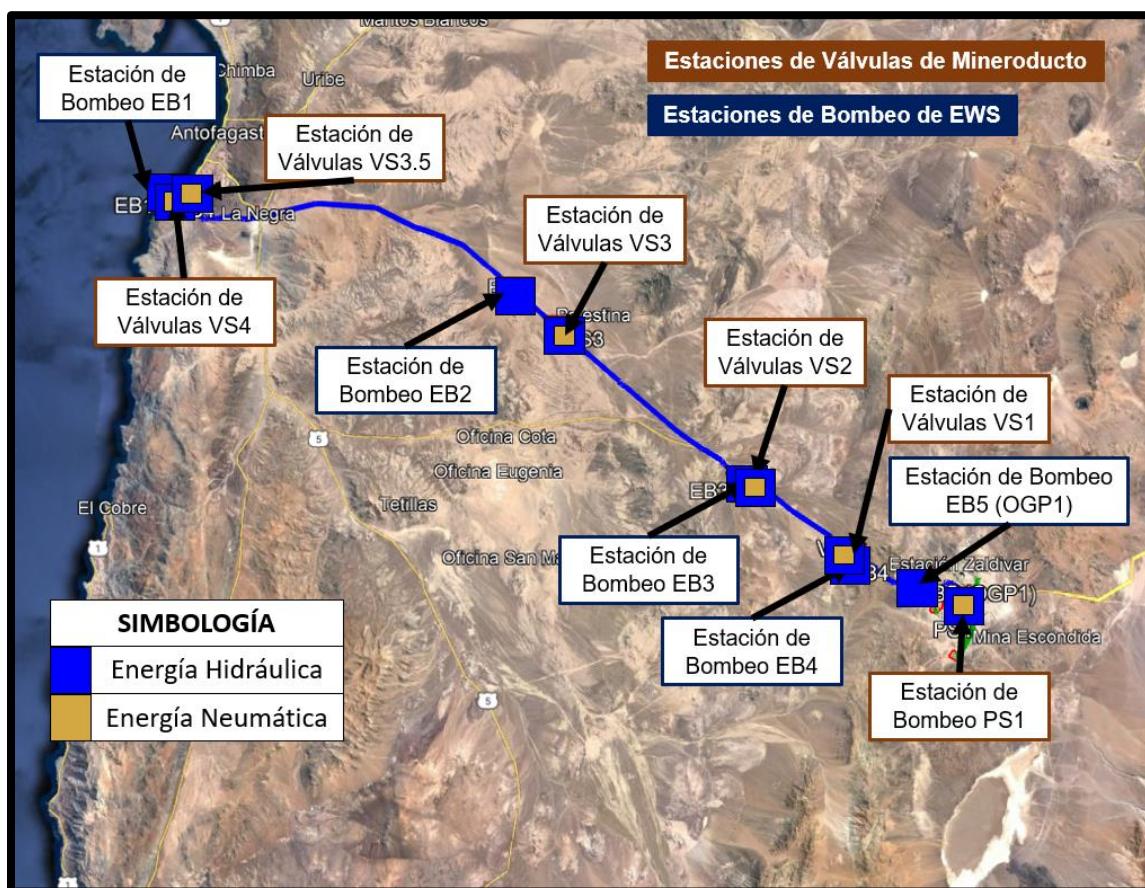


Figura 12-2: Identificación de Energías - Estaciones de Bombeo de EWS y Estaciones de Válvulas de Mineroducto.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

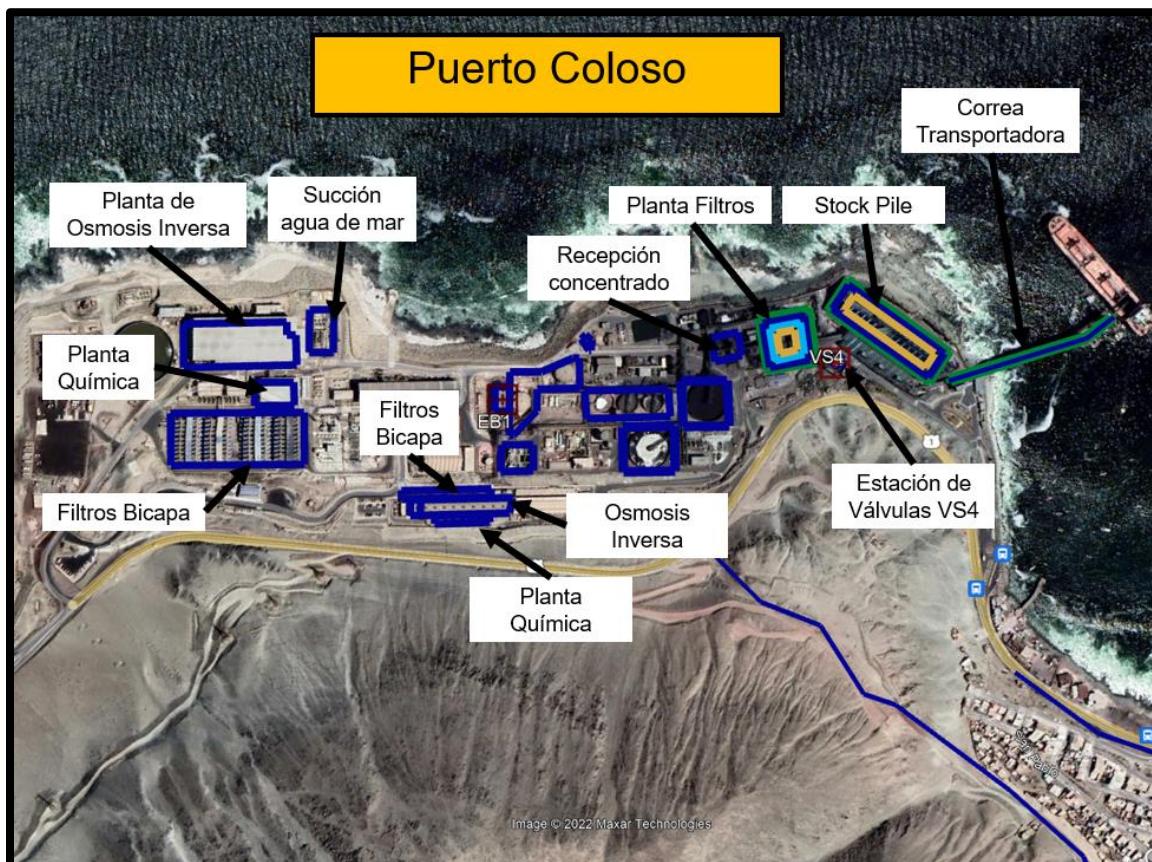


Figura 12-3: Identificación de Energías - Puerto Coloso.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

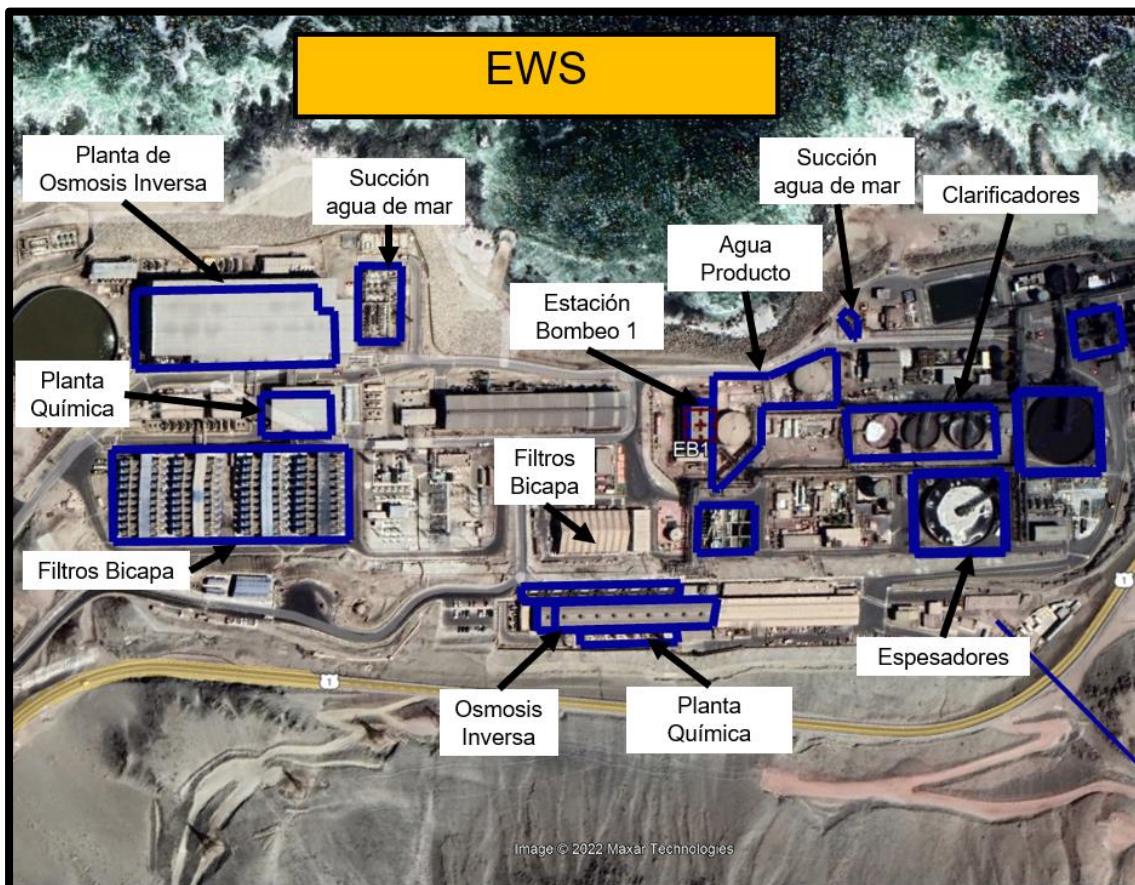


Figura 12-4: Identificación de Energías – Plantas Desalinizadoras EWS y Planta Cero.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

