



Cuaderno de Evaluación Operador Procesamiento de Molibdeno

Una iniciativa de:



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
Álvaro Catalán C., Consultor de Proyectos

Equipo Codelco División Chuquicamata

Pedro Juan Molinet, Gerente Concentradora
Martón Bravo T., Ejecutivo RRHH Concentradora
Hugo Miranda P., Supervisor Desarrollo de Personas
Jorge Torres S., Ingeniero Jefe de Operaciones
Claudia Blaña D., Ingeniero Jefe MOFI
José Vargas R., Jefe de Turno MOFI
Osvaldo Campos M., Ingeniero Jefe Relave
José Guzmán C., Ingeniero Jefe Senior Mantenimiento Mecánico
Jorge Uribe M., Superintendente Mantenimiento Eléctrico

Equipo Centro de Entrenamiento Industrial y Minero (CEIM)

José Antonio Díaz A., Gerente General
Fernando Villalobos S., Gerente Desarrollo de Competencias
María Arias Z., Directora de Proyecto
Mario Catalán M., Instructor Especialista Proc. Sulfuros
René Cisternas M., Instructor Especialista Proc. Sulfuros
Alex Vergara C., Instructor Senior Mant. Mecánico
Manuel Macías V., Instructor Senior Mant. Mecánico
Jorge Méndez C., Instructor Senior Mant. Eléctrico
Martín Baltazar R., Instructor Senior Mant. Eléctrico
Marcelo González M., Ingeniero Espec. Proc. Concentrado
Julio Arancibia C., Ingeniero Especialista Mant. Eléctrico
Fernando López P., Especialista Mant. Mecánico
Rafaella Sarroca D., Asesor Metodológico
Sebastián Montivero D., Editor Procesamiento Sulfuros
Constanza Escobar G., Editor Mantenimiento Mecánico
Yeliza Garcés A., Editor Mantenimiento Eléctrico
Patricia Cepeda A., Editor Mantenimiento Eléctrico
Melania Ortiz R., Carolina Pastenes P., Coordinadoras Proyecto

Consejo Minero

Dirección: Apoquindo 3500, Piso 7, Las Condes, Santiago.

Teléfono: (562) 2347 2200

www.ccm.cl

Este material ha sido elaborado por el Centro de Entrenamiento Industrial y Minero - CEIM, con la colaboración metodológica de Innovum Fundación Chile, para la División Chuquicamata de Codelco. Esta institución ha dispuesto este material para el desarrollo del capital humano de la industria minera, permitiendo su utilización y distribución por parte del Consejo de Competencias Mineras (CCM) del Consejo Minero.

El siguiente 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 sus contenidos para fines de formación, citando siempre el documento fuente, pudiendo incluso adaptarlo para satisfacer los requerimientos de los participantes. Se prohíbe la reproducción, adaptación o distribución 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 SIN FINES COMERCIALES.
© 2017, Corporación Nacional del Cobre de Chile.

Índice

Introducción	7
Descripción general de la sección 2: Evaluación de Salida	8
Sección 1 Instrumento de Evaluación de Proceso	10
Módulo I: Aislación y Bloqueo	11
Aislación y bloqueo	12
Permiso de trabajo seguro	13
Pruebas de energías residuales	14
Manejo de sustancias peligrosas	15
Secuencia de aislamiento y bloqueo de equipos	16
Módulo II: Técnicas de Muestreo	18
Técnicas de Muestreo	18
Métodos de muestreo	21
Tipos de Muestreo	22
Preparación mecánica de las muestras	24
Análisis Granulométrico	25
Módulo III: Operaciones Proceso de Flotación de Molibdeno	26
Fundamentos del proceso de flotación	27
Consideraciones generales del proceso de flotación Molibdeno	29
Variables y parámetros del proceso de flotación	30
Tipos de celdas	33
15. Circuitos de flotación	36
Reactivos de flotación	38

