CCM
CONSEJO DE COMPETENCIAS MINERAS

Cuaderno del Instructor
Operador Base Planta
Módulo X: Operación de equipos de cosecha de concentrado en fundición de oro-plata
PFPCO-2-01/v.2-[PE01-M10/v.1]

Una iniciativa de:

CONSEJO MINERO

Con la asesoría experta de:

Innovum FCH FUNDACIÓN CHILE

Equipo Consejo Minero

Joaquín Villarino H., Presidente Ejecutivo
Carlos Urenda A., Gerente General
Christian Schnettler R., Gerente Consejo de Competencias Mineras
José Tomás Morel L., Gerente de Estudios
María Cecilia Valdés V., Gerente de Comunicaciones
Sofía Moreno C., Gerente de Comisiones y Asuntos Internacionales
Claudia Díaz R., Jefe de Proyectos

Equipo Innovum Fundación Chile

Hernán Araneda D., Gerente
Diego Richard M., Director Programa Fuerza Laboral Minera
Rafael Pizarro G., Director de Proyectos
Eduardo Soto S., Consultor Senior
Ignacio Riffo C., Consultor Senior
Álvaro Aguilar H., Consultor de Proyectos

Consejo Minero
Dirección: Apoquindo 3500, Piso 7, Las Condes, Santiago.
Teléfono: (562) 2347 2200
www.ccm.cl

Propiedad del Consejo de Competencias Mineras (CCM) del Consejo Minero:

Este material ha sido realizado por el Centro de Innovación en Capital Humano de Fundación Chile - Innovum, con la colaboración técnica del Centro de Entrenamiento Industrial y Minero - CEIM, para el Consejo de Competencias Mineras (CCM) del Consejo Minero - del cual pasa a ser propiedad -.

Este material está disponible para instituciones que imparten formación en el ámbito minero en Chile, a las que se autoriza la reproducción total o parcial de los contenidos de este material para fines de formación, citando siempre al Consejo de Competencias Mineras del Consejo Minero y pudiendo incluso adaptarlo para satisfacer los requerimientos de los participantes. Se prohíbe la reproducción o adaptación con fines comerciales.

El uso del género masculino en esta publicación no constituye discriminación; tiene el sólo propósito de aligerar el texto cuando la redacción así lo exige.

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS
QUEDA AUTORIZADA SU REPRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN CITANDO LA FUENTE.

© Anglo American Norte S.A., Anglo American Sur S.A., Anglo American Chile Ltda.; Antofagasta Minerals S.A.; BHP Chile Inc.; Compañía Minera Barrick Chile Ltda.; Compañía Minera Cerro Colorado Ltda., Minera Escondida Ltda., Minera Spence S.A.; Compañía Minera Zaldívar Ltda.; Corporación Nacional del Cobre de Chile; Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM; Compañía Contractual Minera Candelaria, Sociedad Contractual Minera El Abra; Freeport-McMoran South America Inc.; Glencore Chile S.A.; SCM Minera Lumina Cooper Chile; Sierra Gorda SCM; Teck Resources Chile Ltda.; Yamana Chile Servicios Ltda.; 2013.

Consejo de Competencias Mineras – CCM:

El Consejo de Competencias Mineras (CCM) es una iniciativa de articulación entre las empresas mineras, cuyo fin es proveer información sectorial, estándares y herramientas que permitan al mundo formativo adecuar la formación de técnicos a la demanda del mercado laboral minero, tanto en términos cualitativos como cuantitativos. Con la asesoría experta de Innovum Fundación Chile, este organismo genera, con un enfoque sistémico, insumos para el mundo formativo, dando a conocer qué necesidades de capital humano tiene la minería y transfiriendo buenas prácticas para su formación.

El Consejo de Competencias Mineras – el primero de su naturaleza en el país – opera al alero del Consejo Minero. Fue formado en 2012 y cuenta con 12 empresas socias. A tres años de su creación, el CCM ha desarrollado una serie de productos y sistemas que han marcado un cambio de paradigma en la vinculación del mundo productivo con el de la formación para el trabajo, y han significado un aporte de fondo para el mejoramiento y la valoración de la educación técnico-profesional en el país, con un alcance que trasciende ampliamente a la sola industria minera.

Los Paquetes para Entrenamiento, son uno de estos productos. Se han creado además: Estudios de Fuerza Laboral, El Marco de Cualificaciones para la Minería (MCM), Marco de Calidad de Buenas Prácticas Formativas, Marco de Calidad para Instructores e impulsamos el apoyo sectorial al Sistema de Certificación de Competencias Laborales.

Si bien el Consejo de Competencias Mineras es una entidad privada, sus productos están concebidos como bienes públicos y gratuitos, de valor compartido para todos los estamentos de la sociedad en Chile. Toda la información y los productos generados por el CCM, además de un breve video explicativo, están disponibles en el sitio web: www.ccm.cl

El desafío que ahora enfrenta el CCM es que, tanto el mundo formativo como el minero, incorporen los estándares generados a sus procesos de negocio y a su quehacer diario. Esto generará una fuerza laboral más productiva y, por ende, mayor competitividad del país en el contexto internacional.

Contribución del CCM

Para trabajadores actuales y personas interesadas en trabajar en la minería:

- Mejor empleabilidad.
- Aprendizaje adecuado a los requerimientos del mercado.
- Acceso no sólo a un oficio, sino a rutas de formación y aprendizaje.

Para el sector minero:

- Mitigación de la escasez de personal, anticipándose al problema de manera coordinada y con visión de futuro.
- Mejora de productividad, al contar con más trabajadores preparados para los requerimientos de la industria, tanto propios como de proveedores.
- Mayor competitividad de esta industria, que repercute positivamente también en la competitividad del país.

Para las instituciones educacionales:

- Mejor empleabilidad de sus egresados.
- Mejor información proyectada a 8 a 10 años, para potenciar programas formativos en los oficios para los cuales se anticipa una mayor brecha de capital humano.
- Oportunidad para el reconocimiento de la industria respecto a su calidad formativa.

Para la comunidad y el país:

- Asignación más eficiente de fondos públicos de educación y capacitación, al tener identificados programas adecuados para satisfacer requerimientos del mercado.
- Disminución de la presión que se ejerce sobre otros sectores productivos por la demanda de trabajadores, al aumentar la cantidad de personas calificadas para la minería.

Índice

Descripción del documento 8

Módulo X: Operación de equipos de cosecha de concentrado en fundición de oro-plata 9

1. Descripción general de las operaciones de equipos de cosecha y de moldeo 10

1.1. Descripción del proceso metalúrgico 10

1.2. Nociones básicas del proceso en la fundición 12

1.3. Estructura organizacional de las áreas de fundición 13

1.4. Sistemas de comunicación interna del área de fundición 15

2. Distribución de áreas y tareas para el trabajo 15

2.1. Distribución del área de trabajo 15

2.2. Disposición de equipos en el área de trabajo 16

Actividad N° 1 18

3. Evaluación operacional de equipos 22

3.1. Equipos de cosecha de precipitados de oro y plata 22

3.2. Condiciones para la operación grúa horquilla 23

3.3. Condiciones para el funcionamiento del filtro prensa 24

3.4. Condiciones de funcionamiento de la bandeja de recepción 25

3.5. Condiciones para la operación de la espátula. 25

Actividad N° 2 26

4. Carguío con grúa horquilla 30

4.1. Causas de los Errores en la Operación de Grúas Horquilla 30

4.2. Principios de Funcionamiento de una Grúa Horquilla 31

4.3. Revisión Pre Operacional en Bitácora de Grúa Horquilla 35

4.4. Técnicas de apilamiento, almacenar, elevar y depositar pallet. 40

Actividad N° 3 45

5. Operación de Filtro de Precipitado 49

5.1. Descripción del filtro de precipitado 60

5.2. Componentes del filtro precipitado. 61

5.3. Operación del filtro de precipitado 62

Actividad N° 4 68

6. Transporte del precipitado 73

6.1. Despacho de precipitado 73

6.2. Transporte de precipitado. 73

Descripción del documento

El Cuaderno del instructor contiene la totalidad de los contenidos a utilizar por el instructor para el desarrollo del Módulo 10 del programa de formación de Operador Base Planta.

El instructor podrá además, sugerir actividades como las que se listan a continuación:

- Charlas y/o reflexiones de seguridad.
- Discusiones o foros de debate.
- Reforzamientos.
- Actividades en terreno.
- Preparación para la evaluación final

Específicamente para las actividades relacionadas a tecnologías de comunicación audiovisual se entregarán links a modo referencial, sin embargo el instructor tendrá la libertad de utilizar los recursos que estime conveniente a fin de lograr los requerimientos de la actividad.

Todo el material es susceptible de ser mejorado, adaptado o modificado en función de las características del grupo con el que se trabaje. Por ello se ha diseñado desde un enfoque flexible, que permite al instructor agregar recursos que enriquezcan algún contenido o posibilitar el aporte de los participantes, cuidando siempre de lograr los aprendizajes esperados de cada módulo.

Respecto a las evaluaciones se sugiere que éstas sean elaboradas por el instructor de acuerdo a los siguientes lineamientos:
La evaluación de los módulos y sus contenidos debe estar compuesta por a lo menos 10 preguntas, las cuales deben ser extraídas del documento “Instrumento de evaluación de proceso”.

Cada pregunta será evaluada con puntajes entre 0 y 10. La escala de calificación será de 0 a 100%. Considerando el 0% cuando el participante no tiene respuestas correctas y el 100% cuando posee la totalidad de respuestas buenas.

La nota de aprobación de las evaluaciones de los distintos módulos corresponderá a un 75%.

Módulo X: Operación de equipos de cosecha de concentrado en fundición de oro-plata

1. Descripción general de las operaciones de equipos de cosecha y de moldeo

1.1. Descripción del proceso metalúrgico

Un esquema que representa la operación de extracción de doré a nivel global es el diagrama de la figura 1:

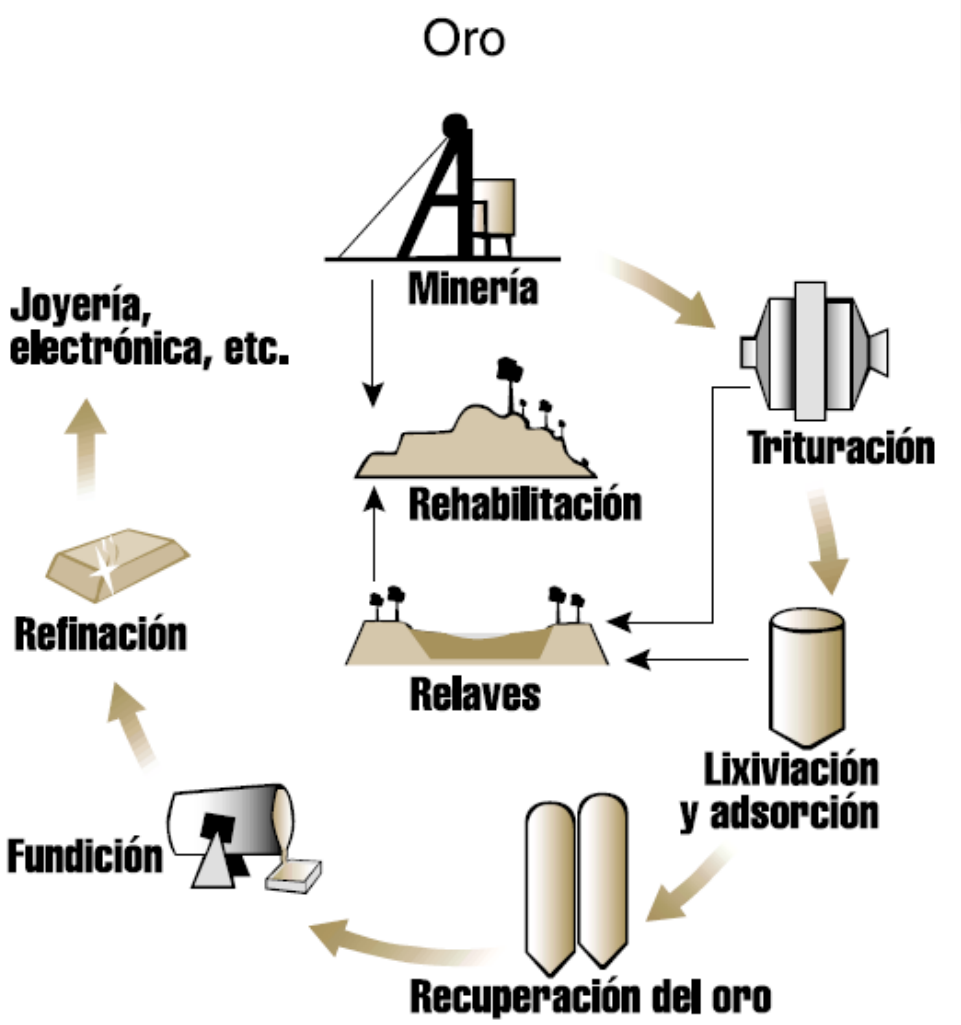

Figura 1

Esquema global de extracción de oro

El mineral extraído desde la mina se transporta en camiones descargándose directamente en la Chancadora Primaria donde se reduce a un tamaño menor de 6". De ahí pasa a una harnero que separa las fracciones mayores pasándolas a la Chancadora secundaria. Luego todo el mineral se une al descargarse en una faja transportadora que lo lleva a una tolva de almacenamiento. El objetivo del Chancado es reducir el tamaño del mineral para facilitar la acción de la solución química que recuperará el Oro y la Plata en la etapa de Lixiviación. El mineral se lixivia con NaCN y a través de un proceso químico, se disuelve el Oro y la Plata. La

solución cargada de Oro y Plata se bombea hacia la planta de procesos para la recuperación de los metales de interés.

El Oro y la Plata se recuperan de la solución empleando un proceso de precipitación con polvo de Zinc denominado Merrill-Crowe; la solución rica se bombea a un tanque clarificador y se hace circular por filtros clarificadores de hojas para eliminar los sólidos en suspensión. La solución rica clarificada se bombea a una torre desaereadora a fin de eliminar el oxígeno disuelto. Según sea necesario se agrega polvo de Zinc a la solución rica desaereada. La solución se bombea hacia los Filtros prensa donde se colecta el precipitado de Oro y Plata.

El precipitado de Oro y Plata se envía a hornos de retortas donde se extrae el Mercurio, y luego se mezcla con fundentes y cargado al horno reverbero. La mezcla se funde para separar el Oro y la Plata de los otros metales base. El Doré de Oro y Plata así obtenido es vertido en barras y empacado para su embarque.

El diagrama de la figura a continuación muestra las distintas etapas en la producción del metal doré.

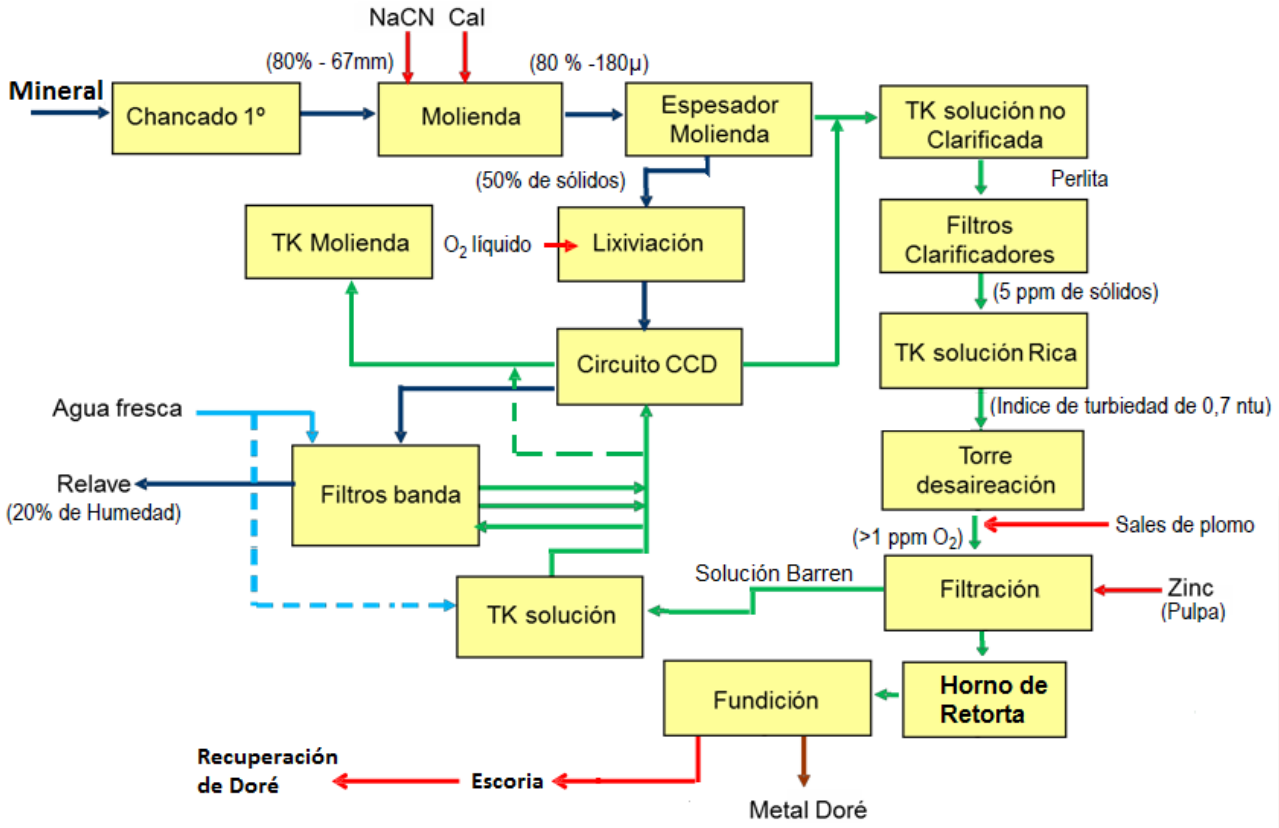

Figura 2

Etapas del proceso productivo del Metal Doré

1.2. Nociones básicas del proceso en la fundición

En la Refinería, el proceso comienza con la colección del precipitado proveniente de la planta de Procesos y el cual es retenido en el Filtro Prensa. La solución filtrada, a la que se denomina Solución Barren y que contiene de Au y Ag, se recibe en un tanque y luego se bombea a Lixiviación. El sólido retenido se colecta, dependiendo de la cantidad precipitada, y es recibido en bandejas.