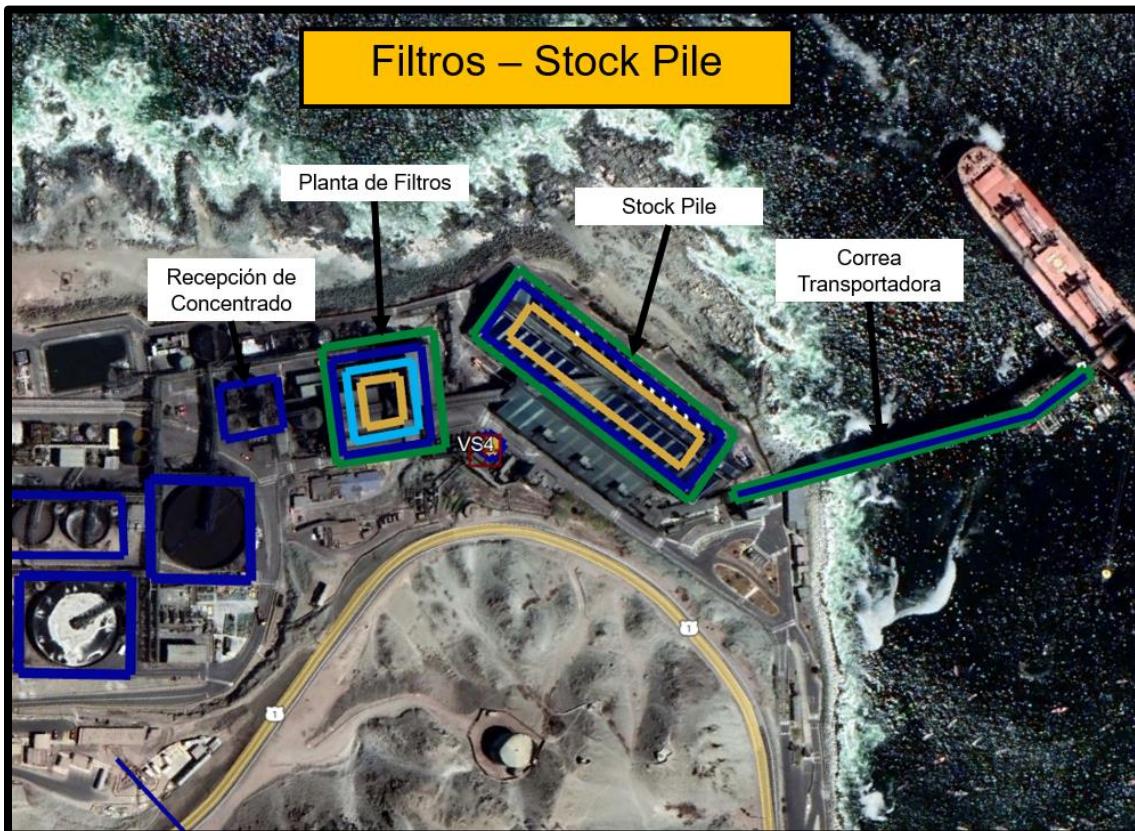


Figura 12-5: Identificación de Energías – Puerto Coloso: Filtros, Stock Pile.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

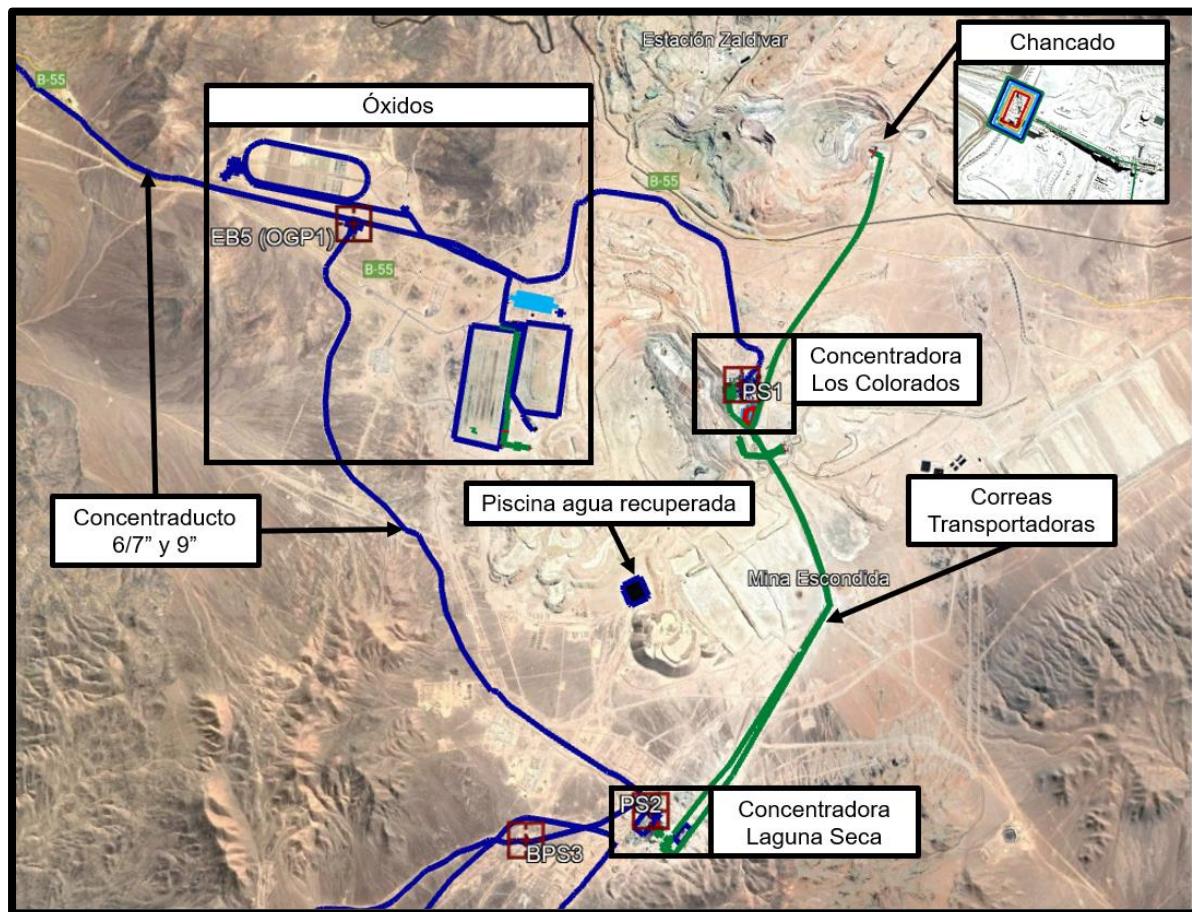


Figura 12-6: Identificación de Energías - Plantas Concentradoras CLC, CLS y Óxidos.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

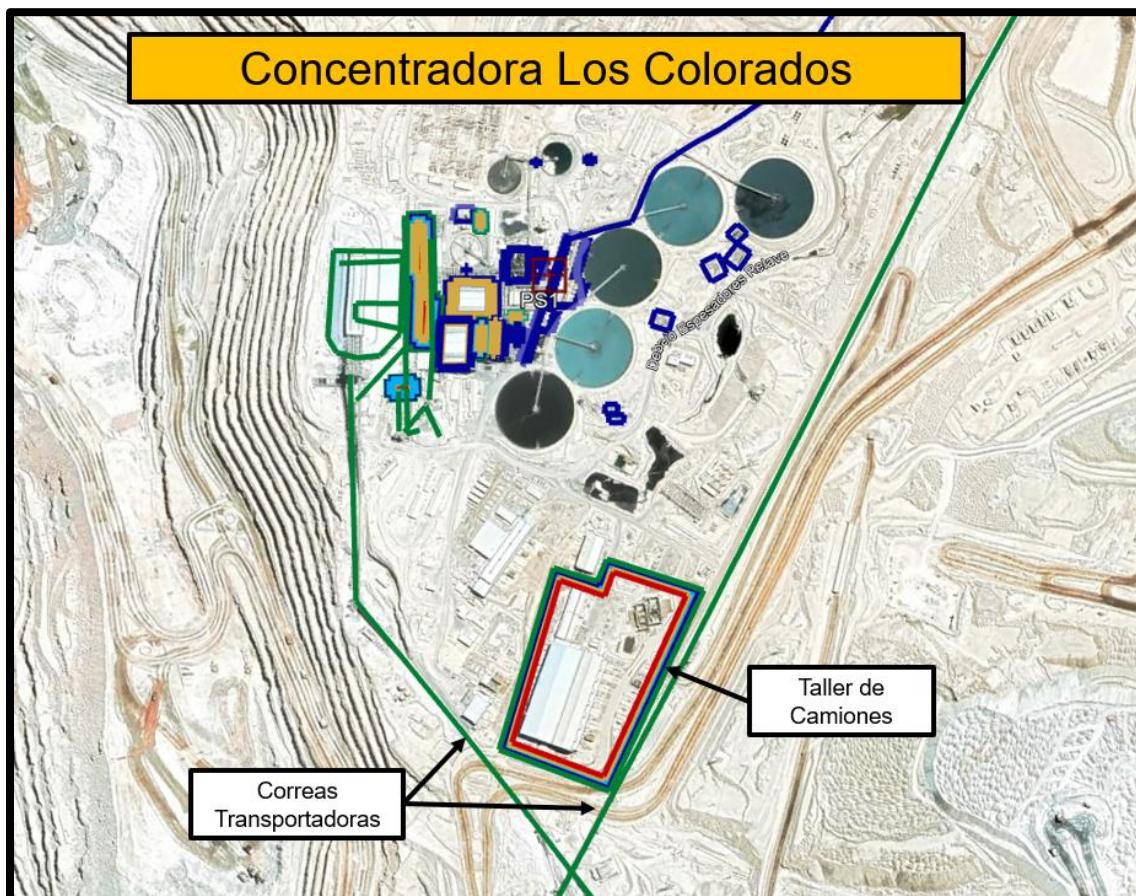


Figura 12-7: Identificación de Energías - Concentrador Los Colorados, Vista General.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

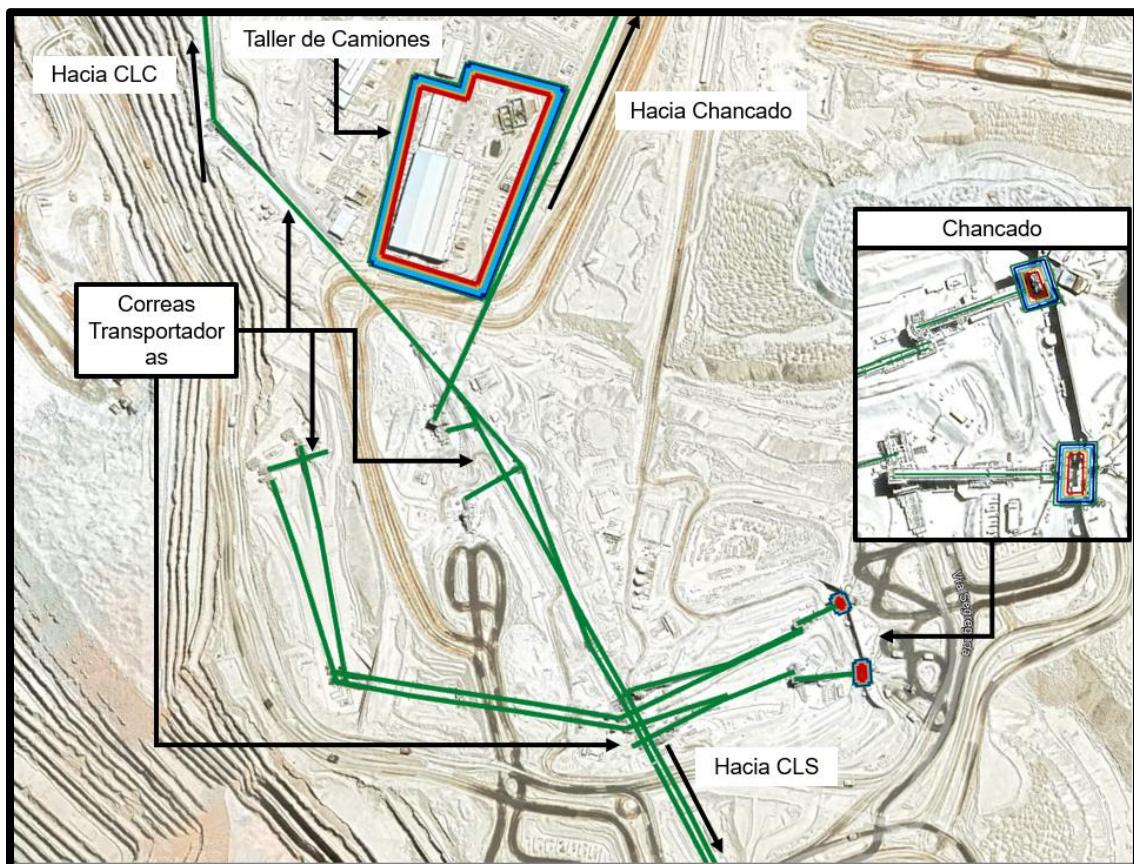


Figura 12-8: Identificación de Energías - Taller de Camiones, Chancado.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