Módulo IV: Operaciones Remolienda y Clasificación	40
Operación remolienda y clasificación	41
Proceso de remolienda con Molino Vertical	43
Variables de operación del molino vertical.....	44
Clasificación húmeda.....	44
Bombas Centrifugas	45
Módulo V: Operaciones de Espesamiento de Concentrado (Molibdeno).....	49
Fundamentos del proceso de espesamiento	50
Funcionamiento y tipos de espesadores.....	53
Espesador de concentrados	55
Módulo VI: Operaciones Filtrado de Concentrado (Molibdeno).....	62
Funcionamiento de los diferentes tipos de filtros.	66
Variables y Parámetros de operación.	70
Módulo VII: Operaciones Sistema de Secado de Concentrado (Molibdeno)	73
Secado de sólidos	74
Fundamentos de la transferencia de calor	75
Definiciones fundamentales en los procesos de secado	77
Velocidad de secado.....	78
Componentes de una planta de secado.....	79
Alimentación secador rotatorio	79
Equipos para proceso de secado.....	81
Secadores continuos. Secador rotatorio.....	82
Transporte neumático de la descarga del secador	84
Módulo VIII: Operaciones Proceso de Envasado, Carguío y Despacho de Molibdeno	88

Envasado, carguío y despacho de concentrado.....	89
Técnicas operacionales en el manejo de la carga	98
Técnicas de desplazamiento por terrenos disparejos.....	99
Señales normadas para comunicación con señaleros	99
EVALUACIÓN CONDUCTUAL DE PROCESO (*)	102
Sección 2 Instrumento de Evaluación.....	105
Instrucciones para el organismo formador/instructor	106
Instrumentos de Evaluación.....	116
Pautas de Corrección	142
EVALUACIÓN CONDUCTUAL DE SALIDA (**).....	175
Instructivo de apoyo	178
Porcentajes de aprobación y calificación	179

Introducción

La evaluación corresponde a cualquier situación, recurso, procedimiento o instrumento que se utilice para obtener información sobre la marcha del proceso de formación. Permite conocer las competencias que fueron adquiridas por los participantes y que a futuro son las que le servirán en el mundo del trabajo.

El documento tiene una estructura similar al cuaderno del instructor, es decir, la misma división de módulos y contenidos.

Al interior de cada módulo el instructor encontrará un set de preguntas y sus respectivas respuestas.

Se sugiere realizar evaluaciones parciales de cada uno de los módulos consignados en el Cuaderno del Instructor. Para tal efecto se recomienda seleccionar algunas preguntas para realizar los test y construir una pauta de evaluación para esto.

Se recomienda preparar a los participantes antes de la evaluación final del programa y mediante el trabajo en las distintas sesiones, dar respuesta a las inquietudes que surjan durante el proceso de formación.

Cabe señalar que las actividades prácticas sugeridas en el Cuaderno del Instructor pueden ser utilizadas como evaluaciones de proceso de los contenidos vistos en cada módulo. Para el óptimo desarrollo de las actividades, el participante cuenta con un cuaderno de actividades, que posterior a su realización, serán verificadas y firmadas por el instructor y podrán ser parte del portafolio de evidencias de cada participante.

Descripción general de la sección 2: Evaluación de Salida

El Instrumento de Evaluación de Salida, tiene por objetivo proveer de todos los elementos necesarios para evaluar los aprendizajes esperados al finalizar el programa Operación Proceso de Molibdeno N3, diseñado en base a las competencias Operador Proceso de Flotación N3, Operador Proceso de Remolienda y Clasificación N3, Operador Proceso de Espesamiento de Concentrado N3, Operador Proceso de Filtración N3, Operador Proceso de Secado de Concentrado N3, Operador Proceso de Envasado, Carguío y Despacho de Concentrado Molibdeno N3 y, Trabajar con seguridad.

Esta herramienta se organiza en 4 partes, que son:

1) Instrucciones para el organismo formador/instructor:

- Corresponde a la ficha descriptiva de la situación evaluativa.
- Incluye: aspectos a evaluar, metodología, equipamiento, disposición del espacio de evaluación, entre otros elementos importantes al momento de evaluar.