Luego, el precipitado se traslada al Horno de Retorta. La finalidad de estos es secar el precipitado colectado y recuperar todo el Mercurio que se encuentra en él, por ello se trabaja con rampas de temperatura hasta alcanzar un máximo. El Mercurio removido es colectado por un sistema de condensadores enfriados por agua y se almacena en un colector el cual se descarga al final del ciclo, a contenedores especiales de Hg (flasks) para su almacenamiento seguro.

La figura muestra las etapas del proceso de filtración, calcinación y fundición presentes en el proceso.

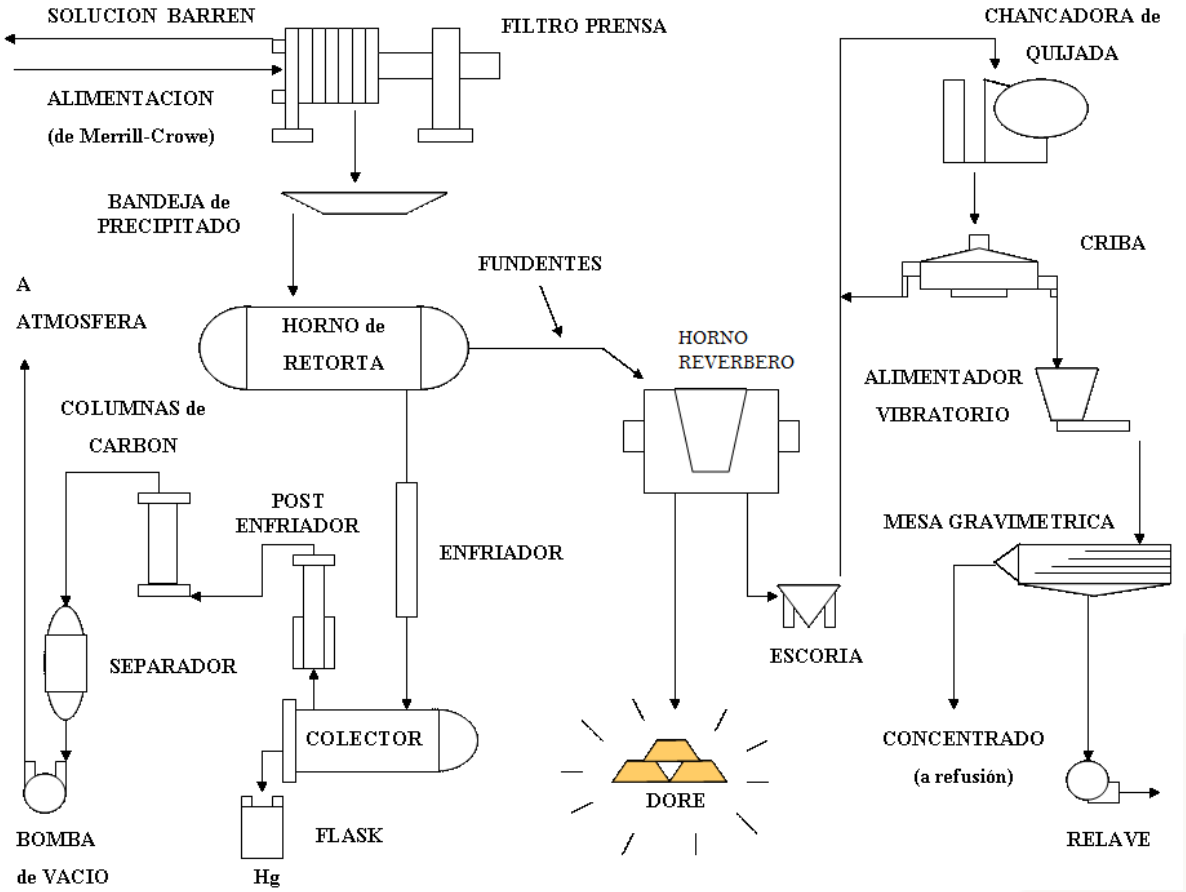

Figura 3

Etapas de la Fundición

A fin de remover eventuales remanentes de mercurio gaseoso que puedan ir al medio ambiente, el flujo de vacío pasa a través de un post-enfriador enfriado por agua, ubicada inmediatamente después del colector. Luego, este flujo pasa a través de columnas de carbón activado y un separador de agua antes de ir a la bomba de vacío y recién es descargado a la atmósfera. La saturación de los carbones se controla mediante monitoreo constante.

El precipitado seco y frío se mezcla con los fundentes necesarios y se carga al Horno reverbero. Se requiere de un tiempo para que la carga se funda completamente y llegue a una temperatura de 1300º C (aprox.) con el fin de realizar las escorificaciones y la colada final para obtener las barras Doré, las que son limpiadas, enumeradas y guardadas en la bóveda hasta el momento de su despacho.

Las escorias producidas se tratan para recuperar el poco de material valioso que pudieran contener, para ello se procesan en un circuito de Chancado y se tamiza a –20m para pasarla por una mesa gravimétrica. Las escorias remanentes (relave) son bombeadas a lixiviación. El precipitado obtenido se funde nuevamente con el siguiente lote. La recuperación promedio es de 99.7% para el Oro y de 99.5% para la Plata.

1.3. Estructura organizacional de las áreas de fundición

Dentro de las operaciones de la planta, el área de fundición se maneja en forma independiente de las demás operaciones, debido a que el producto obtenido es de alto valor y no deben producirse pérdidas, por tanto , tiene dependencia directa de la gerencia de la planta y se trabaja como un área aislada, donde los cargos involucrados desempeñan las funciones de Supervisor de Proceso de Fundición, Controlador del Proceso de Fundición, Operador Avanzado de Fundición y operador Base de Fundición de oro y Plata. Las funciones de cada una de ellos son las siguientes:

Supervisor Proceso de Fundición: dentro de la función de supervisar la producción de metal doré en la fundición de Oro y Plata, de acuerdo a normativas vigentes de seguridad se encarga de gestionar su propio desempeño, la calidad, información del turno, seguridad, resultados operacionales y desempeño de las personas.

Controlador del Proceso de Fundición: las funciones principales a desarrollar serán Controlar cosecha y secado de precipitado en fundición de Oro-Plata de acuerdo a normativas vigentes de seguridad.

Operador Avanzado de Fundición: las actividades a realizar serán operar horno reverbero en fundición de Oro-Plata y operar secado de precipitado en fundición de Oro-Plata de acuerdo a normativas vigentes de seguridad.

Operador Base Fundición: quien debe operar equipos de cosecha de precipitado en fundición de Oro-Plata, Operar equipos de moldeo en fundición de oro-Plata de acuerdo a normativas vigentes de seguridad.

El diagrama de la estructura organizativa al interior del área de fundición tiene el orden que se presenta en la figura a continuación:

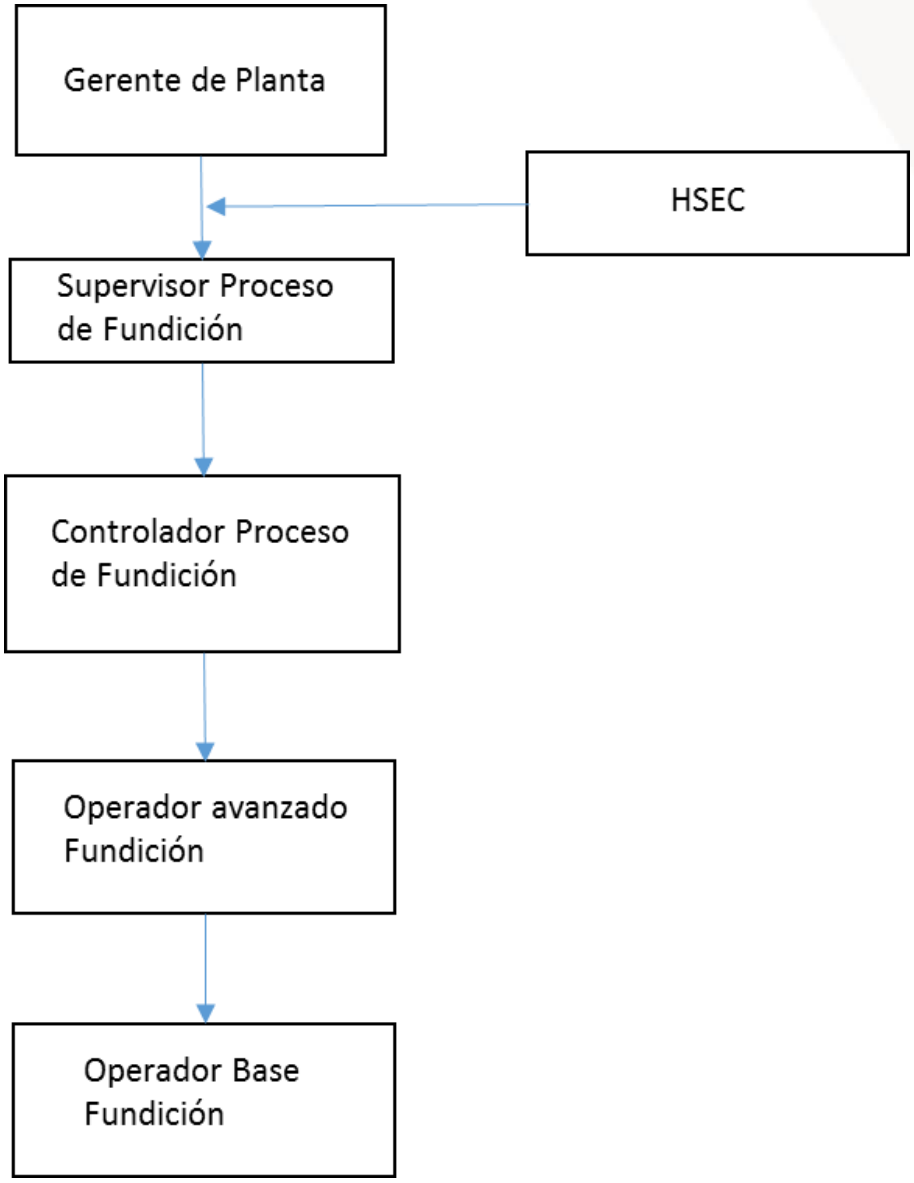

Figura 4

Diagrama de organización en Fundición

1.4. Sistemas de comunicación interna del área de fundición

Normalmente las comunicaciones en las áreas de planta se realizan vía radial, sin embargo, en el caso de la operación en el área de fundición y debido a un alto nivel de ruido ambiental, las comunicaciones se realizan por diferentes vías, uso de radios, uso de alta voz Gai-Tronics como el mostrado en la figura 5 y mediante señas en caso de estar dentro del radio de visión entre operadores.

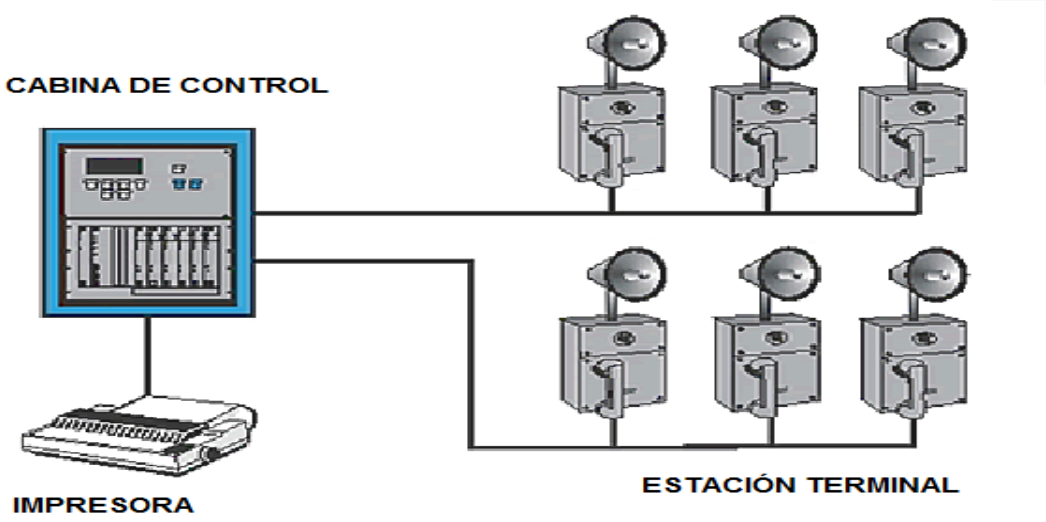

Figura 5 Sistema de alta voz Gai-Tronics

2. Distribución de áreas y tareas para el trabajo

2.1. Distribución del área de trabajo

El área de trabajo en fundición está aislada de las demás, nos encontramos con zonas definidas para el área de cosecha de precipitado, que corresponde a los filtros de prensa y por otro lado se encuentra el área de fundición.

Las dos áreas están unidas por el movimiento permanente de la grúa horquilla que se encarga de trasladar las bandejas con el precipitado hacia el área de calcinación en el horno de retorta.

En la figura a continuación se observa una distribución de áreas de trabajo que son los puntos de referencia dentro de la operación en lo que se denomina refinería:

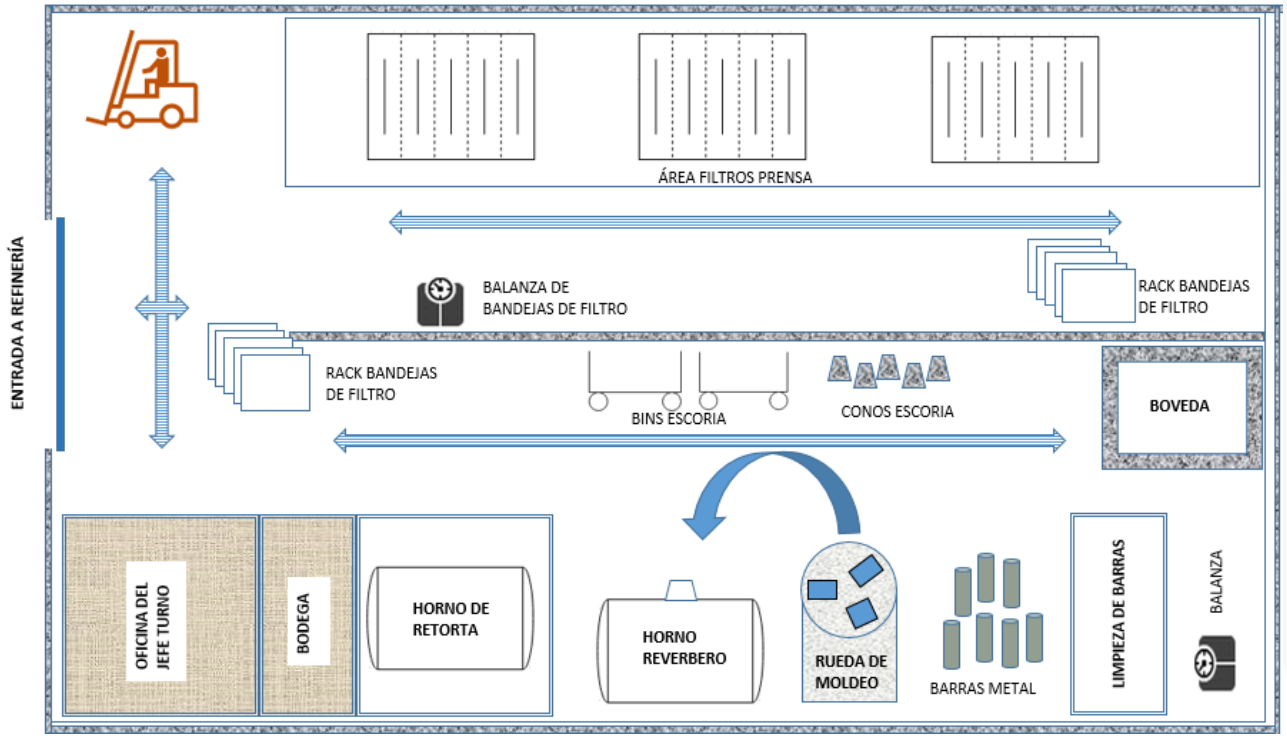

Figura 6 Distribución de áreas de trabajo

2.2. Disposición de equipos en el área de trabajo

La disposición de los equipos en el área de trabajo están asociados a la figura 6, que presenta las áreas de trabajo. Los equipos principales dentro del área de trabajo son de dos tipos: móviles y estacionarios:

Equipos móviles: son aquellos requieren movilizarse en el área tales como la grúa horquilla y dentro de los móviles, están los que requieren impulsión para lograr desplazarse así como los Bins de almacenamiento de escoria que deben ser trasladados a la planta de chancado para ser reprocesados cada cierto tiempo. En el caso de la rueda de moldeo, tiene dos posiciones, una de ellas corresponde a la ubicación al costado del horno reverbero mientras está en proceso de escoriar y la segunda se da cuando se coloca enfrente del horno para recibir la colada en los moldes, lo que permitirá obtener como producto la formación de barras en los tres moldes que posee. La figura a continuación muestra la posición que toma frente al horno reverbero para recibir la colada.