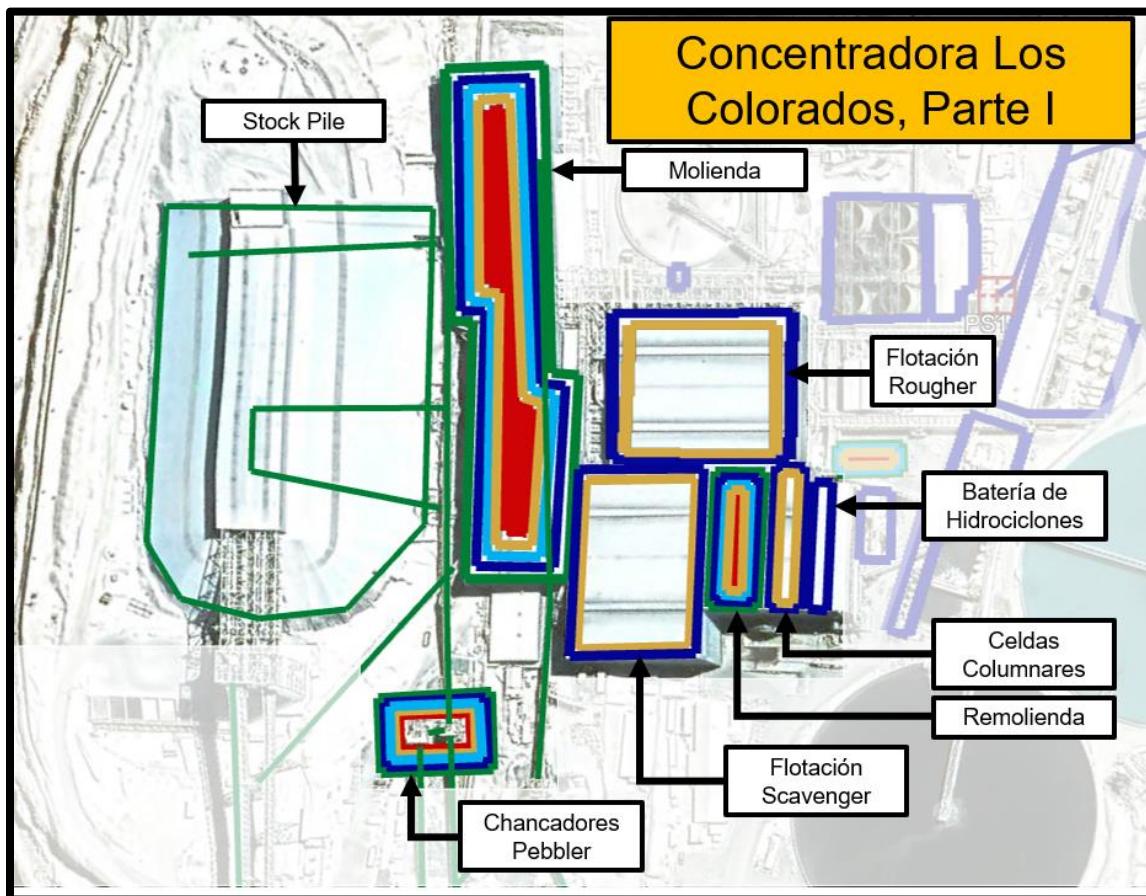


Figura 12-9: Identificación de Energías - Concentradora Los Colorados, Parte 1.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

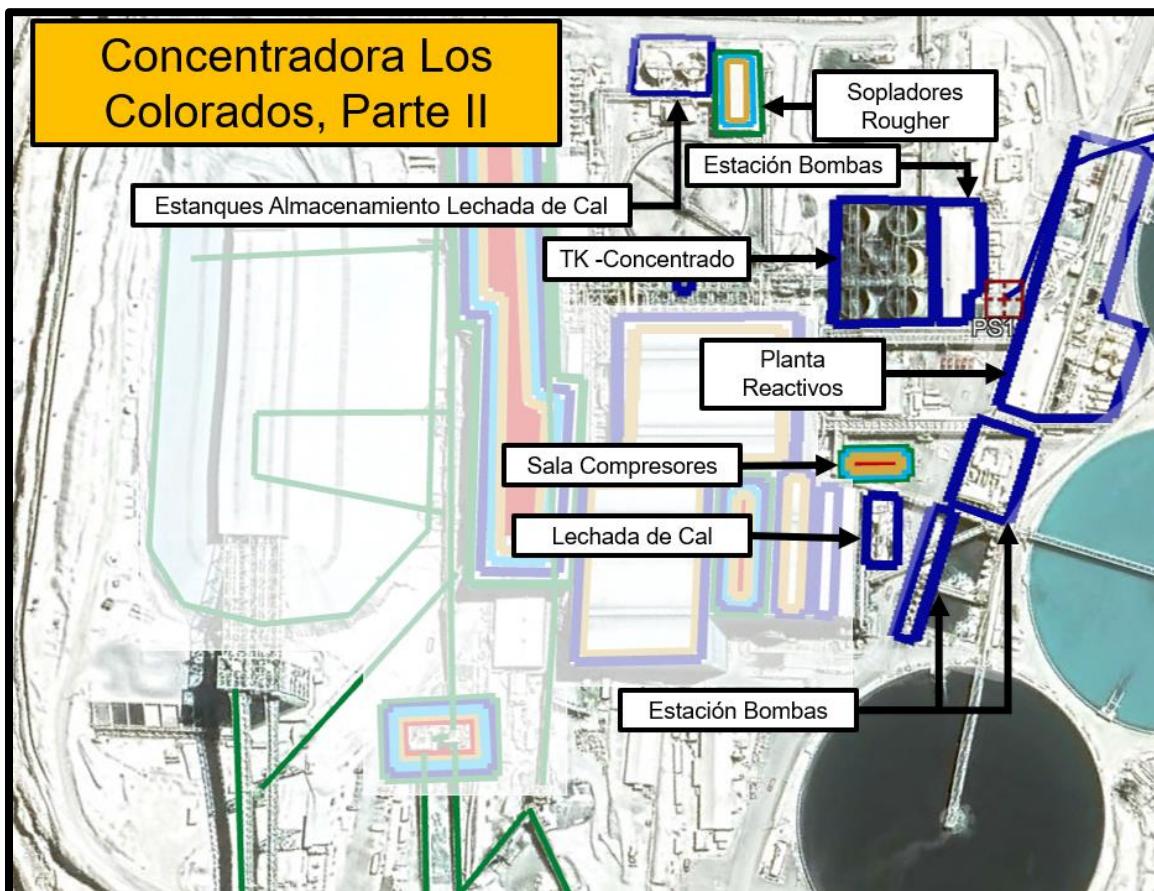


Figura 12-10: Identificación de Energías - Concentrador Los Colorados, Parte 2.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

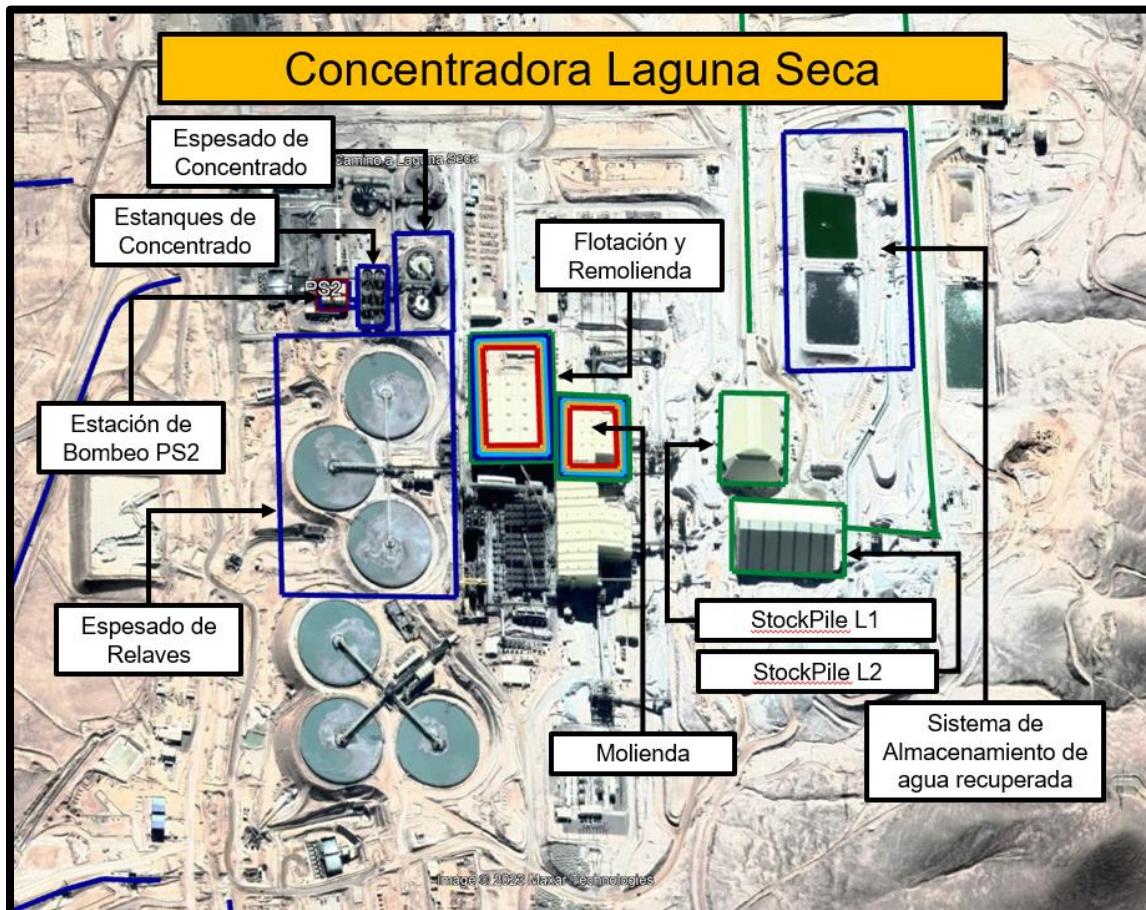


Figura 12-11: Identificación de Energías - Concentrador Laguna Seca.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