2) Instrumentos de evaluación:

- De conocimiento: Corresponde a una prueba de aplicación individual, escrita, que incluye ítems de preguntas abiertas (breves y extensas), preguntas cerradas (de reconocimiento y selección múltiple)
- De habilidad: Corresponde a un caso práctico con las instrucciones necesarias para la ejecución de un proceso técnico, de acuerdo a los criterios de evaluación de salida del programa
- De actitud: Corresponde a una lista de chequeo de las principales actitudes conductuales del participante, demostradas durante el todo el proceso de formación. Este instrumento debiera ser completado por el instructor en al menos dos ocasiones: durante el proceso de desarrollo del programa y al final del proceso, al aplicar la evaluación de salida. Una vez completado deberá retroalimentar al participante señalándole sus áreas de mejora.

3) Pautas de corrección:

- De conocimiento: Incluye las respuestas correctas a las preguntas abiertas, breves y extensas, así como también de las preguntas cerradas de reconocimiento y selección múltiple.

- De habilidad: Incluye los criterios de revisión de los procesos ejecutados; listas de chequeo, escalas de apreciación y/o rúbricas, según corresponda.
- De actitud: Incluye la lista de observación de los aspectos conductuales a evaluar y los criterios que se deben asignar a cada aspecto.

4) Porcentaje de aprobación

- Corresponde a los porcentajes de aprobación de cada instrumento, que permite obtener las calificaciones de cada prueba y su ponderación en una calificación final.

Sección 1 Instrumento de Evaluación de Proceso

Módulo I: Aislación y Bloqueo

Aislación y bloqueo

1. ¿Quién bautizo a la electricidad con el nombre que actualmente conocemos?

El sabio griego Thales de Mileto.

2. ¿Quién invento el pararrayos?

El científico Benjamín Franklin.

3. ¿Qué consecuencias trajo el hecho de que las personas se beneficiaran, investigaran y tecnificaran el uso de la electricidad?

Asumieron muchos riesgos pues desconocían verdaderamente el peligro que envolvía y mediante la prueba y error sucedieron muchos accidentes.

4. ¿Que define el marco regulatorio del artículo 1 del decreto 132?

- a) Proteger la vida e integridad física de las personas que se desempeñan en dicha Industria y de aquellas que bajo circunstancias específicas y definidas están ligadas a ella.
- b) Proteger las instalaciones e infraestructura que hacen posible las operaciones mineras, y por ende, la continuidad de sus procesos.

5. ¿Qué artículo del DS132, señala que previamente a efectuar una mantención y o reparación de maquinarias y/o equipos, deben colocarse los dispositivos de bloqueos y advertencia?

Artículo 52.

6. ¿Qué se define como aislamiento?

Es la acción de dejar sin energías un equipo o instalación, antes de que este sea bloqueado para ser intervenido en forma segura.

7. ¿Qué se define como bloqueo?

Es la acción de asegurar el aislamiento, con un dispositivo propio al equipo o anexo a éste, con el objetivo de que las energías de operación y/o residuales no puedan liberarse fuera del control del personal que efectúa la revisión, mantención y/o reparación del equipo o instalación.

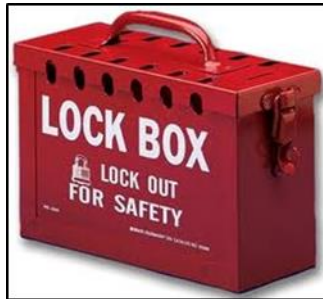
8. ¿De qué elementos está compuesto el bloqueo?

Candado, cadenas, cuñas, u otros dispositivos auxiliares que ayuden a asegurar el aislamiento, más tenaza y tarjeta.

9. ¿Qué sistemas deben aplicar el procedimiento de bloqueo?

Son todos aquellos que utilicen cualquier forma de energía como eléctricas, mecánicas, hidráulicas, neumáticas, químicas, radiantes, residuales, gravitacional, radiactivas, gases, fluidos bajo presión y térmicas.

10. ¿A qué elemento corresponde la siguiente figura?



Canastillo de bloqueo múltiple.

11. Indique los tipos de candados y tarjetas utilizados en los procedimientos de bloqueo.

Candado y tarjeta Departamental, candado y tarjeta personal.

15. ¿Los dispositivos principales para un bloque personal son?

Candado personal, tarjeta y tenazas.

12. ¿La persona que debe retirar los dispositivos de bloqueo es?