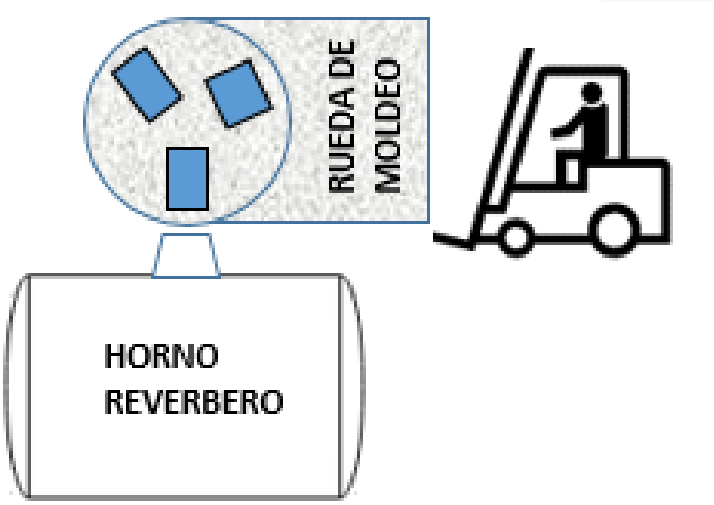

Figura 7

Ubicación de Rueda de Moldeo

Equipos estacionarios: estos equipos son utilizados en el proceso de producción de la fundición y permanecen en un lugar definido, en la figura 6 se muestran los filtros prensa que se utilizan para entregar el precipitado para alimentación de los hornos de retorta en la calcinación y posterior alimentación al horno reverbero como el de la figura 8, donde se producirá la fusión del metal contenido en le precipitado

Figura 8 Horno Reverbero

Actividad N° 1

Operaciones y Áreas de Trabajo en Relación con las Tareas
Introducción a la actividad.

La siguiente actividad consiste en analizar varios casos de situaciones ocurridas en el área de trabajo y entregar la manera de resolver lo solicitado, tomando como referencia los diagramas de planta y la estructura organizativa que aplica en las condiciones expuestas.

Aprendizaje Esperado que Desarrolla

Reconocer el área de trabajo para realizar la cosecha de precipitado considerando elementos que faciliten la coordinación de la tarea a ejecutar.

Estrategia Metodológica para el Instructor

Las estrategias son los procedimientos y/o recursos para promover el aprendizaje a través de actividades.

Recurso Plataforma Web	
Recurso Audiovisual	
Formulación de Preguntas	✓
Taller de Trabajo	✓
Propuestas de Situaciones Problemáticas	✓

Materiales y Recursos

- 1 Guía impresa por participante
- 1 Hoja de respuestas por cada tres participante
- 1 Lápiz por participante
- 1 Manual por participante
- 1 Diagrama de distribución de áreas de trabajo por participante
- 1 papelografo

Desarrollo de la Actividad

Antes de comenzar el instructor comentará con los alumnos acerca de situaciones donde se dan instrucciones verbales para llegar a un determinado lugar estando en la ciudad o de solicitudes de algo que está guardado en un lugar determinado, y se pedirá a los participantes que den un ejemplo acerca de cómo entregar las instrucciones.

A continuación el instructor les explicará cómo deberán realizar la actividad y les entregara una guía escrita que contenga los casos que se van a revisar y responder.

En la tabla siguiente se describen las etapas del taller:

Etapa	Desarrollo	Materiales y recursos
1. Inicio	Los participantes reciben la guía que contiene los casos.	El instructor da las guías de donde se deben escribir las respuestas de los casos
2. Trabajo en grupo	Los participantes se dividen en grupos y deben trabajar en los tres casos presentados.	Guías y lápices para cada participante.
3. Preparación de papelografos	El instructor selecciona los mejores trabajos para que cada grupo exponga su desarrollo.	Papelografo
4. Término	Los alumnos hacen conclusiones finales y corrigen lo que les faltó por completar.	Guía.

Caso 1: Se requiere que el operador base de fundición se dirija hacia el sector de conos de escorias, pero se encuentra en el área de filtros prensa y están en operación, lo que significa que el nivel de ruido es muy alto, ¿Cómo se comunica con el operador? ¿Qué instrucciones le entrega para que se dirija al lugar requerido?

Se debe comunicar vía Gai-Tronic.
Operador base, dirigirse al área de cono de escoria, salga del área de filtros prensa y
Tome ruta que pasa por horno de retorta, pase horno reverbero y en costado izquierdo
Se encuentra sector de conos.

Caso 2: El operador avanzado de fundición está terminando de escoriar y debe coordinar el posicionamiento de las bandejas de precipitado para alimentar el horno de retorta con el operador base de fundición, quien se encuentra en el área de filtro prensa, sin embargo el nivel de ruido no les permite escuchar la radio ¿De qué manera coordinan la maniobra? ¿Qué instrucciones le entrega para que se dirija al lugar requerido?

Se debe dirigir a intercomunicador y vía Gai-Tronic, contactar al operador.
Operador base, traslade bandejas de precipitado hacia el horno de retorta.

Caso 3: El personal en el área de chancado requiere coordinar con el operador base de fundición el traslado de los bins de escoria hacia el chancador y el operador se encuentra trasladando bandejas desde el horno de retorta hacia el área de filtros prensa donde están los rack de almacenamiento, y el ruido es muy alto en el lugar ¿Cómo se comunican con el operador? ¿Qué instrucciones le entrega para que se dirija al lugar requerido?

El personal de chancado se debe comunicar con la sala de control de refinería y solicitar
Que la sala se comunique con el operador base, desde sala de control llaman vía Gai-
Tronic al operador de fundición, para que este la haga señas al operador base, detenga
El traslado de bandejas y vaya a retirar conos de escoria para traslado hacia chancado.

Al aplicar el taller los participantes deberán trabajar en grupos de tres y se organizarán para que cada uno entregue a los demás grupos las respuestas obtenidas como grupo. Se debe tener presente que los participantes fundamentes sus respuestas, tomando como referencia lo visto en el manual hasta el momento y utilizando la guía entregada por el instructor.

Los participantes disponen de papelógrafos para graficar sus respuestas y exponerlas a los demás participantes de los otros grupos, donde se podrán discutir las experiencias.

Cierre

Los participantes habrán reconocido el área de trabajo de cosecha de precipitado y la conexión que tiene con las otras áreas, junto con reconocer los medios de comunicación más adecuados para realizar las maniobras solicitadas en función de las condiciones ambientales del área de trabajo.

3. Evaluación operacional de equipos

3.1. Equipos de cosecha de precipitados de oro y plata

Los equipos y utensilios principales en la cosecha de precipitados son el filtro prensa y las bandejas de recepción, los que deben ser revisados por el operador, esto considera que antes de la manipulación se hará una revisión pre operacional, conocida como "vuelta del perro", donde el operador observará los detalles del armado de las placas, las que deben estar puestas en forma correcta, y en el caso de las bandejas de recepción de precipitado, deberá revisar que estén limpias y acopiadas en el rack para ser empleadas en la operación y posterior traslado. Esta tarea se realiza al comenzar el turno para tener los equipos en condiciones antes del inicio de las tareas propias de la operación.

La figura a continuación muestra los equipos:

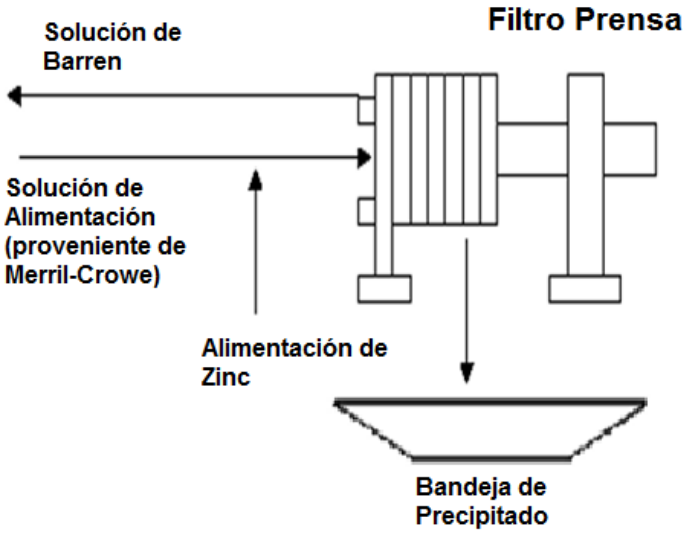

Figura 9

Equipos de cosecha de precipitado

3.2. Condiciones para la operación grúa horquilla

Antes de operar el equipo, el trabajador deberá llenar una bitácora de revisión que contiene las condiciones pre operacionales mínimas que debe cumplir el equipo para asegurar que esté disponible para su uso. La figura siguiente muestra la bitácora que se debe llenar:

BITÁCORA GRÚA HORQUILLA Revisión Pre-operación	NUMERO DE REGISTRO: FORMULARIO:

NOMBRE DEL OPERADOR/INSTRUCTOR:					
FECHA		MARCA		MODELO	
HODÓMETRO		PATENTE			

Marque con un ✓ B: BUENO M: MALO NA: NO APLICA

Ítem	Descripción	B	M	NA	Estado	Ítem	Descripción	B	M	NA	Estado
Documentos	Permiso de Circulación					Accesorios	Extintor				
	Seguro obligatorio						Botiquín				
	Certificado Revisión Técnica						Triángulos (conos)				
	Certificado de Gases						Alarma retroceso				
	Programa de						Barrote				
Luces	Altos						Llave de rueda				
	Bajos						Bocina				
	Retroceso						Cinta reflectante				
	Viraje						Pértiga				
	Emergencia						Baliza				
	Freno						Cinturón de seguridad				
	Tercera luz de freno						Radio comunicación				
	Estacionamiento						Relajo Indicadores				
	Interior cabina						Conmutador limpiaparabrisas				
	Pértiga y Baliza						Juego de Cuñas				
Neumáticos	Delantero derecho					Niveles	Aceite de motor				
	Trasero izquierdo						Agua Radiador				
	Trasero derecho						Aceite de Transmisión				
	Delantero izquierdo						Aceite Hidráulico				
Vidrios	Parabrisas delantero						Combustible (diésel o bencina)				
	Puerta Derecha					Componentes	Horquillas				
	Parabrisas trasero						Carro desplazable				
	Puerta Izquierda						Cilindros de elevación				
Espejos	Lateral Derecho						Cilindros de basculación				
	Lateral izquierdo						Cadenas de la columna o torre				
	Interior cabina						Mangueras y flexibles				
Bajo capot	Capot (apertura y					Funcionamiento en Cabina	Bocina de servicio				
	Niveles (completo ítem 8)						Central de encendido				
	Correas						Luces del tablero principal				
	Batería						Freno de mano				
	Llave de paso (gas)						Dirección				
	Llave de paso (bencina-Diésel)						Frenos de servicio				
	Fugas						Acelerador				
	Ventilador						Trans. (avance-retroceso)				
	Papel de llenado						Aire AC				
							Asiento y cinturón de seguridad				
							Limpieza				

Observaciones:

Figura 10

Esquema de la bitácora para revisión

Si el operador detecta fallas o cualquiera anomalía o deterioro que implique riesgos, deberá informarlos a su supervisor o jefe directo en forma inmediata.

3.3. Condiciones para el funcionamiento del filtro prensa

El filtro prensa será inspeccionado por el operador, previo a su utilización en el área de trabajo. En la figura a continuación se muestran algunos de los componentes que se deben observar:

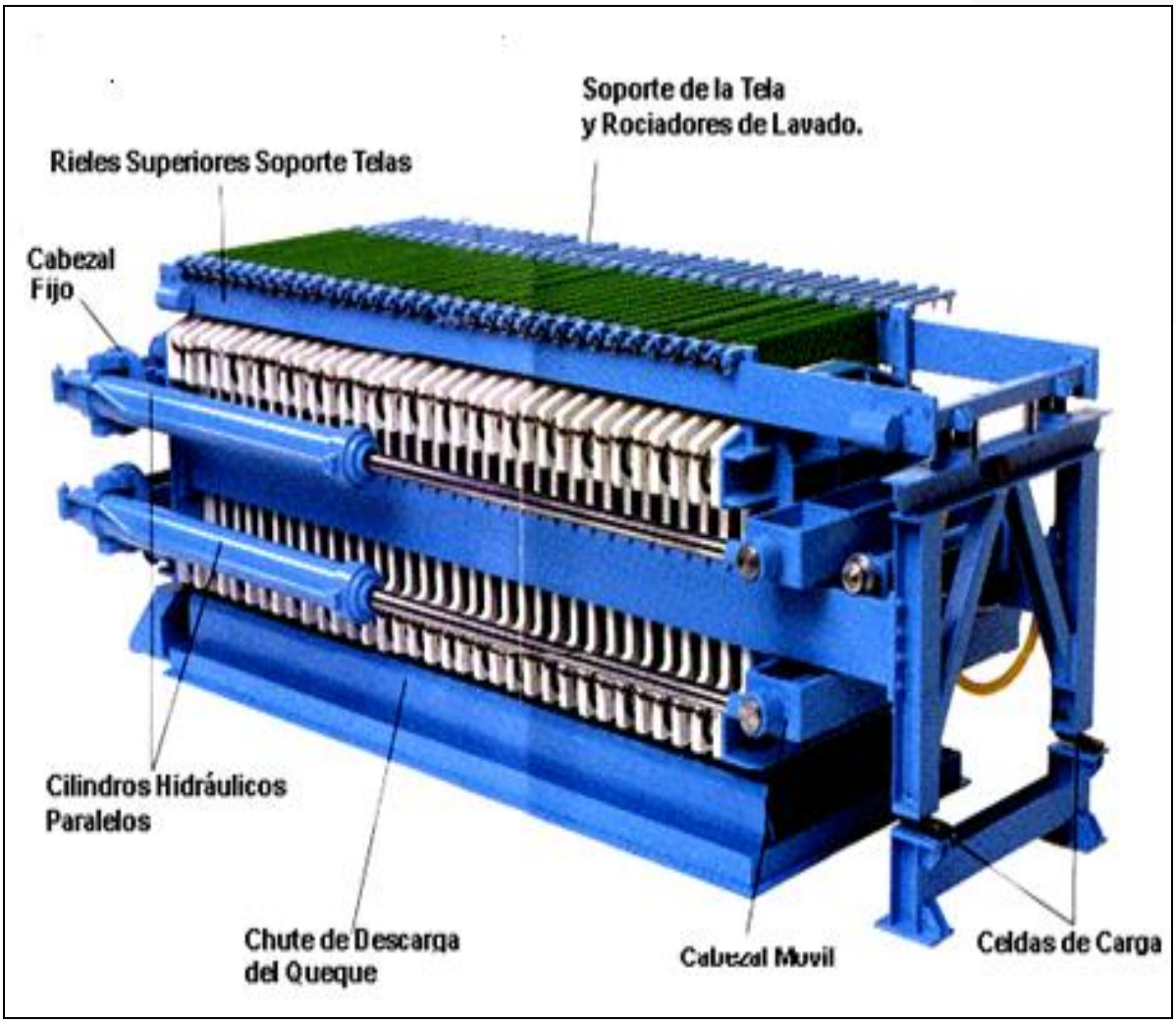

Figura 11

Filtro Prensa

3.4. Condiciones de funcionamiento de la bandeja de recepción

Las condiciones requeridas para el uso de bandejas de recepción son que hayan sido dispuestas en el rack de almacenamiento y que se hayan recuperado los residuos de precipitado para el ingreso a la etapa de calcinación lo que implica que las bandejas estarán limpias. La figura muestra que la bandeja de recepción tiene una altura muy baja en comparación con las dimensiones de ancho y largo, esto para favorecer les liberación de residuos que se vaporizan antes de ingresar a la etapa siguiente

Figura 12

Bandeja de Recepción.

3.5. Condiciones para la operación de la espátula.

Las condiciones requeridas para el uso de la espátula es básicamente que se encuentre en buen estado y este en el lugar de trabajo, ya que, el uso está ligado a la actividad de cosecha luego de terminada la filtración, se utilizara para limpiar los residuos de precipitado adheridos en las telas filtrantes que se encuentran cuando el filtro prensa se abre. La figura siguiente muestra la forma que tiene la espátula utilizada:

Figura 13 Espátula

Revisión de equipos de cosecha de Precipitado

Introducción a la actividad.

La siguiente actividad consiste en realizar una revisión a los equipos de cosecha de precipitado, describiendo los componentes que permiten que cada uno de ellos opere en buenas condiciones.

Aprendizaje Esperado que Desarrolla

Evaluar los equipos de cosecha de precipitado previo uso en su condición operacional, según estándares, procedimientos y normativa vigente.