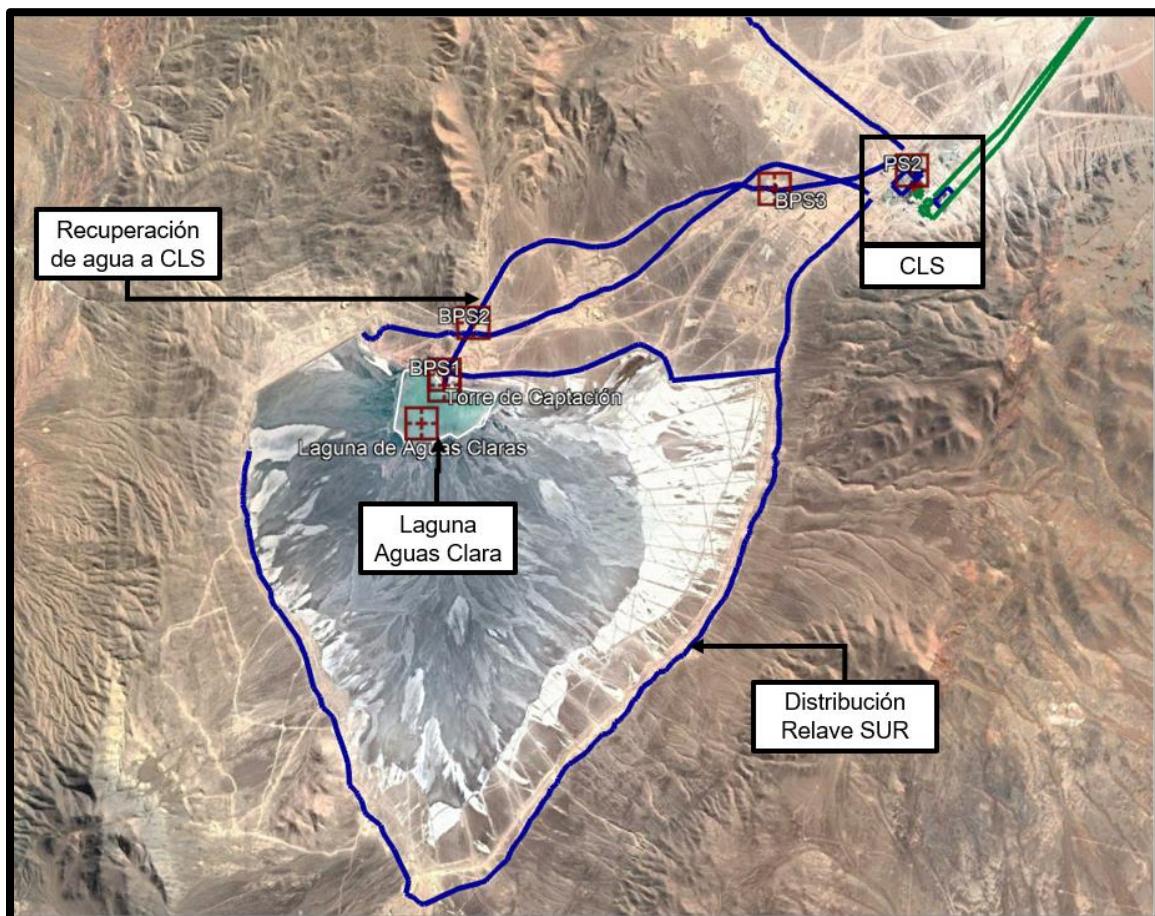


Figura 12-12: Identificación de Energías - Laguna Agua Clara.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

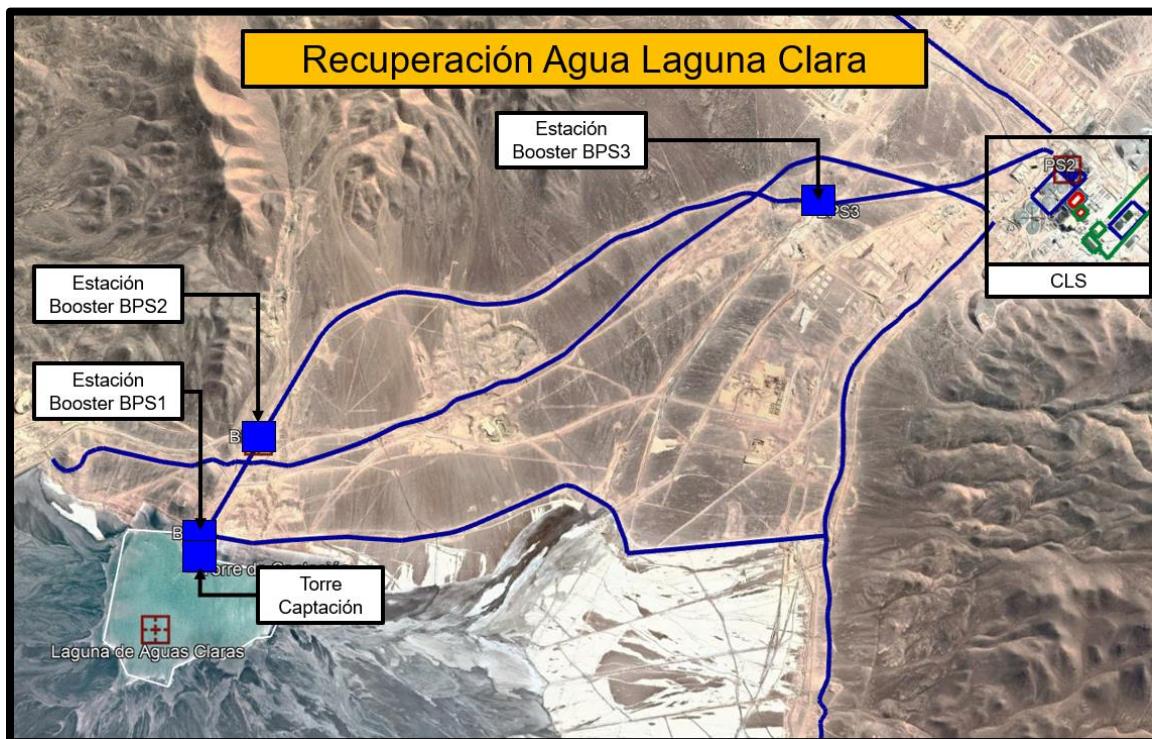


Figura 12-13: Identificación de Energías - Recuperación Agua Laguna Clara.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

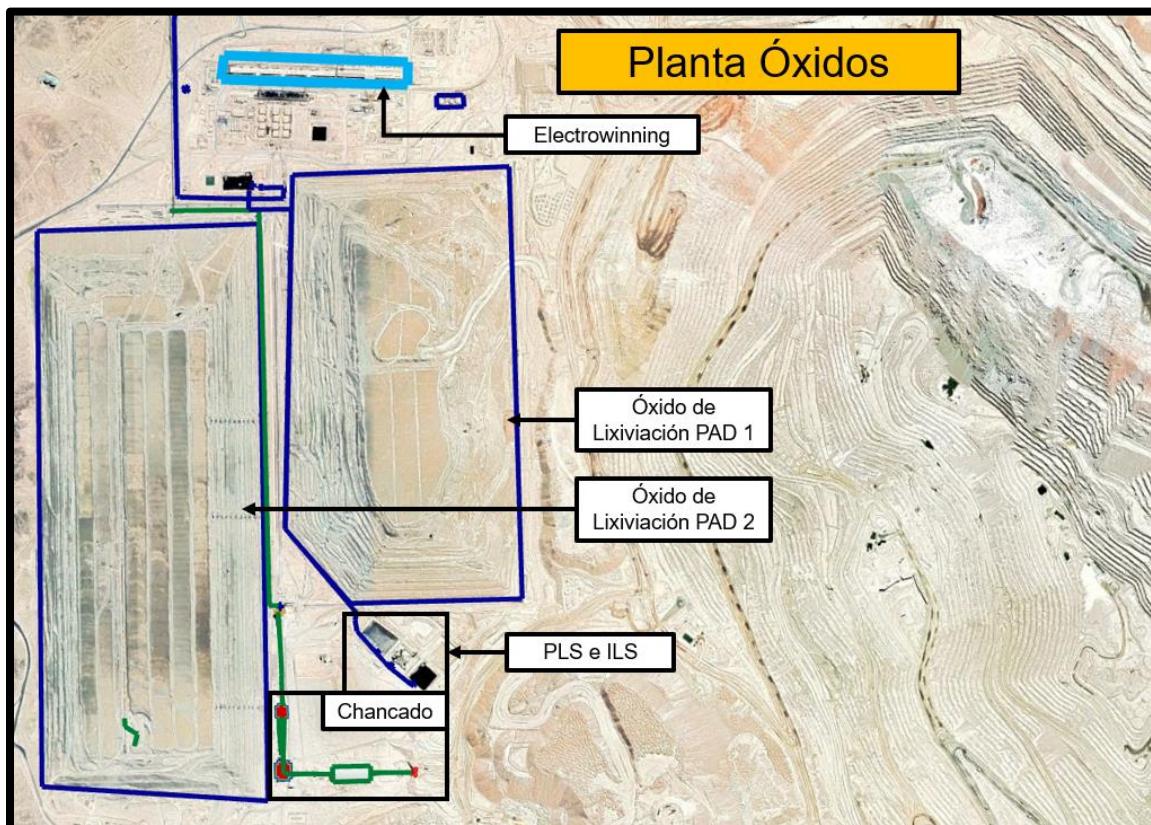


Figura 12-14: Identificación de Energías - Planta Óxidos.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

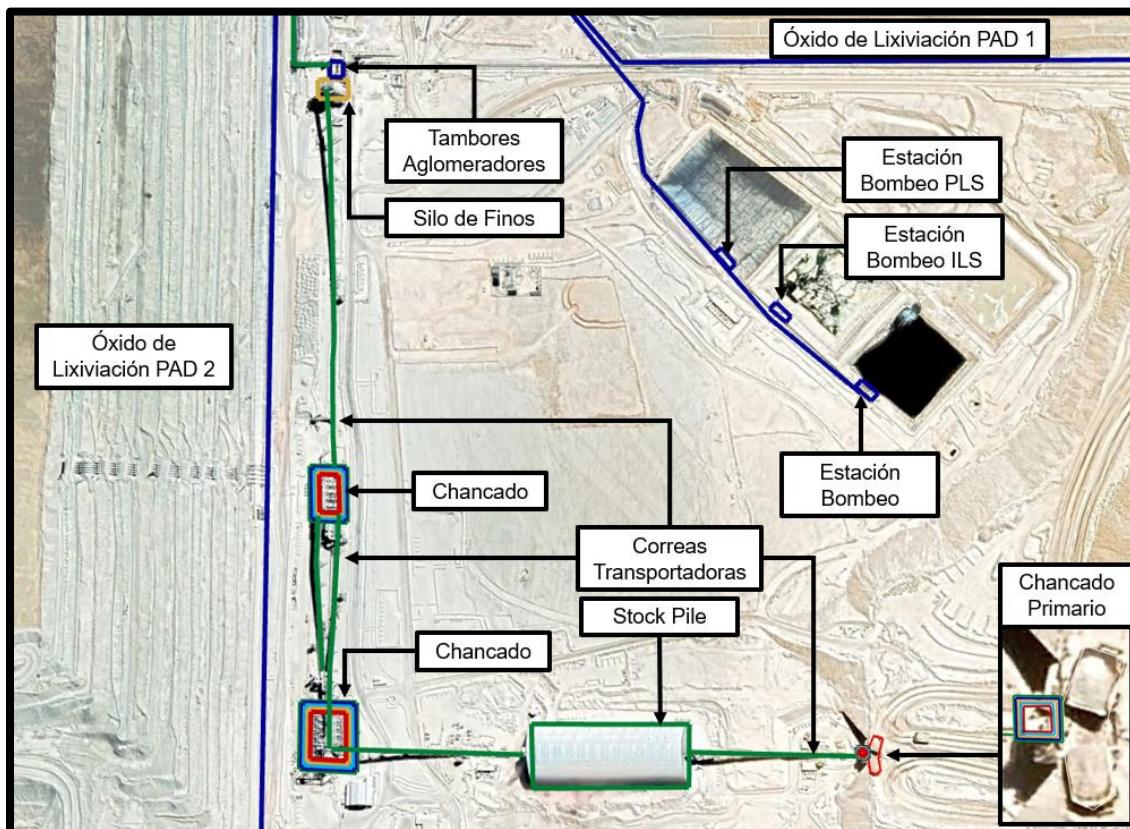


Figura 12-15: Identificación de Energías - Planta Óxidos Chancado.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