- a) Cualquier persona.
- b) El supervisor.
- c) El gerente.
- d) La misma persona que los instalo.

Permiso de trabajo seguro

13. A qué se le denomina permiso de trabajo seguro

Documento firmado y emitido por el jefe de Turno, o quién lo reemplace de un Área, Sección o Departamento, mediante el cual se autoriza la ejecución de un trabajo o actividad en áreas clasificadas como restringidas o actividades potencialmente peligrosas y, que por tanto, sólo podrán ejecutarse si cumplen con todos los requisitos y medidas de seguridad, prevención y control de riesgos y ambientales, aplicables a la actividad y bajo estricta supervisión y control.

14. A qué se le denomina recinto o espacio confinado.

Cualquier ubicación o área con un determinado medio de escape o salida, el cual puede acumular contaminantes tóxicos o inflamables, o tener una atmósfera con deficiencia de oxígeno. Los recintos confinados incluyen ductos de ventilación, alcantarillados, túneles, cañerías y espacios abiertos que tengan más de 1,20 metros de profundidad, tales como: excavaciones, hoyos, tubos, contenedores, fosos de bombas, bóvedas, estanques y recipientes.

15. A qué se le denomina trabajo en caliente.

Cualquiera operación en la cual el calor generado es de suficiente intensidad y magnitud para causar la ignición de gases/vapores inflamables o combustibles y proyección de partículas calientes, con peligro de incendio, explosión u otros incidentes con lesiones y daños. Trabajos “en caliente” incluyen: soldaduras, oxicorte, esmerilado o trabajos de corte por abrasión, limpieza con chorro de arena, picar concreto y otras operaciones que generan o desprenden chispas, rebabas y escorias calientes.

16. Nombre 5 trabajos que requieren permiso de trabajo seguro

1. Trabajos de intervención de instalaciones y equipos eléctricos.
2. Trabajos en espacios confinados
3. Trabajos con sustancias peligrosas
4. Trabajos en caliente con peligro de incendio, explosión o incidentes con lesión o daño.
5. Trabajos de levante con grúa – izamientos críticos.

17. Por cuanto tiempo dura la vigencia del permiso de trabajo seguro

La duración o vigencia del PTS será especificada por escrito en el registro Permiso de Trabajo Seguro por el jefe de turno del área, sección, etc., sujeto a un máximo de ocho (8) horas, pero podrá extenderse a mayor tiempo si el trabajo es continuo o si hay cambios significativos de las condiciones que lo generaron debiendo, en todo caso, registrarse el nombre y firma de la supervisión responsable entrante y saliente de los respectivos turnos.

Para transferir un nuevo Permiso de Trabajo Seguro, se debe obtener la firma del supervisor de turno entrante, que es la persona que lo autoriza.

Pruebas de energías residuales

18. ¿A qué se le denomina energía de operación?

Utilizada para la operación normal del equipo y que se aíslan con el accionamiento de elementos de maniobra claramente definidos y señalizados.

19. ¿Cuáles son las energías que están dentro de la clasificación de “Energías Residuales”?

Las energías eléctricas, mecánicas, hidráulicas, neumáticas, químicas, térmicas y radiantes, las cuales hay que identificar y controlar, efectivamente, durante el proceso de bloqueo.

20. ¿De cuantos pasos cuenta el procedimiento de pruebas de energías potenciales y residuales?

Seis pasos.

21. ¿A qué se le denomina “Prueba de energía cero”?

Condición que permite asegurar por personal calificado y autorizado, que están aisladas todas las energías principales y residuales, dentro de la zona de influencia de una máquina, equipo o instalación.

22. ¿Qué es importante recordar en el control de energía cero?

Antes de iniciar el trabajo, se deberán examinar y liberar las energías (residuales y potenciales) de todos los mecanismos con posible energía almacenada, provenientes de fuentes de vapor, circuitos hidráulicos y neumáticos, resortes comprimidos, cargas suspendida, condensadores e inductancias, fuentes radiactivas, elementos y compuestos reactivos, y todo otro elemento que pudiera poner en peligro la integridad del personal que trabaja en el área.