Estrategia Metodológica para el Instructor

Las estrategias son los procedimientos y/o recursos para promover el aprendizaje a través de actividades. Los equipos a utilizar no se pondrán en servicio.

Recurso Plataforma Web	
Recurso Audiovisual	
Formulación de Preguntas	✓ •
Taller de Trabajo	✓
Propuestas de Situaciones Problemáticas	✓

Materiales y Recursos

- Guía impresa por participante
- 1 Equipo de filtración por cada cuatro personas
- 1 bandeja de recepción de precipitado por cada cuatro personas
- 1 espátula de recepción de precipitado por cada cuatro personas
- 1 grúa horquilla disponible en patio, por cada cuatro personas
- 4 hojas con la lista de verificación de cada equipo por persona
- 1 Soporte universal
- 1 Papelógrafo

Desarrollo de la Actividad

Antes de comenzar el instructor comentará con los alumnos acerca de la necesidad de realizar revisiones a los equipos y utensilios que deben estar presentes antes de comenzar a usarlos, y se pedirá a los participantes que den un ejemplo acerca de esta operación como ejemplo lo necesario y básico que se requiere antes de usar un vehículo.

Los participantes guiados por el instructor deberán identificar el equipo o utensilio a revisar colocando el nombre en la planilla entregada y luego escribir las condiciones básicas con las que cumple para su buen funcionamiento y luego las que están pendientes.

En la tabla siguiente se describen las etapas del taller:

Etapa	Desarrollo	Materiales y recursos
1. Inicio	Los participantes reciben la guía del instructor para que cada grupo se posicione en los equipos y comience la revisión de equipos. Se les indica que solo consiste en observar y no deben manipular los equipos.	Guía y lápices para ingresar lo observado.
2. Trabajo en grupo	Los participantes analizan en conjunto según cada grupo, pero el llenado en la guía es individual. Todos los grupos deben revisar todos los equipos y deben colocar el nombre del equipo, las condiciones básicas que cumple y las que están pendientes, solo dentro de lo observable.	Guías y lápices para cada participante.
3. Preparación de papelografos	El instructor selecciona los mejores trabajos para que cada grupo exponga su desarrollo.	Papelógrafo
4. Término	Los alumnos hacen conclusiones finales y corrigen lo que les faltó por completar.	Guía.

EQUIPO	NOMBRE	CONDICIONES BASICAS	PPENDIENTES

En la tercera etapa se entregarán los fundamentos teóricos a los participantes respecto a la revisión de equipos de cosecha de precipitado, destacando la importancia que revisten en la operación la evaluación previa de los equipos.

Al aplicar el taller los participantes deberán trabajar en grupos de cuatro participantes, sin embargo el llenado de la planilla será individual mientras dure la inspección a los equipos o utensilios.

El instructor seleccionará una persona por cada grupo para que presente los resultados de uno de los equipos revisados, y en un papelógrafo escribirá sus observaciones, lo que permitirá a los demás comentar y corregir las diferencias.

Cierre

Los participantes habrán evaluado los equipos utilizados en la cosecha de precipitado, teniendo presente la importancia que reviste dentro de la operación.

4. Carguío con grúa horquilla

4.1. Causas de los Errores en la Operación de Grúas Horquilla

Ley de Causalidad

Las fichas de dominó representan el hecho de que si una de ellas, se cae, botará también a las otras; esto se interpreta como si una operación con Grúas Horquillas resulta mal, vale decir se daña el equipo , la mercadería, las instalaciones o el operador, esto es consecuencia de un trabajo mal hecho, y esto tiene una causa que se le conoce como acción o condición subestándar que tiene a su vez una causa origen, la que finalmente se debe a una falta de control de la administración superior.

Acción subestándar

Estas son actos de las personas que están reñidos con la forma establecida o entendida como correcta de hacer las cosas. Es importante corregir las acciones subestándar porque normalmente son los errores que se cometen por desconocimiento, o falta de habilidad. Hay acciones subestándar de origen G (gente), por ejemplo, cuando una persona o el operador se ubica bajo la carga.

Figura 14

Condición subestándar

Estas son externas a las personas y se puede entender como deficiencias en los equipos, materiales o el ambiente de trabajo, como por ejemplo que el equipo esté defectuoso, o que tenga adosado un tanque improvisado de combustible, o un sobre contrapeso. El hecho de que no dependan de usted no significa que no deba atenderlas; cuando las descubra informe de inmediato a su jefe.

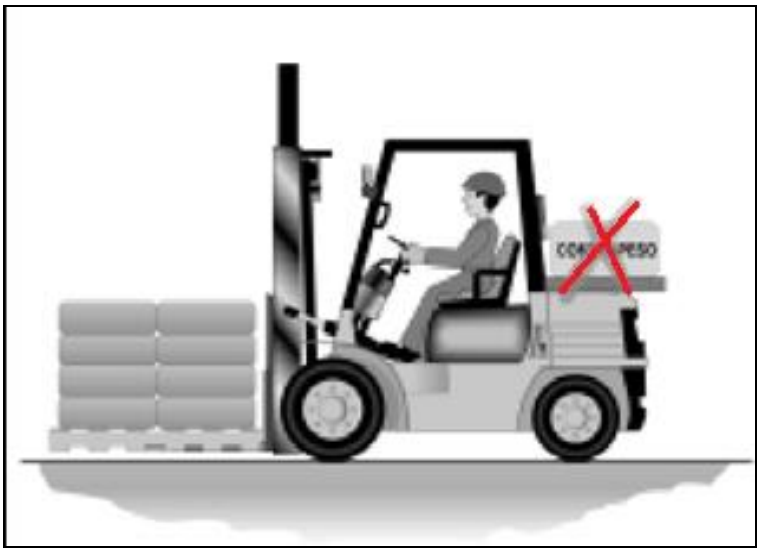

Figura 15

4.2. Principios de Funcionamiento de una Grúa Horquilla

Principio del balancín

Las grúas horquillas funcionan por el principio de la palanca autopropulsada, o del balancín. Por esta razón resulta crítica la carga máxima que se le puede aplicar, ya que de ser superior a su máximo permisible, hará que el equipo se vuelque. El equilibrio de este equipo se establece sobre tres puntos, que son:

- Carga
- Punto de apoyo
- Contrapeso.

Acción de la dirección sobre las ruedas traseras.

El mecanismo de dirección actúa en un eje central sobre las ruedas traseras, esto produce una sensación en la conducción distinta a la de un vehículo convencional. Entre los tres apoyos se forma el triángulo de equilibrio o estabilidad de la grúa horquilla.

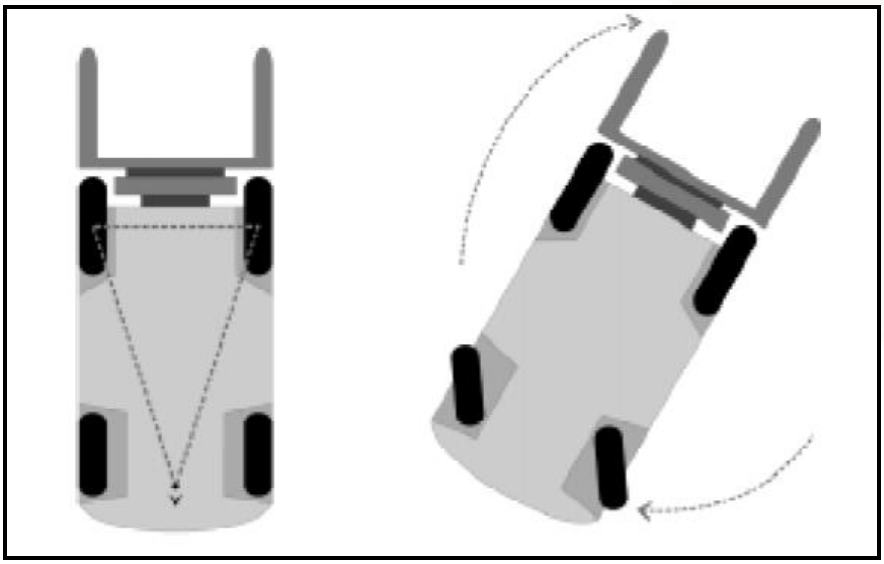

Figura 16

El equilibrio y el centro de gravedad

Es frecuente ver operadores mal calificados, que para equilibrar el sobre peso que colocan a la máquina, ubican a un par de personas sobre el contrapeso lo que es una violación de las normas de seguridad y un atentado contra la vida útil de la máquina.

Figura 17

El equilibrio del equipo está directamente relacionado con el centro de gravedad de la carga; éste está indicado en una placa en la estructura de la grúa, el que normalmente en equipos pequeños a medianos está a 60 cm. del eje delantero. Se debe estudiar las características técnicas de la grúa que están especificadas en la placa de información técnica.

Responsabilidad del operador ante la condición física y psíquica

La actividad industrial es cada vez más competitiva, a medida que sus administradores, se dan cuenta de la importancia de hacer bien las cosas, luchan enérgicamente contra las causas que atentan contra su desarrollo, e impiden que cada tarea se haga en forma correcta.

Dependiendo de la actividad económica en que se desarrolle la industria, algunas de ellas emplean hasta un 70% de su tiempo y más en solo movilizar cargas. Por esta razón este curso ha sido pensado para ayudar a las empresas que se enfrentan al desafío de hacer bien las cosas.

Entonces el manejo mecanizado de materiales a través de montacargas o grúas horquillas, aparece como solución del problema, esto no es ningún secreto, pero tampoco lo es que se comete gran cantidad de errores por parte de la administración de la empresa, ya sea por la mala asignación de las tareas, la falta de supervisión y control, el mantenimiento incorrecto y las pésimas condiciones de operación de los equipos. No es extraño encontrar, personal que no sabe operar los equipos y que nadie se preocupa de que lo haga en forma correcta. Más que una invitación a los participantes, los desafiamos a realizar su trabajo en forma correcta, estamos seguros de que esto no sólo les servirá para su trabajo, sino, que para cualquier actividad que realicen en su vida, lo que les proporcionará gran satisfacción personal.

Durante la ejecución de una actividad laboral, una persona está inserta en un sistema complejo, caracterizado por la interacción de distintos factores. Sólo con el propósito de estructurar el análisis, se acepta que tales factores pueden ser agrupados atendiendo a sus propiedades en común. A esto se debe agregar la variabilidad que se puede encontrar en las respuestas físicas (biológicas), cognitivas o psíquicas de distintas personas frente a determinadas condiciones de trabajo. A continuación se examinan estas ideas.

Carácter multifactorial

Desde la perspectiva de la Ergonomía, las demandas o exigencias a las que podría estar expuesto un trabajador pueden ser agrupadas en cuatro conjuntos; a saber:

a) Factores Físicos (carga física)
b) Factores Ambientales (carga ambiental)
c) Factores Mentales (carga mental)
d) Factores Organizacionales (carga organizacional)

El Artículo 2º del Decreto Supremo Nº 71, establece que, para efectos de calificar como trabajo pesado una labor y con independencia de las características individuales de quien la realiza, se debe considerar a lo menos los siguientes factores:

a) Factor físico: constituido por las exigencias del puesto de trabajo que demandan un esfuerzo adaptativo fisiológico, reflejado en mayor gasto energético y con

modificaciones del metabolismo. En este ámbito, se incluyen también las exigencias biomecánicas, por ejemplo las asociadas al desarrollo de fuerza, postura sostenida y el trabajo repetitivo.

b) Factor ambiental: que corresponde a la presencia, en los puestos de trabajo, de agentes ambientales que pueden afectar negativamente la salud de los trabajadores, su bienestar y su equilibrio fisiológico. En este conjunto, se incluyen agentes físicos (exposición a ruido, vibraciones, calor, frío, etc.), agentes químicos (exposición a gases, vapores, humos, polvos, etc.) y agentes biológicos (exposición a virus, bacterias, hongos).

c) Factor mental: es la exigencia del puesto de trabajo que demanda esfuerzos adaptativos del sistema nervioso y de la estructura psicoafectiva del trabajador. Esto incluye, por ejemplo, manejo de la incertidumbre y de la complejidad, atención y vigilancia constante, entre otros.

d) Factor organizacional: son las exigencias del puesto de trabajo derivadas de la organización y diseño de la labor y su entorno psicosocial. Este ámbito incluye trabajo en turnos, sobrecarga cualitativa y cuantitativa, conflicto de roles, entre otros

Si el Operador no se siente física o psíquicamente en buenas condiciones debe comunicarlo a su Jefatura directa.

En ningún caso, hora o jornada, el trabajador puede operar un equipo bajo la influencia del alcohol o drogas no autorizadas por la empresa (la autorización de las drogas como tratamientos médicos deben ser autorizadas por personal competente de la empresa)

4.3. Revisión Pre Operacional en Bitácora de Grúa Horquilla

Condición del equipo y mantención preventiva

Antes de operar el equipo, debe efectuar las siguientes revisiones contenidas en la bitácora de la grúa horquilla, cuando corresponda (dependiendo del tipo de motor), este listado se aplicará en detalle y por completo, lo que tiene como objetivo:

BITÁCORA GRÚA HORQUILLA **Revisión Pre-operación**		**NUMERO DE REGISTRO:** **FORMULARIO:**			
NOMBRE DEL OPERADOR /INSTRUCTOR:					
FECHA		MARCA		MODELO	
HODÓMETRO		PATENTE			
Marque con un ✓	**B: BUENO**	**M: MALO**	**NA: NO APLICA**		

	Descripción				Estado		Descripción				Estado
Documentos	Permiso de Circulación					Accesorios	Extintor				
	Seguro obligatorio						Botiquín				
	Certificado Revisión Técnica						Triángulos (conos)				
	Certificado de Gases						Alarma retroceso				
	Programa de mantención						Barrote				
ce	Altas						Llave de rueda				

	Bajas						Bocina					
	Retroceso						Cinta reflectante					
	Virajes						Pértiga					
	Emergencias						Baliza					
	Freno						Cinturón de seguridad					
	Tercera luz de freno						Radio comunicación					
	Estacionamiento						Relojes Indicadores					
	Interior cabina						Conmutador limpia parabrisas					
	Pértiga y Balizas						Juego de Cuñas					
Neumáticos	Delantero derecho					**Niveles**	Aceite de motor					
	Trasero Izquierdo						Agua Radiador					
	Trasero derecho						Aceite de Transmisión					
	Delantero Izquierdo						Aceite Hidráulico					
Vidrios	Parabrisas delantero						Combustible (diésel o bencina)					
	Puerta Derecha					**Componentes**	Horquillas					
	Parabrisas trasero						Carro desplazable					
	Puerta Izquierda						Cilindros de elevación					
Espejos	Lateral Derecho						Cilindros de basculación					
	Lateral izquierdo						Cadenas de la columna o torre					
	Interior cabina						Mangueras y flexibles					
Bajo	Capot (apertura y cierre)					**Funci**	Bocina de servicio					

	Niveles (complete Ítem 8)						Control de encendido				
	Correas						Luces del tablero principal				
	Batería						Freno de manos				
	Llave de paso (gas)						Dirección				
	Llave de paso (bencina-Diésel)						Frenos de servicio				
	Fugas						Acelerador				
	Ventilador						Trans. (avance-retroceso)				
	Papas de llenado						Aire AC				
							Asiento y cinturón de seguridad				
							Limpieza				
Observaciones:											

Si el operador detecta fallas o cualquiera anomalía o deteriore que implique riesgos, deberá informarlos a su supervisor o jefe directo.

Identificación de componentes

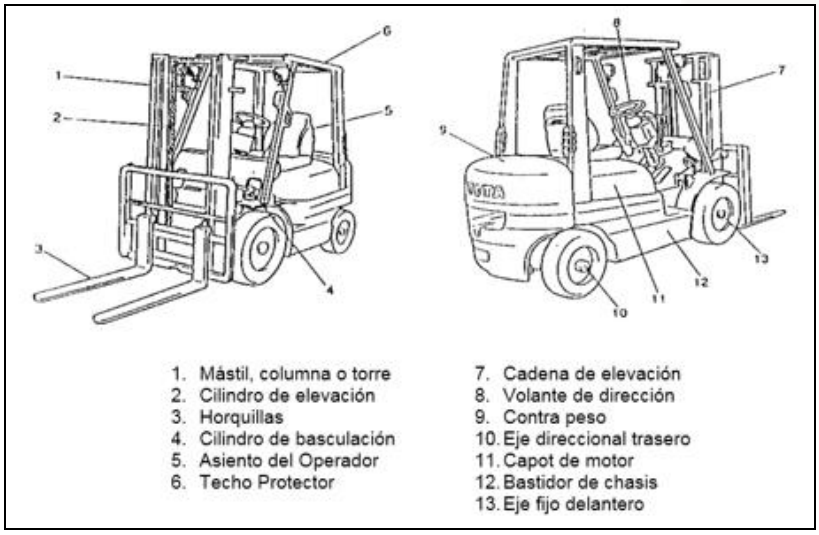

Figura 18

Sistema de combustible a petróleo

Los principales componentes de un motor petrolero se muestran en la figura. Al compararla con otros sistemas de combustibles, notamos que éstas no tienen carburador, bujías, distribuidor.