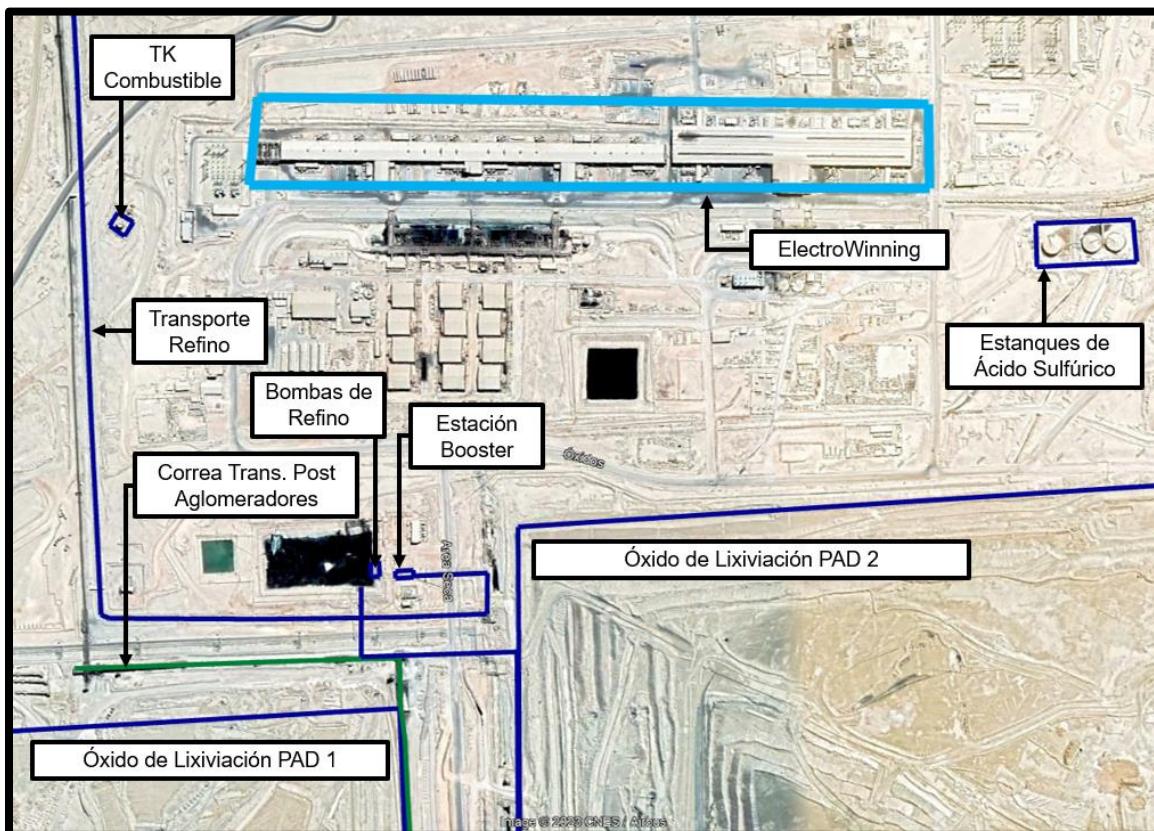


Figura 12-16: Identificación de Energías - Planta Óxidos Lixiviación - Electro Winning.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

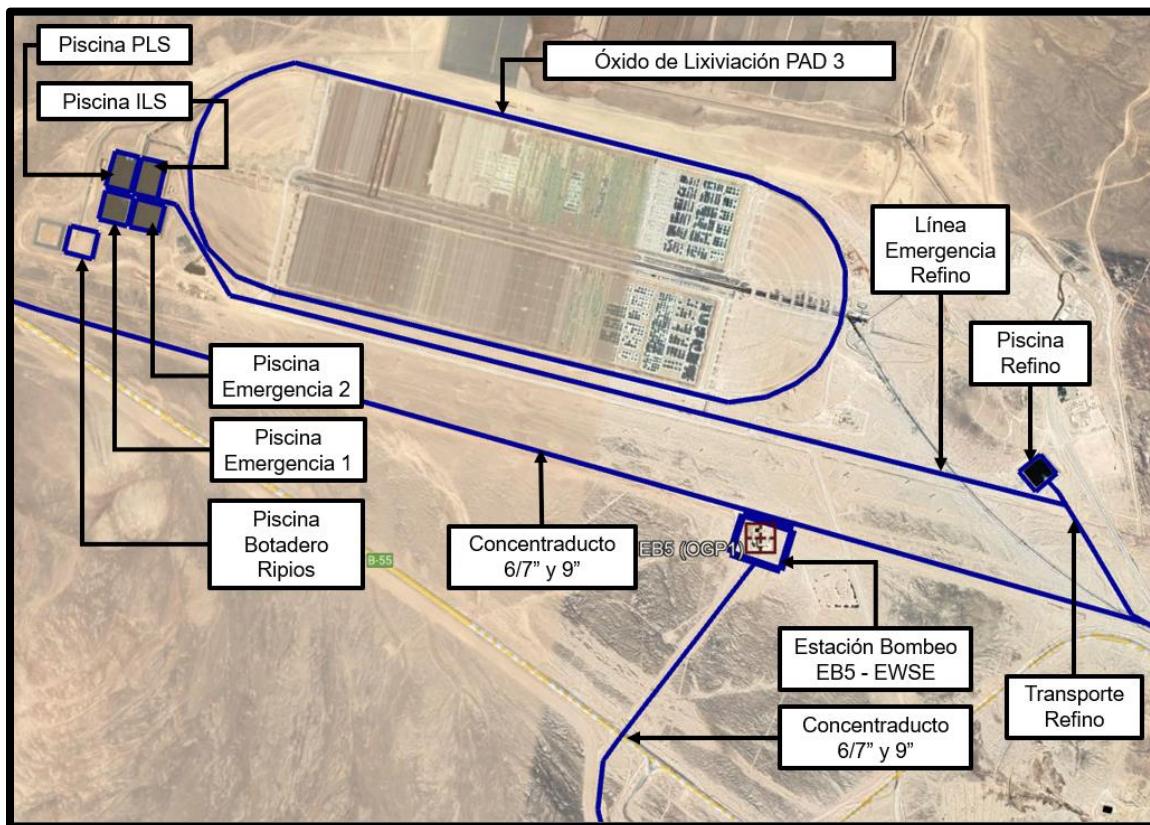


Figura 12-17: Identificación de Energías - Planta Óxidos Lixiviación.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

ANEXO 4. DISPOSITIVOS DE BLOQUEO

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

Dispositivos preventivos y mitigadores de aislamiento y bloqueo para contención de Energía (Mecánica, Hidráulica, Neumática, Térmica)

Estos dispositivos de bloqueo o mitigadores son esenciales para la intervención de equipos y componentes, en forma segura, para efecto de mantenimiento o recambio.

El estándar de MEL hace referencia a estos elementos de bloqueo, en el documento: Estándar HSE, Aislamiento y Bloqueo, S-HSE-SAFE-013 v8, de MEL. [Ref. 1]

Dispositivos de bloqueo de válvulas:

Los dispositivos de bloqueo para válvulas se adaptan a válvulas de bola, válvulas de compuerta, válvulas de mariposa, válvulas de cilindro, válvulas con palanca y válvulas neumáticas.

- Sistemas de bloqueo de válvulas con volante**

Estos dispositivos bloquean una variedad de tuberías, al asegurar el volante de las válvulas en la posición de apagado. Pueden encontrarse del tipo: sistema de bloqueo de válvula con volante estándar, sistema de bloqueo de válvulas de volante plegable, sistema de bloqueo ajustable de válvula con volante.



Figura 12-18: Sistemas de bloqueo de válvulas con volante.

- Sistema de bloqueo de válvulas con palanca**

Estos dispositivos bloquean variedades de tuberías, al asegurar la palanca de las válvulas en la posición de apagado. Pueden encontrarse del tipo: sistema de bloqueo de válvulas con palanca Perma-Mount; sistema de bloqueo de válvulas con palanca, sistema de bloqueo de válvulas con palanca y traba.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA



Figura 12-19: Sistemas de bloqueo de válvulas con palanca.



Figura 12-20: Sistemas de bloqueo de válvulas con palanca Planta Coloso.

- **Sistema de bloqueo de válvulas de mariposa**

Estos dispositivos bloquean válvulas de mariposa en la posición de apagado. Pueden encontrarse del tipo: sistemas de bloqueo en posición cerrada, amordazando la manilla, de forma que no se pueda accionar ni mover; también se encuentra del tipo de bloqueo de gatillo.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA



Figura 12-20: Sistemas de bloqueo de válvulas con palanca.

- **Dispositivo de bloqueo por cable**

Dispositivo de bloqueo múltiple por cable, con múltiples usos, disponibles en distintos formatos.



Figura 12-21: Sistemas de bloqueo de válvulas con cable.

- **Bloqueos de Aire y Gas**

Diseñadas para bloquear acceso a válvula, impidiendo accionamiento.



Figura 12-22: Sistemas de bloqueo para aire y gas.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

Dispositivo mitigador para acoples:**• Guarda acoples**

Son elementos de protección sobre acoples, que previenen la expulsión accidental de acoples o partes, a alta RPM.

Los acoples deben estar calculados y normados, siendo norma ASME B15.1 de Protección de Acoples, la que los rige.



Guarda acople cilíndrico

Guarda acople apernado a base

Figura 12-23: Guarda acoples.**Dispositivos mitigadores de llama de soldadura:****• Válvulas anti retroceso de llama**

Para evitar que eventualmente la llama retroceda a lo largo de la línea de gas, se dispone de un dispositivo anti retroceso de llama, vitando un grave riesgo para personas y daños materiales.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA



Figura 12-24: Válvula anti-retroceso de llama.

Dispositivos de bloqueo para correas transportadoras:

- **Prensas tensoras**

Diseñadas para asegurar la reparación de la cinta transportadora.



Figura 12-25: Prensa tensora para correa transportadora.

Cuidados y mantenimiento

Para los trabajos de Tiro y arrastre, afianzar correctamente la prensa de sujeción de correa.

Todos los sistemas de bloqueo deben contar con mantención periódica, de al menos cada 3 meses, consistente en inspección de su estado, desgastes, verificación de buen funcionamiento y generar un registro de ellas. Cualquier rotura, desgaste, malfuncionamiento del dispositivo, no podrá ser utilizado y debe ser reemplazado.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

ANEXO 5: DISPOSITIVOS ANTI-LATIGAZO

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

Dispositivos Anti-Latigazo

Las mangueras a presión pueden dar latigazos si se desacoplan accidentalmente o se desprenden del accesorio. Los dispositivos anti-latigazo mitigan desplazamiento reduciendo riesgo.

Los principales tipos son:

- Whip Check

Están fabricadas de cable de acero (opción de acero inoxidable), La presión máxima de trabajo es de 200 PSI. El lazo se abre fácilmente para pasar sobre el accesorio.

- Cable Choker

Cable de acero que se solicita según presión a manejar. No solo mantiene la manguera en su lugar, sino que también puede disminuir significativamente o detener el flujo por completo hasta que se pueda aliviar la presión en su fuente.

- Hobble Clamp

Actúan como esposas para sistemas de mangueras y tuberías de servicio pesado, protección incluso frente a falla en acoplamiento. Fabricado de acero al carbono electrostático.