Manejo de sustancias peligrosas

23. ¿Qué entiende por productos o sustancias peligrosas?

Según la Norma Chilena 382, oficial del año 89, una sustancia peligrosa es aquella que, por su naturaleza produce o puede producir daños momentáneos o permanentes a la salud humana, animal o vegetal y a elementos materiales tales como instalaciones, maquinarias, edificios, etc.

24. ¿Cuántas clases tiene la norma chilena para clasificar las sustancia peligrosas?

Nueve clases.

25. ¿Cuáles son los criterios que definen la peligrosidad de las sustancias o residuos peligrosos?

Los criterios que definen la peligrosidad son la inflamabilidad, corrosividad, reactividad, toxicidad, infecciosidad y radiactividad.

26. ¿Qué indica cada color en el rombo de la NFPA?

Color Rojo: Inflamabilidad.

Azul: Riesgos para la salud.

Amarillo: Reactividad.

Blanco: Características especiales.

27. ¿Por qué es importante el manejo básico en el almacenamiento de las sustancias peligrosas?

Es muy importante saber que los reactivos no deben guardarse al azar, pues algunos de ellos son incompatibles y al entrar en contacto pueden generar graves accidentes. De manera general, dos reactivos son incompatibles si reaccionan violentamente, desprenden calor apreciablemente o producen productos inflamables o tóxicos.

Secuencia de aislamiento y bloqueo de equipos

28. ¿Qué factores hay que considerar en la entrega de un equipo?

El housekeeping del área, desbloqueo del sistema y recepción del equipo.

29. ¿Para qué ámbitos, el orden y el aseo son factores importantes?

Para la salud, la seguridad, la calidad de los productos y en general para la eficiencia del sistema productivo.

30. ¿Cuáles son los logros que son el resultado de la aplicación del orden y aseo?

- Salud y eficiencia personal.
- Seguridad y eficiencia del sistema productivo.
- Reducción de los costos.
- Conservación del medio ambiente.

31. Cada vez que se termine un trabajo, hay que como mínimo:

- Ejecutar una buena limpieza el área de trabajo, eliminando los desechos y residuos industriales de acuerdo a la clasificación de incidentes ambientales.
- Recolectar y devolver las herramientas y equipos a su lugar de almacenaje.
- Recolectar y clasificar en contenedores adecuados los residuos peligrosos generados y de acuerdo a normativa.
- Limpiar y ordenar todo el lugar.

32. Cuando se termine la actividad y antes de la entrega del equipo, se debe realizar:

- Retiro de bloqueos.
- Coordinar con operaciones y eléctricos el retiro de bloqueos.
- Proceder a entregar el equipo a operaciones para realizar las pruebas y continuar con el desarrollo del proceso.
- Notificar a sala de control o a quien corresponda, que el trabajo ha concluido y el equipo se encuentra en condiciones para operar.

Módulo II: Técnicas de Muestreo

Técnicas de Muestreo

33. ¿Qué pasa con las características físicas y químicas de los minerales, cuando estos ingresan al proceso productivo?

Se modifican, de modo de alcanzar los objetivos que se persiguen.

34. ¿A qué se le denominan muestras?

Pequeñas porciones de mineral sólido, líquido o mezclas de ambos de cada línea de flujo, que se separan sistemáticamente y acumulan en el tiempo.

35. ¿Qué representa una muestra?

Al total de la masa que estaba involucrada en el flujo en cuestión.

36. Como se le llama a la combinación de varias muestras.

Compósito.

37. Mencione un propósito del muestreo de minerales.

Control de proceso de las distintas etapas de la operación de una planta de procesamiento.

38. ¿Qué parámetros podemos seguir con el muestreo?

Humedad, distribución de tamaño de partículas, gravedad específica, porcentaje de un cierto componente, etc.

39. ¿Cuál es el objetivo más importante del muestreo?

El objetivo es que la muestra sea representativa, es decir, contenga todos los componentes en la misma proporción en que éstos existen en el material original.

40. De la pregunta anterior, ¿Cómo podríamos definir entonces al muestreo de mineral?

Una labor de Control de calidad, que permite conocer "que está pasando en el proceso", o la "calidad final de productos, subproductos o productos intermedios".