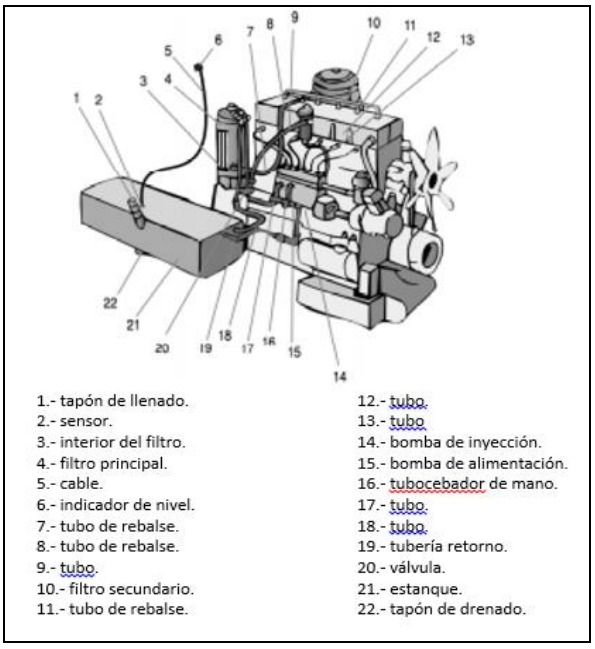

Figura 19

Sistema eléctrico

La principal característica es que no requiere de combustible ya que todos los motores son accionados por una gran batería que además le sirve de contrapeso por su gran tamaño y peso. Esta batería acciona motores independientes de dirección y freno, de desplazamiento; y de accionamiento de los circuitos hidráulicos de levantamiento e inclinación de la torre.

Componentes eléctricos típicos de una Grúa Horquilla.

Algunos de los componentes típicos de una grúa horquilla a combustión interna, son comunes a cualquier tipo de grúa.

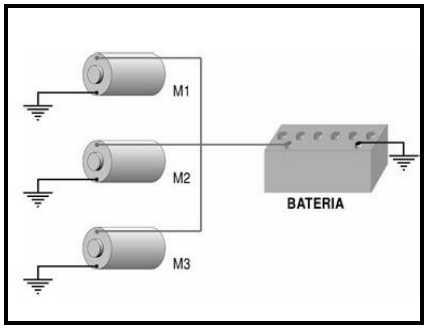

Figura 20

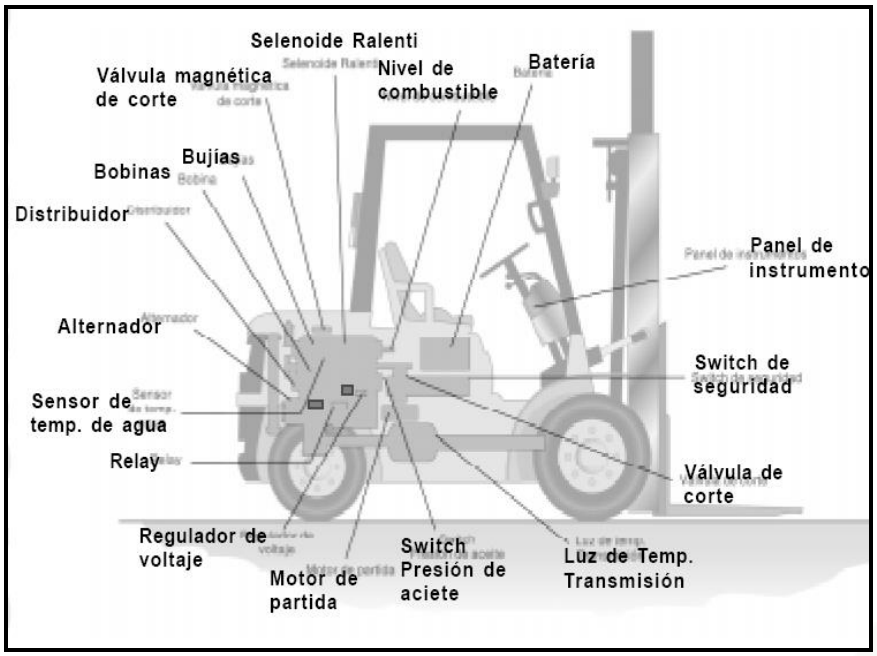

Figura 21

4.4. Técnicas de apilamiento, almacenar, elevar y depositar pallet.

a) Nadie, excepto el conductor, podrá subir a una grúa horquilla.
b) Cuando se necesite la ayuda de otro operario, este se desplazara caminando, alejado de la máquina.
c) No se puede utilizar la grúa horquilla para elevar personas. Salvo que sea imprescindible y a manera de excepción, se colocara una plataforma con barandas sobre las uñas, afirmada firmemente a la torre, y la persona será elevada sentada, con sus manos sobre las rodillas, dejando esta posición, cuando este a la altura deseada. Para esta operación la máquina debe estar detenida, con el freno de mano colocado y con el operador en su puesto.
d) El conductor, debe conocer la capacidad de carga de su máquina y nunca excederla
e) Un conductor seguro y responsable por su máquina, jamás tratará de aumentar la capacidad de carga agregando contrapeso
f) No transporte en su grúa horquilla cargas mal estibadas, debe exigir que reúna las condiciones de seguridad para su transporte
g) Antes de levantar una carga, deberá calcular cuidadosamente el peso de la misma, a fin de evitar superar la capacidad de la máquina, si fuera necesario, realice varios viajes
h) Recuerde que el eje de las ruedas delanteras es uno de los apoyos de la grúa horquilla, por lo tanto, para evitar que el centro de gravedad se desplace fuera de este, lleve la carga lo más próxima posible a la torre, así, evitara un sobre-esfuerzo de la máquina, el quedar sin dirección o volcar hacia delante.
i) No manipule estibas altas, son poco estables y difíciles de controlar.
j) Las uñas (u horquillas) deben quedar perfectamente centradas bajo la carga.
k) No transporte cargas a gran altura, ya que un pequeño desnivel en el piso originaría que el centro de gravedad se desplace en forma lateral, volcando, lo mismo ocurrirá al girar en una pendiente.
l) Cuando circule con o sin carga, lleve las uñas lo más bajo posible, se recomienda como una altura segura a 10 cm. del piso.
m) No utilice nunca las uñas de su máquina para empujar, golpear, etc. ya que las mismas fueron diseñadas exclusivamente para mantener pesos.
n) Deberá tener especial cuidado al circular por techos o instalaciones bajas.
o) Como responsable de los operarios que lo ayudan o se encuentran en los alrededores de la zona en que usted opera, nunca pasara las cargas por encima de personas, ni permitirá que nadie se ubique debajo de ellas.
p) No es seguro subir con su máquina sobre camiones, montacargas, plataformas o pisos, sin antes controlar el peso que soporta.
q) Nunca abandonara la máquina, con carga levantada.
r) En caso de tener que dejar la grúa horquilla estacionada, deberá dejarla con el motor apagado, las uñas sobre el piso y el freno de mano activado.

s) Cuando cargue combustible, hágalo únicamente con el motor accionado, la maquina frenada, sin fumar, evitando los derrames y teniendo siempre a mano un extintor.

Figura 22

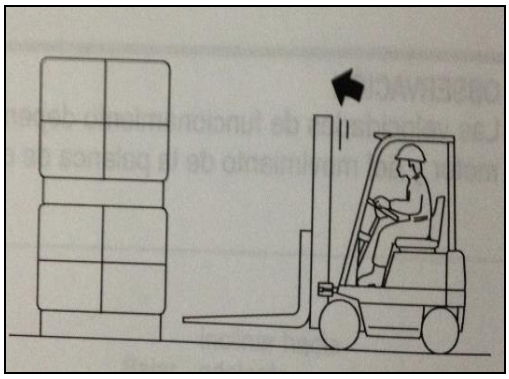

Figura 23

1) Detenga la maquina frente al pallet y coloque las horquillas en posición horizontal.

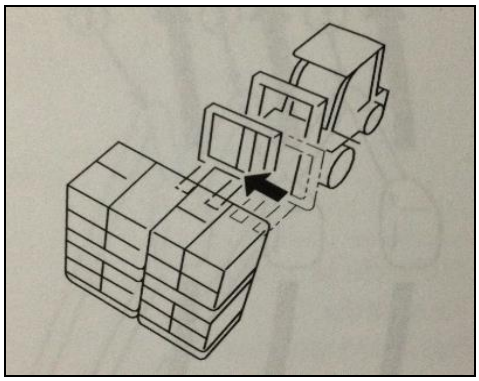

Figura 24

2) Alinee el centro del bastidor de desplazamiento y proceda a cargar el bulto accionando la palanca de desplazamiento. De esta forma las horquillas quedaran perfectamente ubicadas en el centro de la carga.

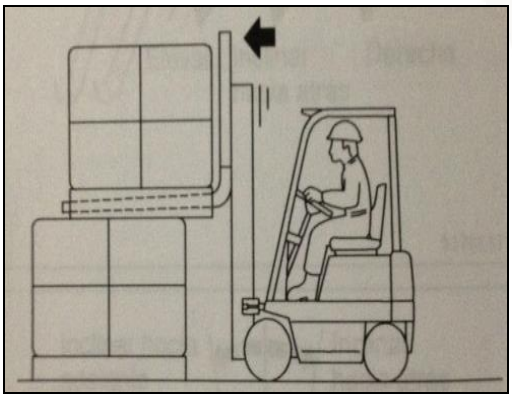

Figura 25

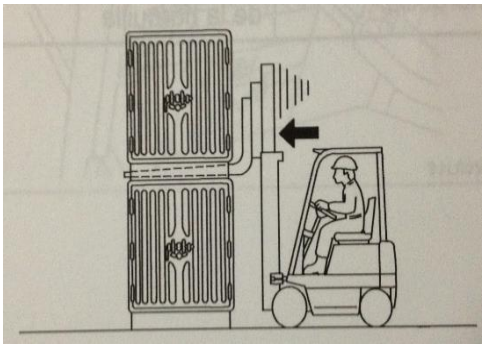

Figura 26

3) Introduzca las horquillas en el pallet y levante la carga unos 10 cm (4 pulgadas), luego de marcha atrás lentamente hasta que la carga pueda ser descendida lo más pronto posible a unos 15 a 20 cm del suelo.

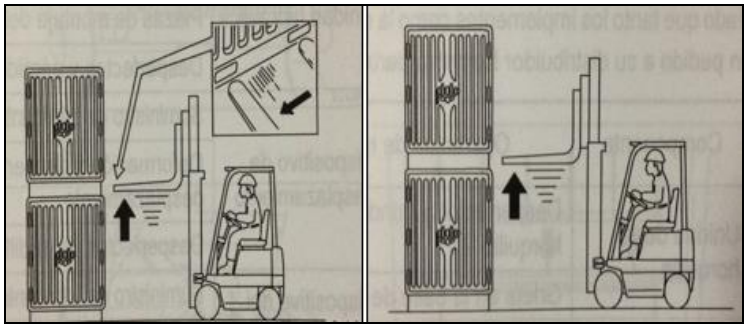

Figura 27

4) Cuando el operador desee tomar una carga que esta apilada sobre otra, debe hacerlo con bastante precisión y para eso existen máquina que están equipadas con un desplazador de bastidor de carga.

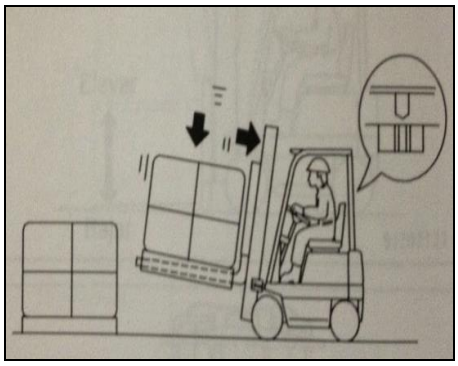

Figura 28

5) Una vez que la carga este abajo y controlada, alinee el centro del bastidor de desplazamiento y la barra de patines, para finalizar una buena postura de desplazamiento de la carga incline el mástil hacia atrás.

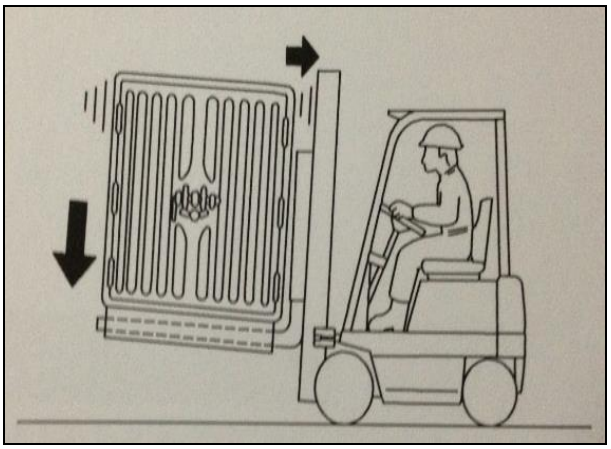

Figura 29

6) Controle en todo momento la carga y circule a baja velocidad, máximo 20 km/h.

La operación de un equipo crítico en el interior de un galpón o almacén está sujeta a que el operador esté atento a su entorno de trabajo sin perder ningún punto de vista, un solo descuido podría ocasionar un accidente que puede ir de lo más leve a uno de muerte.

Atención:

Figura 30

Actividad N° 3

Introducción a la actividad

La siguiente actividad está diseñada para que los participantes apliquen la técnica de apilamiento de carga y descarga en pallet con Grúa Horquilla.

Estrategias metodológicas para el instructor

Las estrategias son los procedimientos y/o recursos utilizados para promover el aprendizaje a través de las actividades.

Recurso Plataforma Web	
Explicación demostrativa en aula	
Recurso Audiovisual	
Propuestas de situaciones problemáticas	
Formulación de Preguntas	
Taller de Trabajo	✓
Propuestas de Situaciones Problemáticas	

<u>Realizar técnicas de apilamiento de cargas y descarga de pallet con grúa horquilla</u>

Objetivo de aprendizaje

El objetivo de esta actividad es que los participantes a través de un procedimiento de operación puedan apilar y descargar un pallet con material empleando una grúa horquilla, de acuerdo a una secuencia lógica y en etapas, para que comprendan la importancia de este trabajo.

Descripción de la actividad

El instructor podrá realizar esta actividad en grupos, en pares o en forma individual.
La actividad debe ser realizada en taller. Solicitará a los participantes que observen que cumplan con todas las medidas de seguridad para la tarea.

Materiales y Recursos

- Taller
- Grúa Horquilla
- Hoja de control de riesgos
- Bitácora de Grúa Horquilla
- Manual del alumno
- Pallet con algunos componentes que generen peso
- Radio de comunicación de 2 vías

Seguridad:

En todas las actividades de taller es necesario recordar los siguientes aspectos de seguridad:

- El uso obligatorio de implementos personales de seguridad dentro de taller
    - Casco
    - Lentes de seguridad
    - Zapatos de seguridad
    - Guantes de faena
    - Chaleco reflectante
    - Protector auditivo. Si aplica
- Identificar riesgos asociados a la trabajo a realizar.
- Consultar al instructor a cargo respecto a cualquier duda

Desarrollo de la Actividad

Una vez que el motor está en funcionamiento, cada alumno en forma individual tendrá que cargar un pallet previamente dispuesto para esta tarea y luego retirar el equipo y bajar las horquillas para posteriormente disponerse a descargar el pallet.

Secuencias que deben realizar los participantes

Primero: Revisar entorno
Segundo: Realizar una hoja de identificación de riesgos
Tercero: esperar instrucción del instructor antes de acercarse a la grúa
Cuarto: aplicar procedimiento de apilamiento de pallet con Grúa Horquilla

El participante debe

Participantes	**Fecha:**
Componente ensayado: **Grúa horquilla**	
Procedimiento aplicado • Revisar entorno • Realizar charla de seguridad 5 min con los compañeros asignados por el instructor • Revisar llave de arranque de la grúa, bitácora, grúa y documentos. • Poner atención a las indicaciones de la tarea • Realizar inspección a la pauta de revisión visual para comprobar que todo está en bunas condiciones • Desde el asiento y bajo procedimiento dar arranque al motor • Posesionar la grúa frente a la carga con las horquillas rectas • Tomar la carga desplazarse hasta el lugar de apilamiento • Estando en el lugar de apilamiento levantar la carga en forma recta hasta que llegue a unos 15 cm de la pila • Avanzar lentamente y depositar la carga • Retirarse y bajar las horquillas a 20 cm del piso. • Anotar el trabajo realizado	

<table>
<tr><td colspan="2">

- Realizar housekeeping

</td></tr>
<tr><td colspan="2">

Conclusiones de la actividad

El participante debe anotar las conclusiones de la actividad

</td></tr>
<tr><td rowspan="2">

Fotografía del componente

Si es posible

</td><td>

Nombre Inspector :

_____

Firma Inspector :

_____

</td></tr>
<tr><td>

Recomendaciones :

</td></tr>
</table>

Cierre

Comente los resultados de la actividad con su grupo y haga las observaciones y consultas necesarias al Instructor.

5. Operación de Filtro de Precipitado

Introducción

Las aplicaciones de los procesos de filtración son muy extensas, encontrándose en muchos ámbitos de la actividad humana, tanto en la vida doméstica como de la industria general, donde son particularmente importantes aquellos procesos industriales que requieren de las técnicas químicas.