Whip Check



Cable Choker



Hobble Clamp

Figura 12-26 : Tipos básicos de dispositivos anti-latigazo.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

Utilización

Las condiciones de uso que deben cumplir son:

- Deben instalarse en la posición completamente extendida (sin holgura) para garantizar la seguridad adecuada.
- El dispositivo anti-latigazo seleccionado debe estar acorde a su aplicación (presión, diseño, material, diámetro, anticorrosión, entre otros).
- La estructura donde se va a anclar el dispositivo, debe soportar el impacto del latigazo.
- La fabricación de estos dispositivos debe cumplir la norma OSHA 29 CFR 1926.603 y OSHA 29 CFR 1926.302.

Cuidados y mantenimiento

Dentro de su mantenimiento se debe realizar:

- La inspección periódica y el reemplazo de los componentes dañados, son imprescindibles para mantener un sistema y un lugar de trabajo seguros.
- Siempre reemplace los controles de látigo, si ocurre un incidente de falla.
- En caso de uso del Cable Choker, si ocurre incidente de rotura uniones o mangueras, reemplazar el whipcheck y además la manguera de presión.

NOTA:

La manipulación de estos dispositivos, debe considerar la utilización de un procedimiento específico, que aborde completamente y con detalle su operación y mantención, con énfasis en reducir riesgos de liberación descontrolada de energía y de aumentar la seguridad de cada una de estas actividades.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

ANEXO 6: DISPOSITIVOS DE TIRO Y ARRASTRE

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

Dispositivos de tiro y arrastre

- **Tecle Tirfor:**

El Tirfor es un dispositivo de tiro, portable, operado manualmente. Su característica es que opera directamente sobre el cable de acero. Tiene un gancho o un pin de anclaje, cuyo cable pasa a través del mecanismo, en lugar de ser enrollado en un tambor.



Tecle Tirfor / Cabrestante



Tecle Tirfor de alto tonelaje

Figura 12-27: Tipos de Tirfor.**Especificaciones principales:**

- Capacidad, Ton.
- Largo Cable, m (general 20 m).
- Diam Cable, mm.
- Fuerza nominal de activación, N.
- Paso del Tecle / Cable.

Utilización:

- Selección apropiada según objetivo de tiro.
- Selección apropiada del cable según carga.
- Asegurar un buen punto de anclaje.
- Manejar traba según indicaciones de Manual de fabricante.
- Demarcar perímetro de operación del tirfor.
- Usar sólo el cable perteneciente al dispositivo.
- Soltar el cable sólo si se ha destensado previamente.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

- Nunca operar las palancas adelante y reversa al mismo tiempo.
- Operar dispositivo sólo con la extensión de palanca provista.
- En lo posible, posicionar el tirfor de modo que el operador quede resguardado ante una eventual soltura del cable tensado.
- Consultar con Manual fabricante.

Cuidados y Mantenimiento

- Revisar dispositivos de seguridad de sobrecarga (shear pin).
- Reemplácelos por originales, de acuerdo a indicaciones de manual.
- Diariamente inspeccione el cable, para determinar cualquier desgaste o daño o rotura de alambres del cable. Cualquier cable con reducción de su Diam. nominal de más de 10%, debe ser reemplazado.
- No permita que el cable tensado toque superficies puntiagudas.
- No exponga el cable a temperaturas mayores a 100°C.
- Dispositivo debe limpiarse y lubricarse regularmente, según indicaciones de manual, al menos 1 vez al año, por servicio autorizado.

- **Winches:**

Maquina utilizada para izar o tirar carga, que consta de un tambor donde se enrolla el cable, que puede ser de accionamiento manual (tamaños pequeños), eléctrico o hidráulico.



Winche eléctrico



Winche eléctrico, alta carga

Figura 12-28: Tipos de Winches.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

Utilización

- Evitar altas temperaturas.
 - Mantener al menos 5 vueltas de cable en el tambor.
 - No sobrepasar su carga máxima.
 - Asegurar un buen punto de instalación del gancho.
 - Usar seguro de gancho.
 - Demarcar perímetro de operación del winche.
 - Operación por personal capacitado.
 - No usar ganchos o accesorios dañados.
 - No usar ganchos, argollas o grilletes artesanales.
 - Asegurar vía libre de obstáculos, antes de usar winche.
 - Cuando la carga esté tensada, no abandonar el control del winche.
 - En lo posible, posicionar el winche de modo que el operador quede resguardado ante una eventual soltura del cable tensado.
 - Considerar operación mediante VDF.
- **Accesorios de Tiro y Arrastre:**



Eslinga



Gancho con seguro



Grillete



Estrobo



Eslinga de Cadena



Eslinga Cincha plana

Figura 12-29: Accesorios de Tiro y Arrastre.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

Cuidados y mantenimiento

- Efectuar mantenimiento, al menos 1 vez/año.
- Limpiar y lubricar.
- Buscar signos de desgaste en ejes y gatillos de seguro.
- Revisar el cable por daños o alambres rotos.
- Revisar gancho, por daños y desgaste anormal.
- Zonas de resguardo durante empleo de elementos de tiro y arrastre.
- Efectuar, mientras sea posible, uso de winches con operación remota.

NOTA:

La manipulación de estos dispositivos, debe considerar la utilización de un procedimiento específico, que aborde completamente y con detalle, su operación, mantención y eventual reparación, con énfasis en reducir riesgos de liberación descontrolada de energía y de aumentar la seguridad de cada una de estas actividades.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

ANEXO 7. GUARDAS Y PROTECCIONES

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

Guardas y protecciones:

Las guardas y protecciones son un elemento que sirve para separar una zona de riesgo y/o para mitigar el impacto de algún desprendimiento de algún componente o parte de la máquina en operación. Las máquinas traen sus propias protecciones y otras se deberán instalar en aquellos lugares en donde otras medidas de mitigación no protejan adecuadamente al personal y esto haya sido identificado en una evaluación de riesgo.

Las pautas y requerimientos de diseño y construcción de protecciones, así como materiales, firmeza y resistencia son contenidos en Estándar HSE “Protección de Equipos Maquinarias y Herramientas”, S-HSE-SAFE-011 V4, de MEL.”. [Ref. 3].

Las guardas deben estar convenientemente instaladas, así como proveer la resistencia necesaria, en caso de ser sometida a esfuerzos, producto de una eventualidad, de modo de proteger a las personas. La guarda debe diseñarse para contener el impacto de un elemento proyectado. El estándar señala distancia entre la protección y el punto de peligro, además indica fuerzas de resistencia.

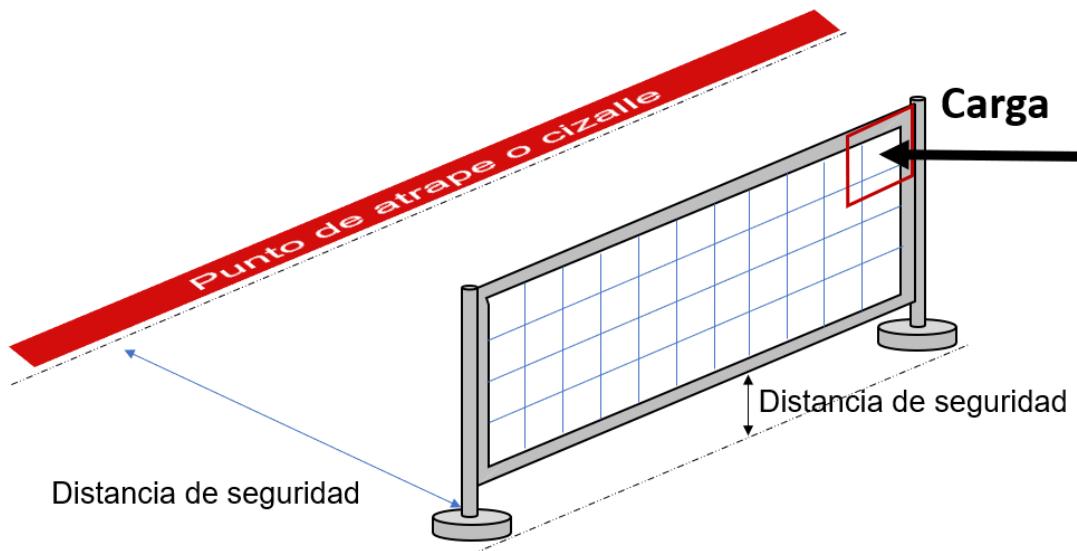


Figura 12-30: Esquema de protecciones.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

Utilización

Para zonas detectadas como de riesgo, en que sea necesario mitigar una posible liberación descontrolada de energía, se hace necesario diseñar e instalar una guarda que sirva de barrera de contención en los siguientes casos:

- Cañería y accesorios de alta presión, instalada en zona de tránsito de personas.
- Zona de tubería caliente de líquido o vapor y mayor a 50°C, con riesgo de contacto con personas. En este caso, el objetivo de la guarda es evitar contacto de la persona con el elemento a alta temperatura.

Lo anterior debe estar respaldado por memoria de cálculo o simulación FEM.

Cuidados y mantenimiento

Dentro de su mantenimiento se debe:

- Inspección de la soportación de las protecciones: reemplazar pernos de sujeción en caso de corrosión, reparación de marco de protección por soldadura, si es necesario.
- Todo marco de protección que se encuentre deformado, debe ser reemplazado.
- Toda malla o lamina de metal que se encuentre deteriorada, debe ser reemplazada.

NOTA:

La manipulación de estos dispositivos, debe considerar la utilización de un procedimiento específico, que aborde completamente y con detalle su uso, mantención y eventual reparación, con énfasis en reducir riesgos de liberación descontrolada de energía y de aumentar la seguridad de cada una de estas actividades.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

ANEXO 8: DISCOS DE RUPTURA

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA**Discos de ruptura:**

Consiste en un dispositivo de protección no reutilizable, encargado de liberar energía hidráulica (presión).

El dispositivo consiste en una barrera (membrana usualmente metálica) que se rompe cuando se supera un determinado límite de presión (vacío-métricas o mayor a la atmosférica) preestablecido, que genera riesgo de explosión (o implosión) afectando la integridad de los componentes del sistema (falla de tuberías, estanques, válvulas, etc.) y por consiguiente generar un riesgo a la integridad de las personas que se encuentren próximas a ellos.

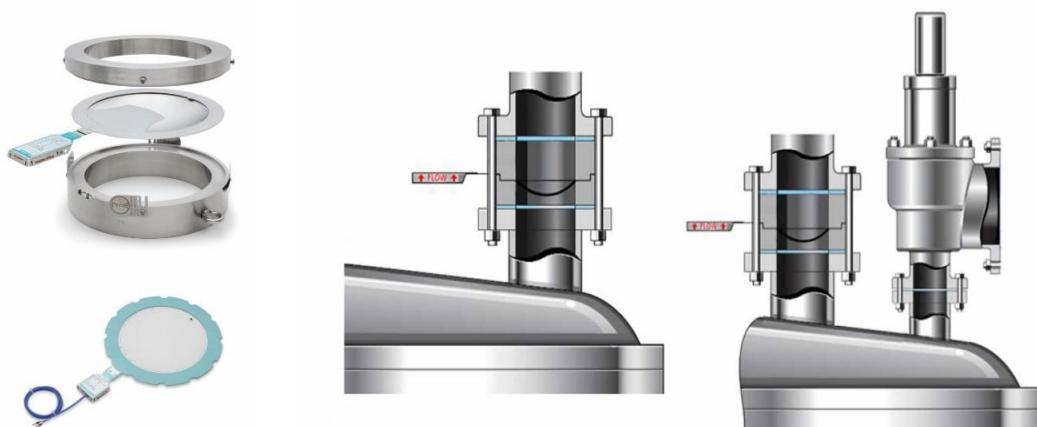


Figura 12-31: Disco de ruptura.