41. ¿Qué es lo que dificulta la representatividad de una muestra tomada en una pulpa de concentrado?

Lo que dificulta la representatividad es que los sólidos raramente se mezclan perfectamente.

42. Para evitar lo anterior, ¿qué instrumentos debemos aplicar para tomar una muestra en pulpas de concentrado?

Muestreadores automáticos o manuales.

43. Nombre dos ejemplos de muestreadores manuales para pulpas de concentrado.

Cortador de flujo de pulpa, Muestreador de fondos de estanques.

44. ¿Qué se minimiza cuando se aplica el muestro con cortadores de muestras automático?

Se minimizan variables en la alimentación de flujos tales como segregación por tamaño durante el carguío, sedimentación de partículas en una pulpa debido a cambios de velocidad, cambios de presión, etc.

45. ¿Cuándo la muestra se vuelve representativa en el muestreo con cortadores automáticos?

Cuando el cortador se mueve a través del flujo a intervalos regulares, el incremento de muestra obtenido es considerado representativo del flujo al momento de ser tomada la muestra.

46. ¿Por qué es necesario llevar un control de la densidad de la pulpa?

Para obtener una mayor eficiencia de los equipos de proceso en la planta.

47. Cuáles son los elementos necesarios para medir la densidad de una pulpa.

Balanza de densidad y el balde metálico.

48. Indique los pasos para la comprobación del cero en la balanza de pulpa.

- Usando un dedo y el pulgar, tape los orificios en la parte superior del balde. Llene el balde con agua.
- Suspenda el balde desde el gancho en la balanza de densidad y permita que el exceso de agua drene por los orificios.
- Cuando el agua haya dejado de fluir por los orificios, limpie suavemente la parte inferior del balde sin derramar nada de su contenido.
- Si la escala exterior (denominada peso específico de pulpa) no lee 1, corrija con el dispositivo de ajuste de la balanza (normalmente un gran tornillo en la parte inferior de la balanza) para que dé la lectura de 1 deseada. Haga esta revisión al comienzo de cada turno.

49. Enumere los pasos para el procedimiento de medición de la densidad de la pulpa de concentrados.

1. Introduzca el balde muestreador limpio en la corriente de pulpa a ser medida o, si es posible, obtenga la muestra de un cortador de muestras. Al tomar muestras en el extremo de una línea

provista de válvula, permita que la línea drene al menos durante 10 segundos antes de cortar la muestra.

2. Tome una muestra de la corriente usando un cortador de muestras más pequeño (menos volumen) que el balde muestreador. No permita que el cortador de muestras rebalse.

3. Vacíe completamente el cortador de muestras dentro del balde muestreador.

4. Repita si es necesario, pero no llene el balde muestreador más allá de los dos orificios.

5. Limpie o lave el exceso de arena o agua desde el exterior del balde sin derramar el contenido.

6. Lea la densidad (en porcentaje de sólidos) del círculo apropiado de la balanza, de acuerdo con el peso específico de los sólidos.

7. Después de obtener la lectura, vacíe y limpie el balde.

8. Registre la lectura de densidad en el informe del operador de turno.

50. ¿Qué característica particular en los sólidos, obliga a diseñar la toma de muestras?

La heterogeneidad.

47. En las siguientes figuras, complete la línea con la forma correcta e incorrecta de tomar una muestra en una cintra transportadora.



Toma de muestra correcta



Toma de muestra incorrecta

51. ¿Qué método se recomienda para muestrear material particulado estático?

Se recomienda llevar a cabo la toma de muestra con sondas metálicas que permitan obtener una muestra de secciones en vertical u horizontal, para compensar la posible heterogeneidad de la muestra.

Métodos de muestreo

52. Indique cuantos métodos de muestreo existen.

Dos, manual y automático.

53. Indique cuatro elementos para el muestreo manual.

Cucharones, tubos de presión reducida, sondas.

54. Respecto a la pala de muestreo JIS, se fabrican con diferentes dimensiones debido a:

Tamaño máximo de partículas de un lote.

55. Que otros aspectos se debe considerar al elegir una sonda de muestreo.

- Largo.
- Material de construcción.
- Ángulo de penetración.