La filtración se ha desarrollado tradicionalmente desde un estudio de arte práctico, recibiendo una mayor atención teórica desde el siglo XX. La clasificación de los procesos de filtración y los equipos es di

La variedad de dispositivos de filtración o filtros es tan extensa como las variedades de materiales porosos disponibles como medios filtrantes y las condiciones particulares de cada aplicación: desde sencillos dispositivos, como los filtros domésticos de café o los embudos de filtración para separaciones de laboratorio, o los sistemas de tratamiento de agua potable destinada al suministro urbano hasta grandes sistemas complejos de elevada automatización como los empleados en las industrias mineras.

La filtración es un método de separación de fluidos desde los sólidos que se basa en hacer pasar aquellos a través de una pantalla finamente perforada que retiene los sólidos. Fundamentalmente se trata de un harneado extrafino en el que la mayor parte del material que atraviesa los poros es deformable y, como ocurre en el harneado, el roce es la fuerza principal que se opone al paso.

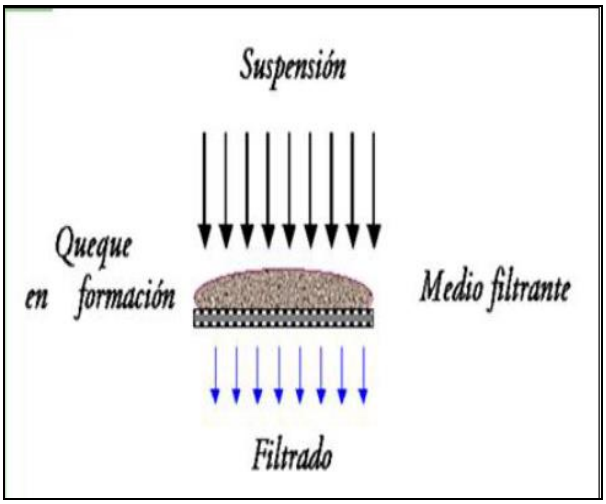

Figura 31

Separación de fluidos desde los sólidos

Métodos de filtración

En lo que respecta a la fuerza impulsora, existen diferentes métodos de filtración, en algunos casos es la gravedad (método de filtración gravitacional), la fuerza centrífuga (método de filtración centrífugo); el vacío (método de filtración por presión de vacío), y por presión (método de filtración por presión del fluido a los dos lados de un diafragma).

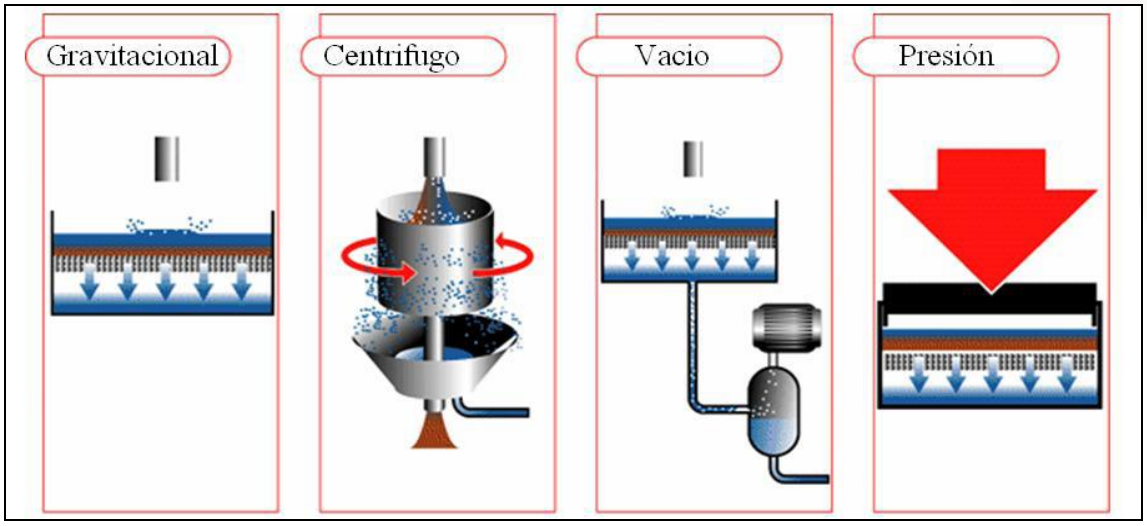

Figura 32

Métodos de filtración

Elementos que intervienen en la filtración.

La filtración es un método físico que se utiliza para separar mezclas heterogéneas, en este tipo de mezcla uno de los componentes es una sustancia líquida y otra sólida.

El verdadero medio separador es la torta, es decir, la masa de partículas sólidas retenidas en el medio filtrante, el que a su vez suele estar soportado en un entramado de metal o madera.

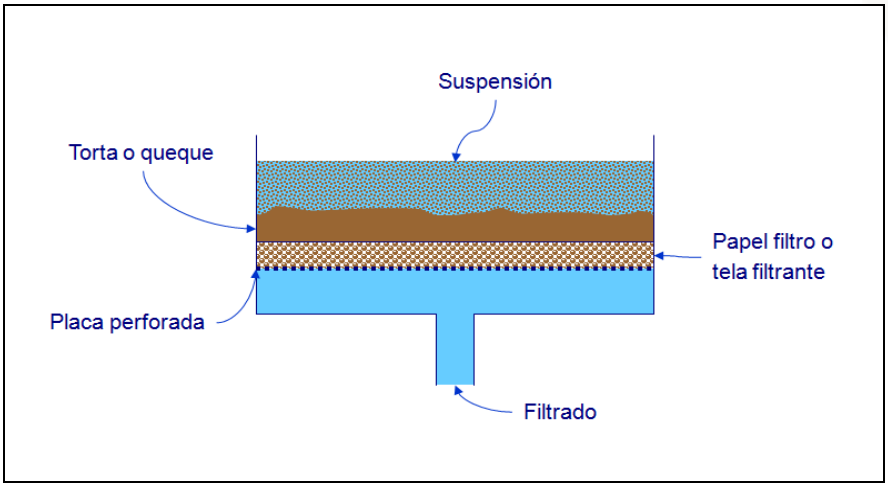

Figura 33

Elementos que intervienen en la filtración

Los elementos del filtro que se presenta en la Figura 46, ***A*** corresponde al entramado, ***B*** es el diafragma, ***C*** la torta, ***D*** el fluido, generalmente con partículas en suspensión; y finalmente ***p1*** y ***p2*** son las presiones que prevalecen en ambos lados de la superficie filtrante y que están relacionadas por la desigualdad ***p1*** > ***p2***.

La diferencia de presión puede ser debida exclusivamente a la fuerza de gravedad, o la fuerza centrífuga provocada por un movimiento rotatorio alrededor de un eje situado en ***D*** en posición tal con respecto a ***B*** que una fracción relativamente elevada de la presión que así se genera actúen en sentido normal a ***B***, o bien el espacio que se encuentra a la izquierda de *B* puede estar cerrado produciendo una presión del fluido en ***D*** mediante una bomba o por cualquier otro medio, o bien dejando ***D*** en comunicación con la atmósfera y, cerrando el espacio que se encuentra a la derecha de ***B***, a la vez que se conecta a una bomba de vacío.

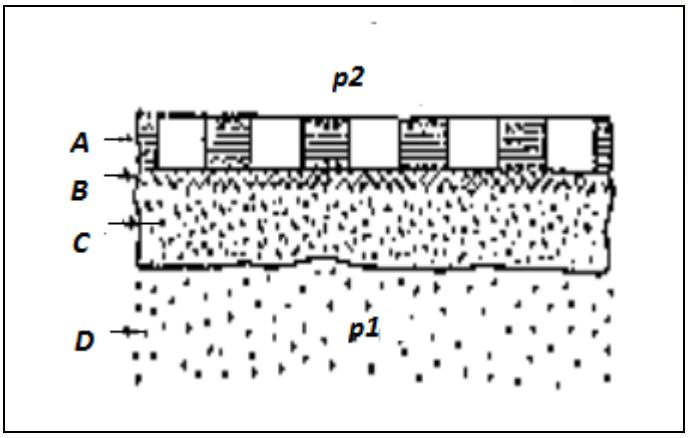

Figura 34

Zonas activas en una operación de filtrado

Clases de filtración

Filtración con formación de queque

La filtración con formación de queque se caracteriza porque el sólido de la suspensión es retenido en la superficie del medio filtrante como una capa denominada queque. Esto se produce naturalmente cuando los poros del medio filtrante tienen un tamaño menor que las partículas. Cuando este no es el caso, es necesario cubrir el medio filtrante con una delgada capa de material fibroso, denominado *ayuda de filtración*, que bloquea el paso de las partículas a través del medio filtrante. En este tipo de filtración, el flujo de suspensión es perpendicular a la superficie del medio filtrante. La filtración con formación de queque se utiliza para suspensiones que poseen más de un 10% de sólidos en volumen y es, sin duda, el proceso de filtración más importante en la industria minera y en la industria de procesos en general.

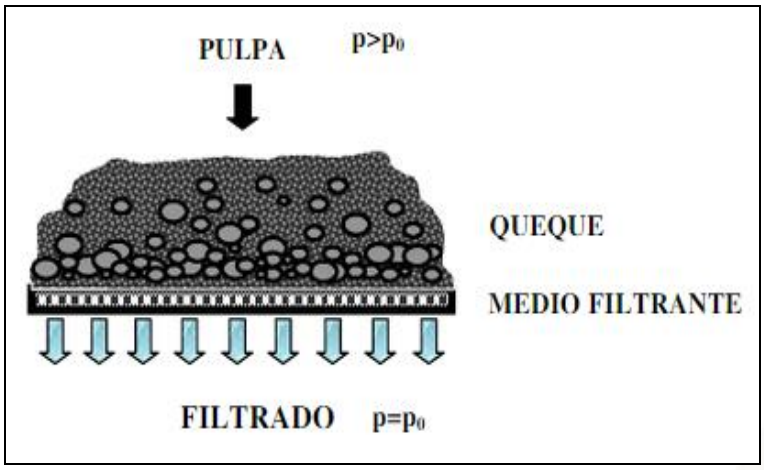

Figura 35

Filtración con formación de queque.

Filtración sin formación de queque

Cuando el flujo de la suspensión es paralelo a la superficie del medio filtrante, éste aún retiene las partículas sólidas. Sin embargo, el flujo de la suspensión produce una tasa de cizalle muy alto, la que previene la formación de una capa de sólidos retornándolos a la suspensión. En esta forma el líquido atraviesa el medio filtrante mientras que el sólido permanece en la suspensión aumentando su concentración con el tiempo. Este tipo de filtración es útil cuando se desea concentrar una suspensión sin que sea necesario un producto de baja humedad. Aun cuando la filtración sin formación de queque puede ser utilizada en la separación sólido-líquido, es principalmente utilizada en la filtración de gases polvorientos.

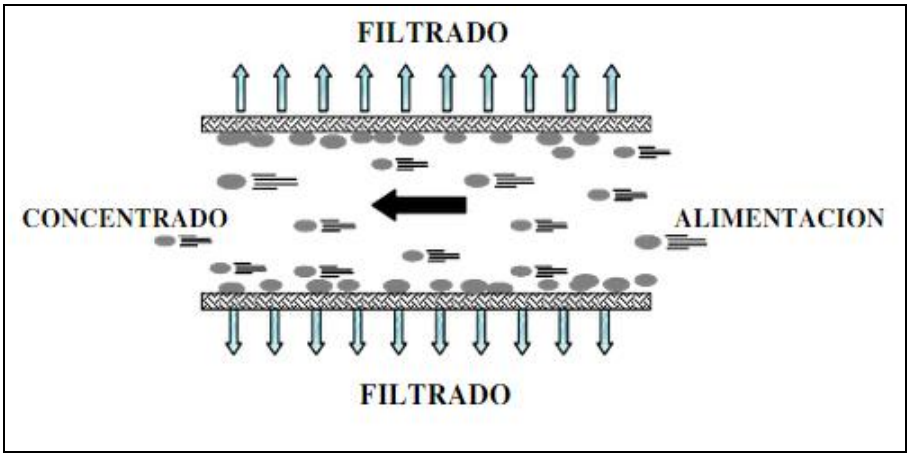

Figura 36

Filtración sin formación de queque.

Filtración profunda

Para la filtración de partículas muy finas en suspensiones diluidas se utiliza comúnmente filtros que tienen medios filtrantes de poros mayores que las partículas pero de grandes espesores. Las partículas penetran en el interior del medio filtrante y son capturadas por las fibras o partículas que constituyen el medio filtrante. Este tipo de filtro pierde su capacidad de filtración después de un cierto tiempo y es necesario limpiar el medio filtrante eliminando las partículas desde su interior, o sustituir el filtro por uno nuevo. Dos ejemplos de filtración profunda son los filtros de arena para piscinas y los filtros de aire en automóviles.

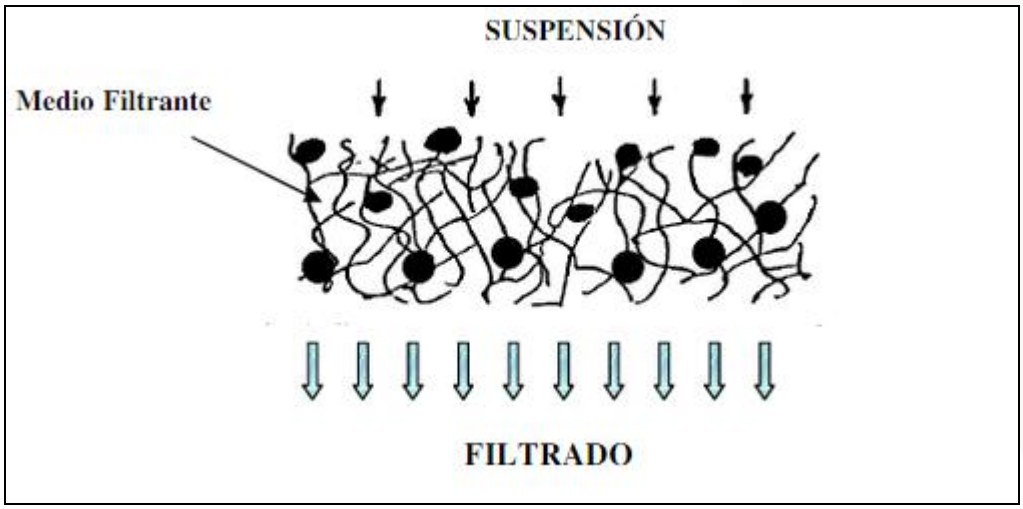

Figura 37

Filtración profunda

Factores que influyen en la filtración.

Las condiciones en que se realiza una filtración dependen de muchos factores, entre los cuales destacan:

- Las propiedades del fluido, tales como su densidad, viscosidad y corrosividad.
- La naturaleza del sólido, tal como su tamaño, forma y distribución de tamaño.
- Las propiedades de la suspensión, tales como su concentración y compresibilidad.
- La cantidad de material a tratar.
- El valor del material y si el material valioso es el sólido, el fluido, o ambos.
- Si es necesario lavar el queque.
- Si es importante o no la contaminación del producto.

Medio filtrantes

Un medio filtrante puede ser definido como cualquier material permeable sobre el cual, o en el cual, son separados los sólidos del fluido durante el proceso de filtración. Por consiguiente, el principal rol del medio filtrante es provocar una buena separación entre los componentes de una suspensión con el mínimo consumo de energía. En orden a realizar una cuidadosa selección de un medio filtrante se deben tomar en cuenta muchos factores.

Uno de los primeros estudios de distintos medios filtrantes fue realizado por Flood (1966), quien clasificó los medios filtrantes como medios de tipo superficie, en el cual las partículas en suspensión son principalmente retenidas sobre el medio y medios de tipo profundo, en que las partículas penetran en los poros, donde son retenidas. Estos últimos medios se usan principalmente para la clarificación de líquidos.

En los últimos 20 años, Purchas y Hardman (Purchas 1981) han realizaron estudios de medios filtrantes y los clasifican según la tabla 31. El medio filtrante se caracteriza de acuerdo a diversas propiedades físicas (mecánicas) y químicas.

Principales tipos	Subdivisiones	Partícula más pequeña retenida (µm) (aprox.)
Fabricación sólida	Pantallas de alambre .	100
	bobinados de alambre.	100
	Anillos apilados.	5
Hojas metálicas	Perforadas.	100
	Tejido de alambre.	5
Medios porosos rígidos	Cerámicos	< 1
	Carbón	10
	Plásticos	10
Cartuchos	Fabricación de laminas	3
	Camas aglutinadas.	2
	Hilo bobinado	2

Principales tipos	Subdivisiones	Partícula más pequeña retenida (µm) (aprox.)
Hojas plásticas	Monofilamentos tejidos	
	Hojas porosas	
Membranas	Poliméricas	< 0.1
	Cerámicas	< 0.1
	Metálicas	0.2
Medios tejidos	Fibras de hilo	5
	Monofilamentos	10
	Multifilamentos	<10
Medios no tejidos	Hojas de filtro	10
	Papel (celulosa y vidrio)	5 y 7
	Polimeros	10
Medios holgados	Fibras	1
	Polvos	< 1

Propiedades físicas y químicas de las telas.

Telas

Las telas filtrantes más comunes son hechas de material textil, de fibra natural o sintética. Existen tres tipos de medios sintéticos usados en la industria de la filtración:

a) Tejido: puede ser de tela cruzada o satín, ya que éste aumenta la resistencia a la tracción.
b) No tejido: consiste en ensamblar varias capas de fibras.
c) Compósitos: poliuretanos (polímeros micro porosos regulados) que han dado muy buen resultado.