Los discos de ruptura suelen ser curvados o planos y fabricados en diversos materiales dependiendo del servicio en el que será empleado.

Según su configuración existen diferentes tipos de disco de ruptura:

- Acción inversa: El abovedado del disco de ruptura apunta hacia el fluido que lo activa. Esta configuración se emplea para presiones de ruptura elevadas.

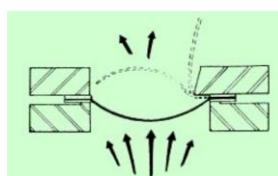


Figura 12-32 : Disco de ruptura, acción Inversa.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

- Acción directa: El abovedado del disco de ruptura apunta en la dirección de liberación del fluido. Esta configuración se emplea para presiones de ruptura bajas.

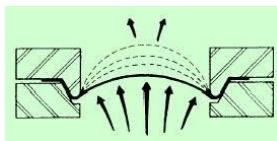


Figura 12-33: Disco de ruptura, acción directa.

- Planos: como su nombre lo indica, no poseen curvatura y pueden ser empleados para presiones de vacío (vacuométricas).

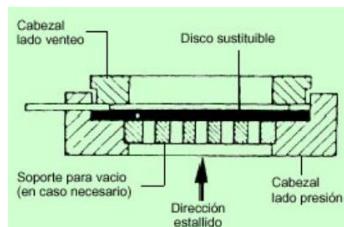
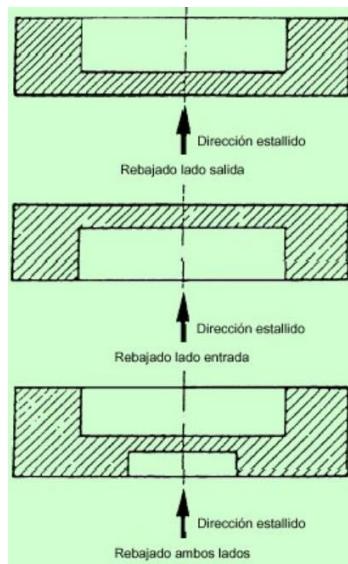


Figura 12-34: Disco de ruptura, planos.

- Monobloque: integran en una sola pieza, el disco de ruptura y el cabezal de montaje.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA**Figura 12-35: Disco de ruptura, monobloque.**

- Presiones ultra bajas: son discos altamente precisos en su presión de estallido, por lo cual son muy sensibles a pequeñas variaciones de presión.

El código ASME VIII división 1 (Reglas para la construcción de estanques presurizados), aborda el empleo y selección de dispositivos de liberación de presión de un uso (*non reclosing pressure relief devices*), dentro de ello los discos de ruptura.

API 520, parte 1, sección 4.3 (10^a Ed.) indica lineamientos generales para el diseño de discos de ruptura (se apoya en la ASME VIII div. 1).

ISO 4126-2 (Dispositivos de seguridad para la protección contra la presión excesiva. Parte 2: Dispositivos de seguridad con disco de ruptura).

Las condiciones de uso que deben cumplir son:

Tener una tolerancia de presión de ruptura de:

- ± 2 [psi] (± 15 [kPa]) para presiones de ruptura menor o iguales a 40 [psi] (300 [kPa]).
- $\pm 5\%$ para presiones de ruptura mayores a 40 [psi] (300 [kPa]).

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

- Operar bajo condiciones de temperatura para las cuales el disco de ruptura ha sido especificado (temperatura operacional a la cual se espera que estalle).
- Tener una materialidad compatible con el fluido en contacto, que no deteriore la resistencia mecánica del disco de ruptura.
- Tener un diámetro igual a las cañerías en donde se monta el disco de ruptura.
- Contar con placa indicando la presión de ruptura, temperatura de diseño, material, tamaño, tipo, entre otros.
- Ser capaz de evacuar el flujo requerido, para ello se deben considerar dentro de los cálculos hidráulicos las pérdidas de carga singulares del disco de ruptura (Área efectiva cuando ha estallado) y los elementos contiguos que canalizan el fluido evacuado.
- Realizar el montaje correspondiente al tipo de disco de ruptura empleado, considerando la posición y accesorios especificados por fabricante.

Para el mantenimiento de los discos de ruptura se debe realizar:

- Corroborar periódicamente si ha estallado algún disco de ruptura.
- Realizar reposición inmediata de los discos de ruptura que han estallado para mantener habilitadas las medidas de protección del sistema ante presiones extremas.
- Mantener stock de discos de ruptura para reposición.
- Considerar inspecciones de discos estallados, para corroborar que no existan marcas de óxido u otros indicios de materialidad no compatible con el servicio.

NOTA:

La manipulación de estos dispositivos, debe considerar la utilización de un procedimiento específico, que aborde completamente y con detalle su operación y mantención, con énfasis en reducir riesgos de liberación descontrolada de energía y de aumentar la seguridad de cada una de estas actividades.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

ANEXO 9. VÁLVULAS DE ALIVIO Y VENTEO

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA**Válvulas de Alivio:**

Son las que están diseñadas para aliviar la presión automáticamente, cuando un fluido o gas supera la presión de trabajo del sistema protegido. Su misión es evitar la explosión del sistema protegido, y aumentar los niveles de seguridad para evitar liberación descontrolada de energía.

Los principales tipos de válvulas de alivio son:

- Acción directa

Consiste en mantener cerrada la línea o contenedor, mediante un tapón mantenido por un resorte calibrado. El tapón permite la salida del fluido, cuando la presión interna supera la presión del resorte.

- Pilotada

Cuentan con un presostato o transductor de presión y una electroválvula. El presostato se puede ajustar para que dispare la electroválvula a la presión deseada. El transductor de presión envía una señal a un cuarto de control, permitiendo operar de forma manual o por computadora.

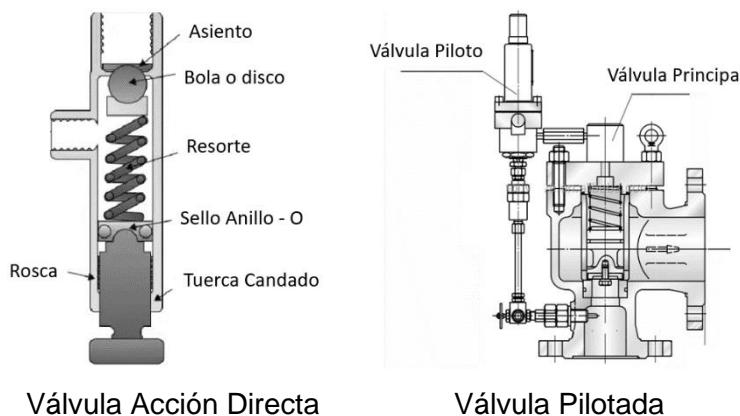


Figura 12-36: Válvulas de alivio.

API publica diversos reglamentos en materia de válvulas de seguridad:

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

- API 520 Parte 1 (Cálculo del área de orificio de válvulas de seguridad)
- API 520 Parte 2 (Instalación de válvulas de seguridad)
- API 521 (Guía para válvulas de seguridad)
- API 526 (Válvulas de seguridad con bridas / diseño)
- API 527 (Requisitos de estanqueidad de las válvulas de seguridad).

Utilización:

Las condiciones de uso que deben cumplir son:

- En la selección de la válvula, su capacidad debe satisfacer la demanda que el sistema requiere. Una condición que restringe la capacidad, es la contrapresión (presión en la descarga de la válvula), la cual debe considerarse para no sub dimensionar la válvula.
- La configuración de la presión de alivio de la válvula, debe estar por encima del 10 a 20% de la presión de operación, para asegurar que no va a interferir al momento del cierre posterior de la misma.
- Las válvulas de seguridad para calderas, que están sometida a temperaturas altas, deben contemplar el CDTP (Cold Differential Test Pressure) que compensa la condición de temperatura y presión.
- Los diámetros de orificio de alivio están establecidos en API 526.

Cuidados y mantenimiento:

Para su mantenimiento se debe realizar:

- Inspecciones y/o mantenimiento acorde a la frecuencia establecida por fabricante.
- En las calderas es necesario llevar un control de su calibración periódicamente (conforme a recomendaciones del fabricante).
- Verificar limpieza y signos de corrosión en la válvula y tobera.
- En caso de cambio, verificar intercambiabilidad, remitiéndose a API 526.
- Verificar estado de los o'ring de válvula y sus materiales.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

Válvulas de Vento:

Las válvulas de venteo automática, están diseñadas para evacuar el aire de una tubería, pero evitando la fuga de líquido.



Figura 12-37: Válvula de venteo.

Utilización:

- Se usa en sistemas donde el aire es perjudicial para el proceso o para los componentes del circuito (ejemplo, el aire es perjudicial para la buena operación de una bomba centrífuga, particularmente en el lado de la succión).

Cuidados y mantenimiento:

- Estas válvulas deben contar con un plan de inspección y mantenimiento preventivo periódico.

NOTA:

La manipulación de estos dispositivos, debe considerar la utilización de un procedimiento específico, que aborde completamente y con detalle su operación, mantención y eventual reparación, con énfasis en reducir riesgos de liberación descontrolada de energía y de aumentar la seguridad de cada una de estas actividades.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

**ANEXO 10: HERRAMIENTAS MANUALES
(HIDRÁULICAS, NEUMÁTICAS Y ELÉCTRICAS)**

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

Herramientas en general:

Las herramientas manuales, activadas por energía hidráulica, neumática o eléctrica, permiten una variedad de usos, sobre las cuales deben minimizarse todos los riesgos.

La recomendación general en este sentido es:

- Conservación de las herramientas en buenas condiciones de uso.
- Utilización de las herramientas adecuadas a cada tipo de trabajo que se vaya a realizar.
- Contar con entrenamiento adecuado para un uso eficiente y seguro. protegiendo los filos y puntas y manteniéndolas ordenadas, limpias y en buen estado, en el lugar destinado a tal fin.
- Utilizarlas dentro de los rangos de trabajo admisibles, entregadas por fabricante.
- Mantener bajos los riesgos de atascos o uso equivocado, que pueda derivar en la generación de fuerzas de golpe o cizalle indeseadas o desprendimientos de partículas que puedan causar lesiones.

Los requerimientos de elementos protecciones para Herramientas Manuales se encuentran en el Estándar HSE de MEL, “Protección de Equipos, Maquinarias y Herramientas” S-HSE-SAFE-011 V4 [Ref. 5] y S-HSE-SAFE-014 V7 “Herramientas de Mano”.

Según clasificación de la energía motriz utilizada, se tienen:

Herramientas Hidráulicas:

Una herramienta hidráulica se compone de una bomba hidráulica, de cañerías o mangueras de alta presión.