Básicamente, las características que se debe tener en cuenta son:

a. Condiciones Térmicas y Químicas: En condiciones térmicas y químicas los polímeros son los medios más adecuado para el medio filtrante. Los más usados son polipropileno (PP), polietileno (PET) y poliamida (PA).

    1. Requerimientos en la Filtración: Los principales requerimientos de la filtración son: claridad en el filtrado (es decir una alta eficiencia de retención de partículas finas), rendimiento, contenido de humedad en el queque, efectiva liberación del queque (de fácil desprendimiento), baja resistencia al paso del fluido y alta resistencia a la abrasión.

    2. Consideraciones con respecto al equipo: Es importante donde se va a usar el medio filtrante: el tipo de pulpa, volumen del producto, contenido de sólidos requeridos, así como si es filtración a presión o vacío.

    3. Costos: El costo del medio, así como su vida útil es de vital importancia. Este ítem puede decidir el tipo de medio a utilizar.

Propiedades orientadas a la máquina: relacionadas con las limitaciones del uso de un medio filtrante en un tipo especifico de filtro.
Rigidez
Resistencia al estiramiento
Resistencia al cree
Estabilidad en los bordes
Resistencia a la abrasión
Estabilidad a la vibración
Dimensiones compatibles
Habilidad para ser fabricados
Función de sellado

Propiedades de la tela filtrante

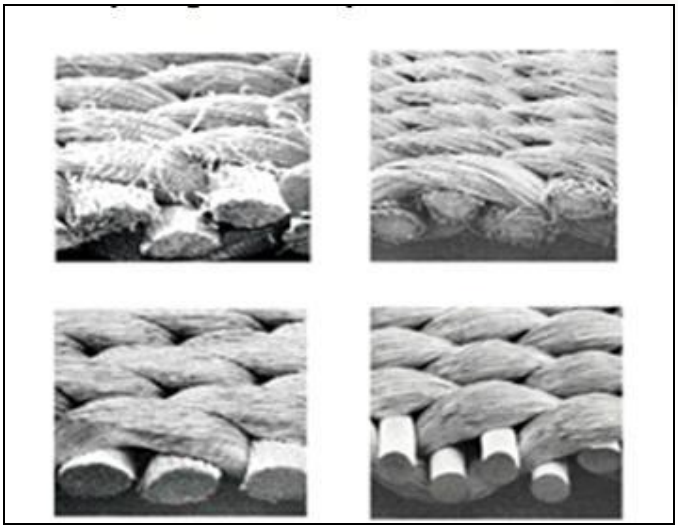

Figura 38

Tejidos y tramas de las telas filtros

Los principales daños que puede sufrir la tela pueden deberse a deformación estructural, estiramiento, fatiga a la flexión y a daños térmicos y químicos. Los primeros son el resultado de un mal diseño y a aspectos operacionales, tirón muy fuerte durante la descarga del queque o tensiones fuertes al inicio del ciclo o de la alta presión de agua usada en el lavado de la tela. Con respecto a los daños químicos (pH y corrosividad) y térmicos, estos son subsanados eligiendo una tela adecuada para el proceso en que va a ser usada. La siguiente tabla muestra las características de distintos materiales.

			Resistencia a:			
Tipo Fibra	Densidad (kg/m^3)	Temperatura de operación máxima (ºC)	**Ácidos**	Bases	Agentes oxidantes	Hidrólisis
Polipropileno	910	95	••••	••••	•	••
Polietileno	950	85	••••	••••	•	••
Poliester (PBT)	1280	100	•••	••	••	•
Poliester (PET)	1380	100	•••	•	••	•
Poliamida 6.6	1140	110	•	•••	•	•
Poliamida 11	1040	100	•	•••	•	•
Poliamida 12	1020	100	•	•••	•	•
PVDC	1700	85	••••	•••	••••	•••
PVDF	1780	100	••••	••••	•••	••••
PTFE	2100	150+	••••	••••	•••	••••
PPS	1370	150+	••••	••••	••	••••
PVC	1370	80	••••	••••	••	••••
PEEK	1300	150+	•••	•••	••	••••
•••• muy bueno; ••• bueno; •• aceptable; • pobre						

Tabla 1

Atributos químicos y físicos de la tela.

A la tela se le realiza procesos finales de estabilización que aseguran una estabilidad dimensional y regulación de la permeabilidad. Un ajuste preciso de su permeabilidad se obtiene a través de tratamientos térmicos. Comparaciones entre las permeabilidades de diferentes medios filtrantes pueden ser hechas aplicando datos de flujos versus caída de presión. Un baño y modificación superficial hace que el queque se desprenda sin mayor problema de la superficie. Las principales características técnicas de los medios filtrantes son:

- Trama.
- Peso/área.
- Permeabilidad al aire.
- Permeabilidad al agua.
- Porosidad.
- Resistencia a la tensión.
- Fácil descarga del queque.
- Mínima resistencia al flujo.
- Mínima humedad del queque.

- Máxima vida útil de la tela.
- Menor tendencia a la colmatación (obstrucción).
- Espesor de la tela.
- Resistencia a la temperatura
- Resistencia al pH
- Capacidad de suciedad

Existe una infinidad de medios filtrantes dependiendo de la aplicación, por lo que la selección de un medio específico debe tomar en cuenta muchos factores. Esto hace necesario realizar distintos ensayos de laboratorio para observar el comportamiento del medio filtrante y así poder evaluar su comportamiento dependiendo de la aplicación. Entendiendo el importante rol que juega el medio filtrante en el proceso de filtración, queda claro que una mala elección acarreará resultados perjudiciales para la filtración, traduciéndose en aumentos de costos, pérdidas de tiempo y un proceso ineficiente.

Equipos de filtración a presión

La filtración en equipos tradicionales, tales como filtros rotatorios y filtros de banda, están siendo menos aceptables en la industria minera y a menudo son considerados inadecuados debido a su alto contenido de humedad, obligando a hacer uso de secadores antes de obtener un producto final. Es así como los filtros de presión son considerados de una tecnología largamente reconocida como un método confiable y eficiente para lograr más bajas humedades y mejores rendimientos demostrando ser una solución eficaz para este problema. Los filtros a presión son equipos inherentemente discontinuos. Al igual que los filtros rotatorios trabajan en ciclos, pero al contrario de estos, deben detenerse para cargar la suspensión y para descargar el queque seco. En La filtración a presión podemos identificar tres tipos de equipos: filtros prensa de placas verticales, filtros prensa de placas horizontales y filtro prensa de disco.

5.1. Descripción del filtro de precipitado

En los filtros de presión de placas verticales la separación toma lugar en cámaras formadas entre las superficies de drenaje de placas filtrantes moldeadas que se mantienen unidas entre sí. Estas placas poseen orificios para la alimentación de la pulpa y el drenaje líquido filtrado, las placas están fijas entre sí mediante una presión hidráulica, están montadas verticalmente sobre y entre dos barras laterales o suspendidas de vigas. Estas barras o vigas están conectadas en un extremo a un cabezal fijo o alimentador, mientras que por el otro extremo están conectados a un cabezal de cierre.

Figura 39

Filtro de prensa vertical

Las placas se comprimen entre sí mediante un arreglo de cierre de un pistón hidráulico en cuyo extremo se encuentra el cabezal móvil que empuja ordenadamente las placas contra el cabezal fijo, formando así una sola unidad filtrante compuesta por el grupo de placas de filtración.

5.2. Componentes del filtro precipitado.

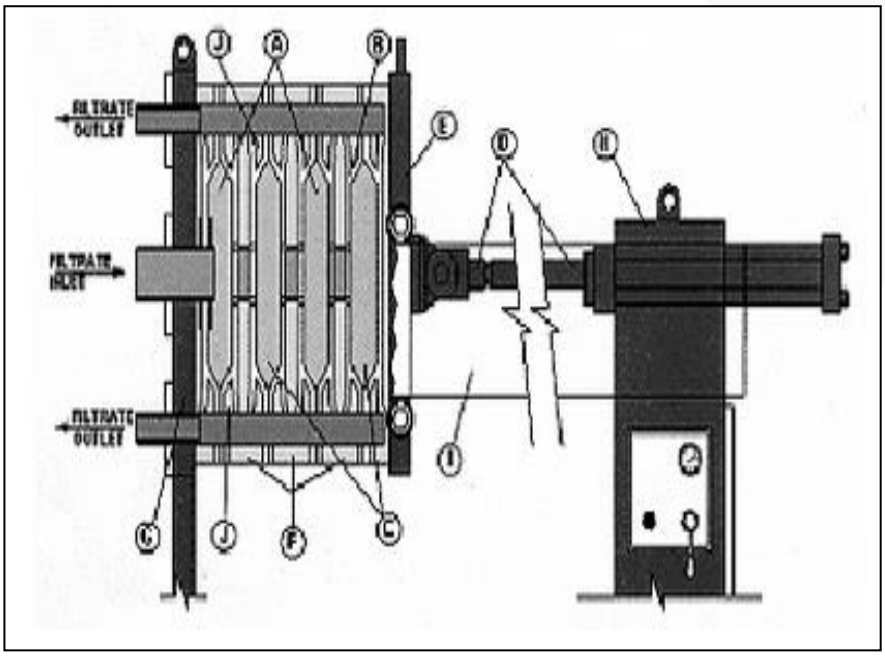

Figura 40 Esquema de filtro de placas verticales

El mecanismo de acción de un filtro-prensa se puede describir de la siguiente forma: El cabezal (G) y el soporte terminal (H) son sostenidos por rieles de las barras de soporte (I) diseñados especialmente. El pistón hidráulico (D) empuja las placas de acero (E) contra las placas de polietileno (F) cerrando la prensa. La pulpa es bombeada a las cámaras (A) rodeadas por el medio filtrante (B). Al bombear, la presión se incrementa forzando al líquido a atravesar la tela, haciendo que los sólidos se acumulen y formen un queque (C). El filtrado pasa a través de las telas y es dirigido hacia los canales de las placas y puertos de drenado (J) del cabezal para la descarga.

Este filtrado típicamente contendrá menos de 15 ppm (mg/l) de sólidos en suspensión. La torta es fácilmente removida haciendo retroceder el pistón neumático, relajando la presión y separando cada una de las placas, para permitir que el queque compactado caiga desde la cámara.

La cámara que contiene el queque, está formada de una de las dos formas siguientes, por dos placas ahuecadas que conforman una cámara o por dos placas niveladas en el medio con un marco para el queque (similar a un marco de fotografía).La cara de ambos lados de las placas de filtración poseen una superficie de drenaje en forma de ranuras o pepitas para permitir que el líquido filtrado drene por detrás de las telas filtrantes, permitiendo su evacuación a través de ojales situados en las esquinas inferiores de las cámaras. Sobre cada una de las dos superficies de las placas están instaladas telas de filtración. Estas telas están unidas al ojal alimentador fijadas por pernos o difusores impermeables.

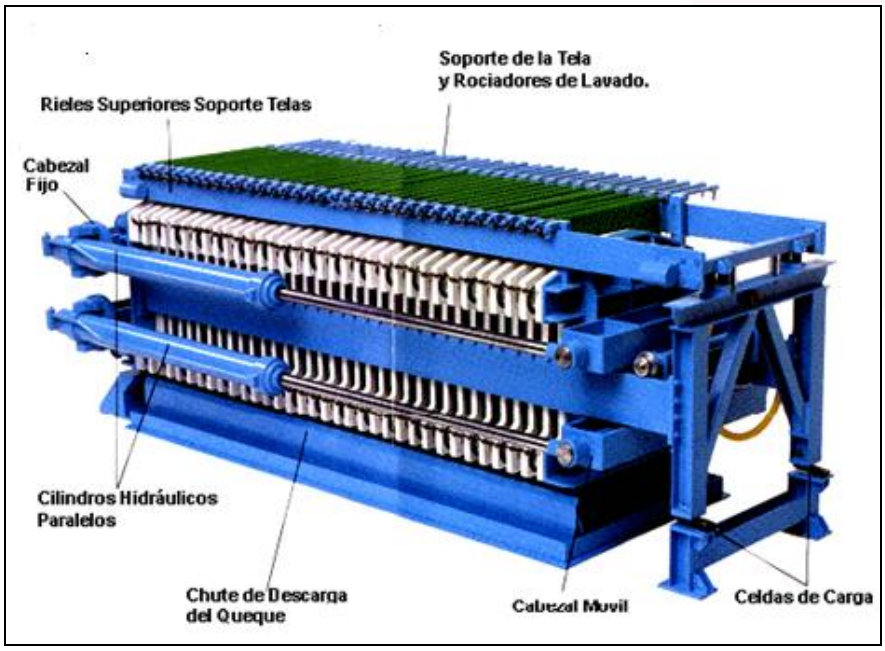

Figura 41 Filtro de placa vertical

5.3. Operación del filtro de precipitado

Las etapas consecutivas del proceso de filtración no comprenden la utilización de compresión mecánica de la pulpa o queque en las cámaras filtrantes. El proceso cíclico de la filtración por presión en los filtros de placas verticales consta de las siguientes fases:

Cerrado: Las placas son comprimidas a alta presión mediante un pistón hidráulico para evitar fuga de material por entre las placas y sellar las cámaras filtrantes.

Alimentación: La alimentación de la pulpa se realiza por el ojal alimentador, o núcleo del cabezal fijo, donde la pulpa de precipitado es bombeada a lo largo de toda la longitud del filtro hasta llenar las cámaras de filtración. Como la pulpa fluye bajo presión, las partículas sólidas comienzan a distribuirse entre ambas caras de la tela filtrante formando una capa inicial de torta de filtro o pre-revestimiento. Esta capa de pre-revestimiento se transforma en el medio real de filtración y, a medida que la filtración continúa, el espesor de ésta aumenta gradualmente hasta que los queques de ambos lados del filtro se tocan o se unen.

El bombeo continúa obteniendo una compresión del queque formado, el que se detiene una vez que el flujo de líquido es prácticamente nulo. Es en este punto en que la bomba alimentadora se detiene.

Limpieza: La limpieza del residuo de pulpa que queda retenido en el interior del núcleo se realiza mediante agua a presión en contracorriente. El agua queque da retenida en el núcleo se elimina con aire comprimido. Esta etapa dura alrededor de 45 segundos.

Soplado: Aire a alta presión es introducido a las cámaras lo que genera un desplazamiento de la humedad retenida en los poros del queque.

Figura 42 Etapas del filtro vertical

- **Descarga**: Una vez terminadas las etapas de filtración y compresión, se abren las compuertas de la tolva receptora del queque en la parte inferior del filtro. Las placas del filtro se separan por retracción del pistón al accionar de un cilindro hidráulico. El queque cae sobre una correa transportadora por simple gravedad.
- **Lavado:** Antes de comenzar un nuevo ciclo, las compuertas de la tolva receptora del queque, son automáticamente cerradas para realizar el lavado de telas con agua y así eliminar las partículas de precipitado adheridas y mantener limpias las superficies de las placas y telas. Así se evita la posible *colmatación* o taponamiento de los poros de las telas y se reduce el desgaste por abrasión.

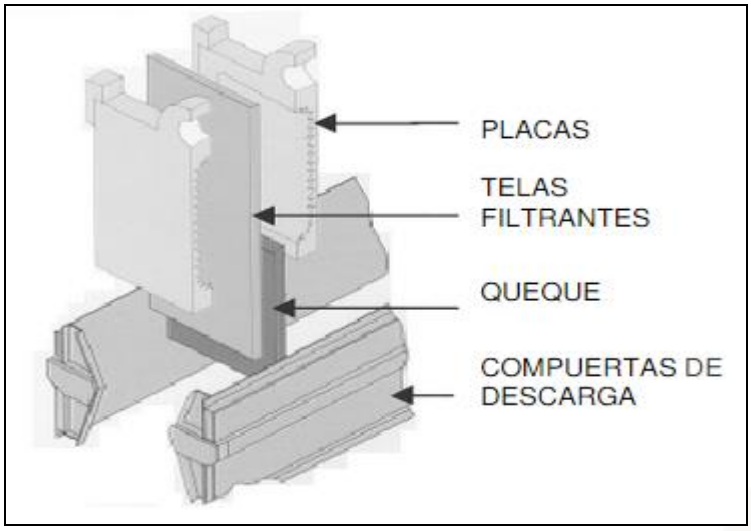

Figura 43 Etapas de descarga del queque filtrado

- **Variables y Parámetros de operación**

Las principales variables en un proceso de filtración pueden ser separadas en: variables de entrada, variables de salida, parámetros, perturbaciones y variables controlables. El esquema indicado en la figura.

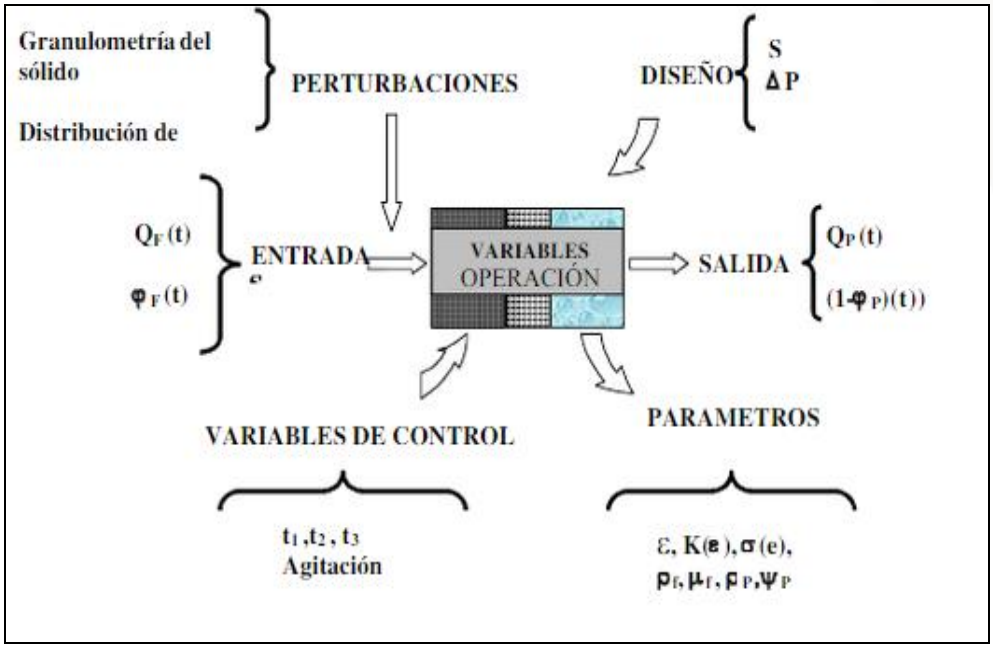

Figura 44

Variables de entrada y salida del filtro

- **Variables de entrada**

Son aquellas que vienen del proceso de espesamiento de precipitados o relaves. Por lo tanto, cualquier variación, generara complicaciones en la etapa de filtración. El flujo de alimentación Q_F puede disminuir por problemas puntuales, pero en tiempos no muy largos puede recuperarse. La concentración de solidos φ_F en la entrada, depende directamente de la operación del espesador y de las variables que se manejan en el proceso de espesamiento.

También se dan casos en que solamente los precipitados se filtran y los relaves pasan a depositarse directamente, sin embargo la concentración de solidos C_P desde el espesamiento debe mantenerse entre rango de valores, como lo muestra la figura.

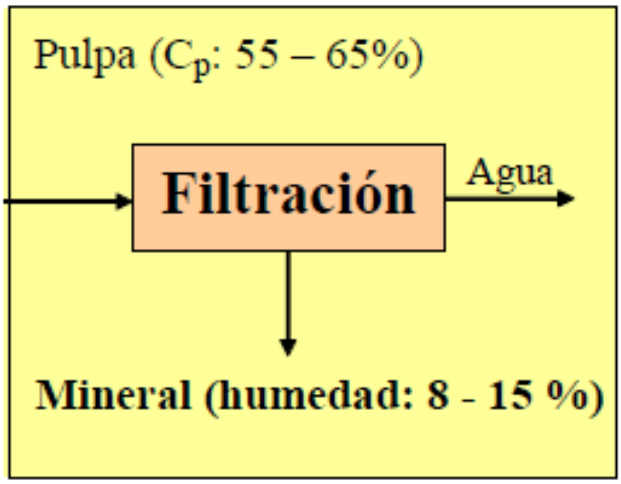

Figura 45

Concentraciones de humedad en el filtro

- **Variables de salida**

Estas están directamente relacionadas con las de entrada. Si el flujo de alimentación baja, obviamente el flujo de salida Q_P lo hace también. La humedad del queque ($1 - \varphi_P$) depende de la eficiencia del medio filtrante, por lo tanto, cualquier alteración afecta la filtración. Es recomendable seguir las indicaciones de mantención del fabricante para el cuidado del medio filtrante.

- **Variables de diseño**

Están condicionadas al equipo que se elija para cumplir la función de filtrado en la planta de procesamiento. El área de filtración está directamente relacionada con la cantidad de material a tratar, por lo tanto, cada faena tiene establecido su nivel de producción y de acuerdo a eso, empíricamente se puede determinar.

Dependiendo del tipo de material a filtrar y de la magnitud del gradiente de presión el queque formado durante la filtración puede permanecer rígido o puede comprimirse.

- **Variables de control**

El tiempo de filtrado de una masa de queque producido puede estimarse bajo modelamiento y también experimentalmente. En la figura cc se observa que el volumen de filtrado aumenta inicialmente en forma proporcional al tiempo y que más tarde esta proporcionalidad disminuye a la raíz cuadrada del tiempo.

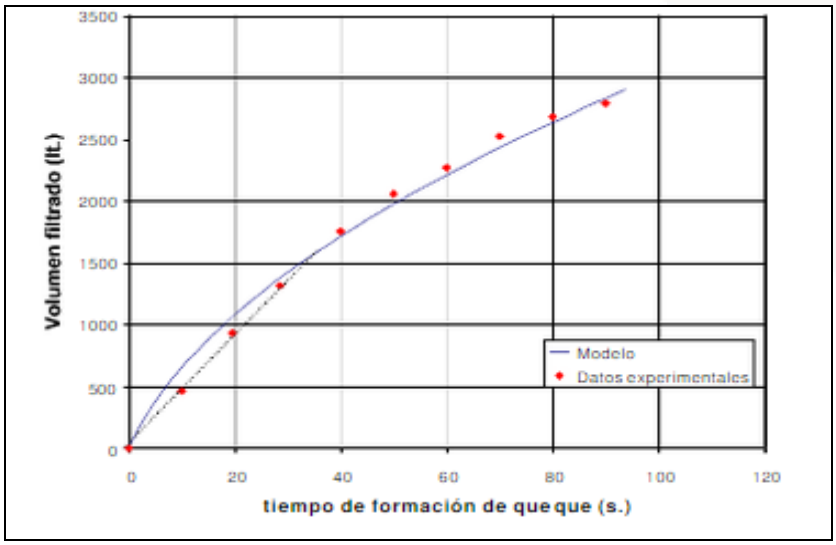

Figura 46

Gráfica de variables de control

El tiempo de secado o soplado del queque producido puede determinarse empíricamente suponiendo que el grosor del queque permanece constante, donde la saturación es igual a uno y disminuye con el tiempo.

- **Parámetros**

Dentro de los valores a monitorear durante la filtración, tenemos:

- **Porosidad ε:** La porosidad del queque está determinada principalmente por el tamaño, distribución de tamaño y disposición de las partículas que forman el empaquetamiento. Para comprender mejor el efecto de estas variables en la porosidad, tomemos el ejemplo del empaquetamiento de esferas. La porosidad de un lecho de esferas de un solo tamaño es independiente del tamaño de las esferas y depende exclusivamente del tipo de empaquetamiento. En la 182 (Wakeman y Tarleton 1999) se muestran valores calculados para la porosidad con diferentes tipos de empaque.

Empaquetamiento	Número de coordinación	Porosidad ε
	3	0.7766
	4	0.6599
	5	0.5969
Cúbico	6	0.4764
	7	0.4388
Orto-rómbico	8	0.3955
	9	0.3866
Tetragonal	10	0.3019
	11	0.2817
Romohedral	12	0.2595

Porosidad con distintos tipos de empaque

- **Permeabilidad K (ε):** Depende de las características estructurales del medio filtrante, ya que está formado por un medio poroso heterogéneo, con poros de diferentes tamaños y geometría, cuya estructura puede causar grandes variaciones en la forma en que se depositan las partículas y grandes variaciones en la distribución del flujo de líquido en la superficie.
- **Compresibilidad del queque σ_e**: En general, los precipitados de metal y otros metales, especialmente cuando no se utiliza floculante en su espesamiento, son materiales incompresibles. Al contrario, los relaves de flotación son siempre floculados antes de espesar. Por esta razón son materiales compresibles.
- **Densidad ρ_f y viscosidad μ_f del filtrado**: Estos parámetros pueden medir desde laboratorio para establecer rangos de valores durante la operación.
- **Densidad ρ_p y viscosidad ϕ_p**: Estos parámetros provienen desde el reconocimiento del mineral que es procesado en la planta.

Actividad N° 4

Operación del Filtro de Precipitado

Introducción a la actividad.

La siguiente actividad consiste en describir la operación del filtro de precipitado utilizado en la cosecha, reconociendo los componentes más importantes del equipo y manteniendo el orden y limpieza del área.

Aprendizaje Esperado que Desarrolla

Reconocer funcionamiento de filtro prensa utilizado, considerando que el producto debe ser retirado para enviarlo al sector de almacenamiento para alimentar el horno de calcinación durante la cosecha de precipitado, de acuerdo a estándares, procedimientos y normativas vigentes.

Estrategia Metodológica para el Instructor

Las estrategias son los procedimientos y/o recursos para promover el aprendizaje a través de actividades.

Recurso Plataforma Web	
Recurso Audiovisual	
Formulación de Preguntas	•
Taller de Trabajo	•
Propuestas de Situaciones Problemáticas	•

Materiales y Recursos

- Guía impresa por participante
- 1 Equipo de filtración por cada cuatro personas
- 4 Papeles para filtración
- 1 Vasos precipitados de 1 l
- 1 Probeta de 1 l
- 1 Jarro para extracción de pulpa
- 1 Agitador mecánico por cada grupo
- 1 Soporte universal
- 1 Recipiente con 10 l de pulpa
- 1 Manguera de presión para red de aire por equipo.

- 1 Cronómetro
- 1 Papelógrafo

Desarrollo de la Actividad

Antes de comenzar el instructor comentará con los alumnos acerca de situaciones donde se realicen procesos de filtración, y se pedirá que todos los participantes den un ejemplo acerca de esta operación como ejemplo la filtración aplicada a preparar café en grano.

A continuación el instructor les explicará cómo deberán realizar la actividad y les entregara una guía escrita de la secuencia de pasos que deben seguir para llevarla a cabo y la leerá en conjunto con todos los participantes para que se aclaren dudas de lo que se debe hacer.

Los elementos de protección personal obligatorios que el participante debe ocupar en el desarrollo de la actividad son los siguientes:

Figura 47 Elementos de protección personal obligatorios

En la tabla siguiente se describen las etapas del taller:

Etapa	Desarrollo	Materiales y recursos
1. Inicio	Los participantes hacen un reconocimiento del trabajo a realizar e inspección del lugar de trabajo	
2. Seguridad	Confección de "Hoja de control de Riesgos", donde cada grupo elabora documento donde reconoce los riesgos de la actividad y establecen la medidas de control para cada riesgo, siendo asistido por el instructor, y luego todos firman estar en conocimiento. Uso de elementos de protección personal.	1 Formato de Hoja de control de Riesgos por grupo.
3. Preparación del agitador y pulpa.	Se coloca balde con pulpa y en su interior se pone el agitador afirmado del soporte universal. Se conecta el agitador y se pone en servicio para mantener la pulpa agitada y se esperan unos 3 minutos obteniendo una pulpa homogénea.	1 Soporte universal 1 Agitador mecánico
4. Armado de Filtro.	Se define un nuevo líder del grupo. Se arma el filtro, colocando primeramente el papel filtro en la base luego se coloca la carcasa del filtro. En la descarga del filtro se coloca vaso precipitado de 1 l.	1 Equipo de filtrado 1 Papel filtro
5. Alimentación de pulpa al filtro.	Del recipiente que tiene la pulpa agitada se sacan 2 litros y se vacían inmediatamente en el filtro	1 Jarro para extracción de pulpa
6. Operación de filtrado.	Se coloca tapa al filtro y se cierra con tornillo, a continuación se conecta manguera con aire a presión	1 Manguera de presión. 1 Cadena de seguridad.

	proveniente de la red al filtro, se toma el tiempo. Se debe medir la presión del manómetro en la tapa del filtro. El Aire se aplica a presión desde que comienza a salir líquido por la descarga hasta que se observan burbujas, se controla el tiempo y se registra hasta que deja de salir líquido, que es cuando se detiene el flujo de aire (cierre de red). Se espera hasta que la presión manométrica del filtro es cero. Se suelta el tornillo de sujeción de la tapa y luego se levanta la carcasa para observa el queque formado. Se mide el volumen de líquido recuperado y se compara con el volumen ingresado. Se mide el espesor del queque.	1 Cronómetro. 1 Probeta de 1l. 1 Pie de metro.
7. Fin de la filtración	Se ordena y limpia el área de trabajo	Paños de limpieza. Papel de limpieza.
8. Repetición	Se vuelve a la etapa de armado de filtro	

En la tercera etapa se entregarán los fundamentos teóricos a los participantes respecto del proceso de separación, destacando la importancia que revisten los resultados de operar en forma correcta los equipos.

Al aplicar el taller los participantes deberán trabajar en grupos de cuatro y se organizarán para que se realice cuatro veces la actividad, y en cada oportunidad todos hallan liderado la tarea obteniendo como resultado un líquido claro y un sólido húmedo de características similares, manteniendo lugar de trabajo limpio y ordenado.

Los participantes deberán dibujar el proceso realizado en un papelógrafo y exponerlo a los demás participantes de los otros grupos, donde se podrán discutir las experiencias.

Cierre

Los participantes habrán identificado los componentes de un equipo de filtración utilizado para tratar una pulpa y mantendrán un área de trabajo limpia y ordenada mediante la descripción de la operación de un filtro.

6. Transporte del precipitado

6.1. Despacho de precipitado

El precipitado obtenido en el filtro prensa es recuperado prolijamente, de manera que sea cargado en las bandejas de recepción, que son colocadas, a continuación, en los rack de almacenamiento transitorio, mientras se liberan a la atmósfera los vapores de los contaminantes presentes en el precipitado. Se debe hacer un recuento de la cantidad de bandejas con precipitado.

6.2. Transporte de precipitado.

La grúa horquilla se encarga de realizar el transporte de precipitado, tomando las bandejas de recepción y trasladándolas hacia el horno de calcinación por la vía de desplazamiento indicado en el diagrama de distribución de áreas de trabajo. En la figura a continuación se grafica con línea segmentada la trayectoria que sigue la grúa horquilla para movilizar las bandejas de precipitado y alimentar al horno de calcinación o retorta:

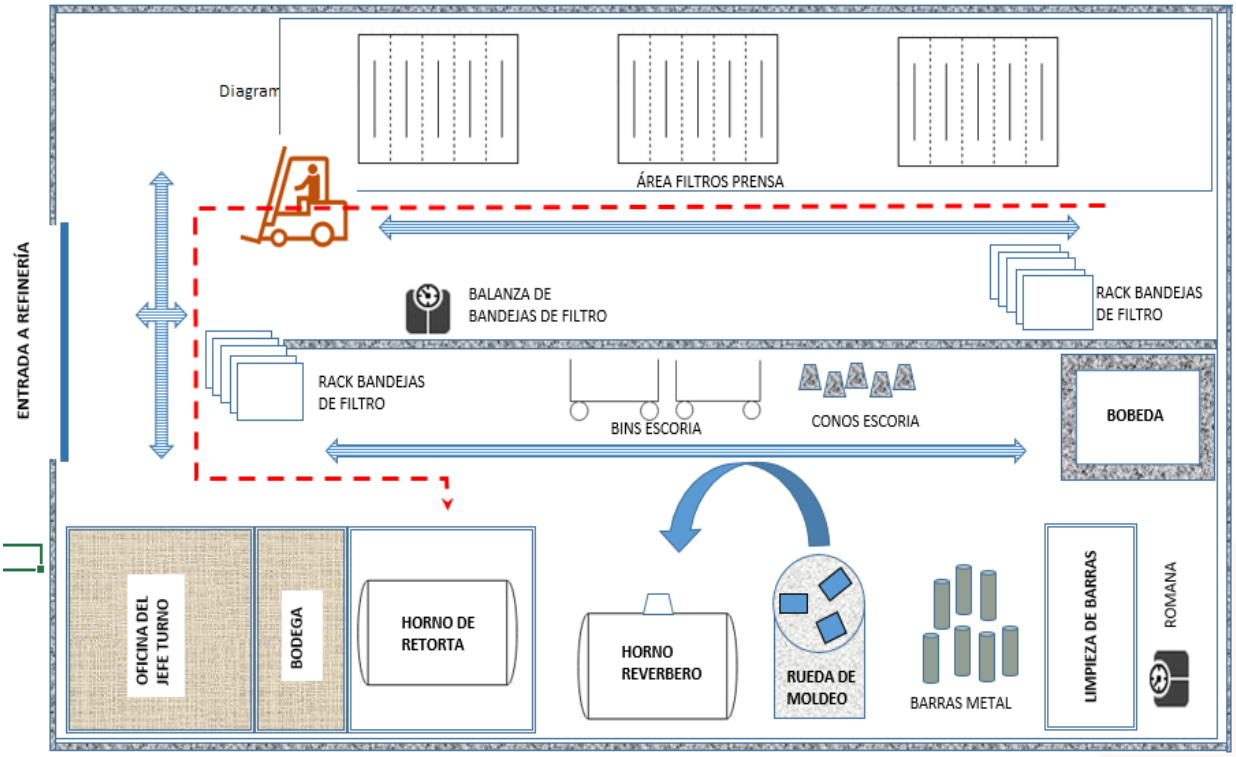

Figura 48 Transporte de precipitado

Consejo Minero
Dirección: Apoquindo 3500, Piso 7, Las Condes, Santiago.
Teléfono: (562) 2347 2200
www.ccm.cl

AngloAmerican

ANTOFAGASTA MINERALS

BARRICK

bhpbilliton
resourcing the future

CODELCO
Orgullo de Todos

COLLAHUASI

FREEPORT-McMoRAN COPPER & GOLD

GLENCORE

KGHM
POLSKA MIEDŹ S.A.

LUMINA
COPPER CHILE

Teck

YAMANAGOLD