Estas herramientas pueden ser:

- Prensas de energía.
- Separadores hidráulicos.
- Gatos hidráulicos.
- Torque hidráulico (Hytorc).
- Otras.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA



Prensa



Separadores hidráulicos



Gatos hidráulicos

**Figura 12-38: Herramienta manual oleo-hidráulica Hytorc.**

Las condiciones de uso que deben cumplir son:

- Tener el entrenamiento para su utilización adecuada y segura, según el Manual de uso.
- Nunca desconecte una manguera bajo presión.
- No doblar las mangueras ni exponerlas a cantos vivos o superficies cortantes.
- No pisar o aplastar manguera con un vehículo.
- Manipular la bomba de sus asas de sujeción, y no de las mangueras.
- Mantener una limpieza adecuada.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

Dentro de su mantenimiento se debe realizar:

- Cambiar la manguera si se encuentra con cortes, o alambres visibles a través de la cubierta exterior.
- Cambiar la manguera si se encuentra con burbujas, ampollas o torceduras.
- Cambiar manguera si se encuentra con conexiones corroídas o con fugas.
- Para el cambio o reparación de manguera se debe seguir instrucciones del fabricante.

Herramientas Neumáticas:

Funcionan con el aire comprimido, proporcionado por un compresor. Ofrecen más torque y potencia que las herramientas eléctricas convencionales.

Algunos tipos son:

- Martillo neumático.
- Pistola neumática.
- Compresor para limpieza.
- Llave de torques (medios).
- Otras.



Figura 12-39: Herramientas Neumáticas.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

Utilización:

Las condiciones de uso que deben cumplir son:

- Las regulaciones de OSHA establecen que el aire comprimido solo se puede utilizar para limpiar piezas, si la presión es inferior a 30 psi y se utilizan protectores contra virutas y equipo de seguridad personal.
- Antes de operar con la herramienta neumática, revisar la manguera, las conexiones y la instalación de aire.
- Comprobar que las abrazaderas, racores y enchufes rápidos son los adecuados y están correctamente conectados, firmemente fijados para evitar escapes de aire incontrolados.
- Antes de desconectar la manguera de alimentación se debe asegurar que se libere la presión residual, activando el gatillo de accionamiento, sujetando la herramienta en una posición neutral.
- Es recomendable el uso de dispositivos de seguridad anti latigazo, en las uniones con conectores para evitar desconexión accidental con bruscas sacudidas de la manguera, que involucren riesgo de lesión grave.
- Para efecto de almacenaje y enrollado de la manguera, se recomienda el uso de racores giratorios, para evitar enrollamientos y desconexiones accidentales.
- No se debe utilizar nunca como energía una fuente que no sea aire comprimido.
- Al conectar la manguera de aire, nunca activar gatillo de accionamiento.
- Nunca fijar con medios externos el gatillo o la palanca en posición de funcionamiento.
- Antes de montar o cambiar cualquier accesorio o útil, desconectar siempre la herramienta del aire comprimido, comprobar que éstos están en perfecto estado y verificar finalmente que los útiles o accesorios queden firmemente fijados a la herramienta.
- No transportar la herramienta conectada ni arrastrar la herramienta por la manguera de aire comprimido. Se pueden dañar las conexiones o desconectarse accidentalmente.
- Cuando se interrumpa el aire suministrado, se debe poner el gatillo o palanca en posición de parada y recordar que la herramienta seguirá girando, aunque se haya soltado el gatillo o la palanca. No se debe soltar nunca la herramienta neumática hasta que se haya parado totalmente.
- No utilizar la herramienta sin los dispositivos de seguridad prescritos por el fabricante.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

Cuidados y mantenimiento:

Dentro de su mantenimiento se debe realizar:

- Mantener las herramientas en buenas condiciones de uso, a través de un mantenimiento regular.
- Proteger las mangueras de dobleces, estrechamientos, disolventes y bordes agudos. Mantener las mangueras alejadas de focos de calor, de la exposición a los rayos solares, de aceite, de piezas móviles y de útiles en funcionamiento.
- Sustituir inmediatamente una manguera deteriorada.
- Mantener todas las tuercas, tornillos y partes de la herramienta bien apretados, y asegurarse de que se encuentra en perfectas condiciones de uso. La herramienta neumática se debe almacenar siempre limpia y seca.
- Desconectar siempre el aire comprimido de la herramienta cuando no se utilice.

Herramientas Eléctricas:

Las herramientas eléctricas son accionadas con un motor eléctrico para efecto de efectuar trabajos de corte, perforación o desbaste.

Los tipos a encontrar son:

- Sierras circulares.
- Sierra de mesón.
- Esmeril Angular con discos abrasivos.
- Taladros.
- Otras.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA



Figura 12-40: Herramientas eléctricas.

Utilización

Las condiciones de uso seguro para evitar cortes o recibir golpes de la herramienta, son:

- Inspeccionar el cable por cortes o daños.
 - Mantener el cable eléctrico de alimentación alejado del calor, agua, aceite, bordes afilados y piezas móviles.
 - No quitar nunca las protecciones que traen las herramientas.
 - Las herramientas deben seleccionarse según la necesidad de trabajo y los esfuerzos y potencia requerida. No exceder la capacidad.
 - Desenchufar la herramienta para realizar cambio de herramienta o limpieza.

Cuidados y mantenimiento:

Dentro de su mantenimiento se debe realizar:

- Mantener operativas las protecciones de fábrica.
 - Limpieza.
 - Mantener las herramientas, libres de daños y roturas y con su cable y enchufe en buenas condiciones.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

Recomendaciones generales para el uso de herramientas (hidráulicas, neumáticas y eléctricas)

- Elaborar check list específico para el uso de herramientas que operen con este tipo de energías, a modo de asegurar que el operador, entorno y herramientas sean aptos para un uso seguro.

NOTA:

La manipulación de estas herramientas, debe considerar la utilización de un procedimiento específico, que aborde completamente y con detalle su operación, mantenCIÓN y eventual reparación, con énfasis en reducir riesgos de liberación descontrolada de energía y de aumentar la seguridad de cada una de estas actividades.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

ANEXO 11: PLACAS DE DESGASTE, RECAMBIO POR SOLDADURA

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

Placas de desgaste – Restitución por soldadura:

Las placas de desgaste son elementos de sacrificio, usualmente intercambiables, de elevada dureza, que se encargan de proteger de la abrasión a los elementos estructurales de partes móviles de maquinaria de movimiento de tierra.

Estas placas pueden tener un sistema de sujeción fijo (soldadura) o desmontable (apernado, remachado u otro) y deben ser intercambiadas por elementos nuevos cuando se requiera.

En el caso particular de las placas de desgaste soldadas, el proceso de reemplazo tiene diversos tipos de riesgos asociados a: radiación, gases tóxicos, energía eléctrica, corte por herramientas, liberación de energía potencial por efecto resorte (*spring-back*), entre otros.

El almacenamiento de energía potencial en un elemento, se genera por restricciones o deformaciones elásticas producidas por la aplicación de una fuerza externa. Cuando la aplicación de esta fuerza externa disminuye o es eliminada, el elemento retorna a su posición natural (mínimo estado de energía) convirtiendo generalmente la energía potencial en energía cinética (velocidad) o trabajo (desplazamiento ejerciendo fuerza).



Figura 12-41: Placas de desgaste.

En el proceso de reemplazo de placas de desgaste soldadas, se identifican 3 pasos generales: retiro de placas soldadas a reemplazar, acondicionamiento de superficie para montaje de las nuevas placas y finalmente la soldadura de las nuevas placas de desgaste. Es en el primer paso en donde el personal que realiza las maniobras se ve expuesto al riesgo de liberación de energía potencial, por efecto resorte.

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

Particularmente el fenómeno se puede producir durante las maniobras de corte (con esmeril angular) de los cordones de soldadura que fijan las placas de desgaste antiguas, ya que se liberan las restricciones o fuerzas que generan el almacenamiento de energía en las placas (efecto resorte). La liberación de energía puede ser de tal magnitud y velocidad que implica un alto riesgo de lesión o incluso la muerte de una persona.

Las principales causas que generan este fenómeno son:

- Deformación de una placa mediante la aplicación de fuerza, para que se ajuste a la forma deseada, durante el proceso de montaje previo (soldadura perimetral de la placa), generando esfuerzos en la placa. Esta medida, indeseada, es aplicada cuando los procesos de preformado son deficientes. Es más común en la instalación de placas de grandes dimensiones.
- Si una placa de desgaste se suelda en una posición incorrecta, puede generar fuerzas que pueden acumularse y generar un efecto resorte latente.
- Las placas de desgaste están diseñadas para soportar grandes tensiones, sin embargo, si la tensión no se distribuye uniformemente a lo largo de la placa de desgaste puede provocarse un efecto de resorte, por ello es importante el diseño adecuado del sistema de placas de desgaste para el propósito dado y también un mantenimiento rutinario de estas.
- En una placa mal soldada o con soldaduras rotas puede generarse el ingreso de material contaminante (tierra) entre la placa de desgaste y el material base, generando esfuerzos entre ellos. Una mantención adecuada de las placas permitirá tomar medidas ante estos casos.
- Tal como el efecto de materiales contaminantes, la corrosión puede generar esfuerzos entre la placa de desgaste y el material base.
- La aplicación de calor al material base y/o placa de desgaste tanto a la hora del montaje como la remoción genera dilataciones térmicas que pueden provocar almacenamiento de energía, desencadenando el efecto resorte. Tanto el proceso de montaje como retiro de una placa deben realizarse en condiciones de temperatura semejantes, tanto para el material base, como para la placa de desgaste, ejemplo: si se calienta el material base durante el montaje de la placa de desgaste, este deberá ser calentado nuevamente (a la misma temperatura de montaje) cuando sea retirada la placa.

Dentro de las medidas para reducir el riesgo de ocurrencia de este fenómeno, se pueden tomar (sin ser limitantes) las siguientes medidas:

ESTÁNDAR LIBERACIÓN DESCONTROLADA DE ENERGÍA

- Garantizar que existan procedimientos estrictos y documentados para trabajar con la instalación, mantenimiento y remoción de placas de desgaste.
- Asegurar que existan procedimientos estrictos para la identificación y gestión de “Situaciones de energía almacenada”.
- Retirar las placas de desgaste sistemáticamente, empleando un procedimiento predefinido y documentado, para proporcionar una liberación controlada de la energía que pueda estar almacenada, lo que incluye reforzar la placa o restablecer las soldaduras agrietadas que se presenten.
- Asegurar que se ha identificado la “línea de fuego” en caso de liberación de energía, para mantenerla despejada.
- Garantizar que toda la maquinaria y el historial de mantenimiento de las placas de desgaste estén documentados y evaluados antes de comenzar el trabajo.
- Consultar con el fabricante o proveedor sobre los procedimientos de mantenimiento y reparación.
- Evaluar el rediseño para el uso de placas de desgaste pequeñas, por sobre aquellas de grandes extensiones o el uso de placas de desgaste con montajes no soldados (remachadas o apernadas). El minimizar la extensión de soldadura reduce el potencial de generación de esfuerzos térmicos.
- Utilizar prensas C, de dimensiones y robustez apropiada, para sujetar la placa que está siendo cortada, para controlar posibles movimientos después del corte, y antes de retirarla.

Emplear los EPP inherentes a la tarea, entre ellos: zapatos de seguridad, casco, ropa de protección adecuada, guantes resistentes a cortaduras, protección auditiva, protección visual y protección respiratoria (durante el procedimiento de corte o soldadura de las placas).

El proceso de soldadura de placas de desgaste es variado, dependiendo de la materialidad del elemento base y de la placa de desgaste.

NOTA:

Tanto el detalle de la reparación, como la manipulación de los dispositivos de contención, debe considerar la utilización de un procedimiento específico, que aborde completamente y con detalle su uso y mantenimiento, con énfasis en reducir riesgos de liberación descontrolada de energía y de aumentar la seguridad de cada una de estas actividades.