56. Explique el método de muestreo automático.

En estos métodos, las muestras de material son tomadas cuando éste está en movimiento, en el punto cuando se produce la descarga por caída libre, realizando un corte transversal al flujo.

57. Qué factores afectan la representatividad en el muestreo automático.

- Frecuencia de corte de la muestra.
- Técnica empleada para obtener la muestra.
- Condiciones de resguardo frente a la contaminación.

Tipos de Muestreo

58. ¿Que considera el muestreo al azar?

Considera que todas las unidades que componen el material (sólido, líquido y pulpas) a estudiar, tiene la misma probabilidad de ser tomadas como incremento de la muestra que represente el material.

59. ¿Qué ventajas presenta el muestreo al azar?

Son su economía y la rapidez con que se lleva a cabo.

60. ¿Cuándo se aplica el muestreo al azar?

Cuando hay poca información del material en observación, cuando el material sea muy homogéneo o cuando se controla productos manufacturados y únicamente basta resultados no muy exactos.

61. Señale el inconveniente que tiene el muestreo al azar.

El inconveniente principal es la dificultad de conseguir que todos los componentes estén verdaderamente representados cuando toman pequeñas porciones, particularmente si el tamaño de las partículas no es uniforme.

62. El muestreo sistemático:

- a) En este tipo de muestreo los incrementos son recolectados a intervalos regulares en términos de masa, tiempo y espacio no definidos.
- b) En este tipo de muestreo los incrementos son recolectados a intervalos irregulares en términos de masa, tiempo y espacio definido de antemano.
- c) En este tipo de muestreo los incrementos son recolectados a intervalos regulares en términos de masa, tiempo y espacio definido de antemano.
- d) Ninguna de las anteriores.

63. ¿De qué parte consta un muestreador automático de correas?

De un aparato de muestreo primario o cortador y un sistema para transportar el material colectado hasta un lugar conveniente para la trituración y una división adicional de muestra.

64. ¿Cuál es el nombre del muestreador que se utiliza para muestrear corrientes de mineral en una cinta transportadora?

Muestreador Vezin.

65. ¿Qué nombre recibe el muestreador automático en las pulpas de concentrado?

Válvulas de disco con movimiento horizontal.

66. ¿En qué consiste el muestreo Estratificado?

Es una importante extensión del muestreo sistemático que involucra la división de un lote en grupo.

67. Mencione dos ejemplos de muestreo estratificado.

- El muestreo de materiales transportados en un gran número de vagones o contenedores que se movilizan a diferentes horas y que deben ser considerados en el mismo lote. Es una buena práctica aprovechar la estratificación inherente y muestrear la carga de cada vagón o contenedor en forma proporcional a su peso.
- En el caso de muestreo de tambores con líquido más sedimento, el método más preciso a emplear es el esquema de estratificación, se muestrean las dos fases en proporción de sus pesos.

Preparación mecánica de las muestras

68. Indique dos métodos reducidos de muestras.

- Métodos de división manual.
- Método de división por riffle.

69. ¿En qué consiste el método de conos y cuarteo?

Este es un antiguo método usado para dividir pequeñas cantidades de material, caracterizado por su simplicidad y no requerir equipos especiales. Consiste en construir, previa homogenización un cono con el material y luego aplastarlo formando una torta circular. Esta torta se divide en cuatro partes iguales, cortándola a través de su centro, seleccionándose dos fracciones opuestas y descartándose las otras dos.

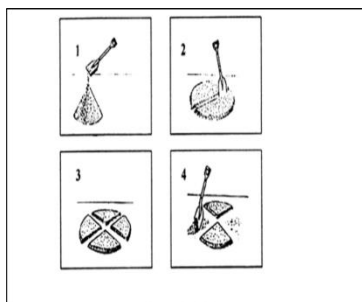
Las fracciones escogidas pueden ser otra vez sometidas a cono y cuarteo, y así continuar hasta que se obtiene una muestra del tamaño requerido. El método es muy dependiente de la habilidad del operador, por lo que en general no debiera usarse para un muestreo exacto.

70. ¿En qué consiste el método de división por incrementos?

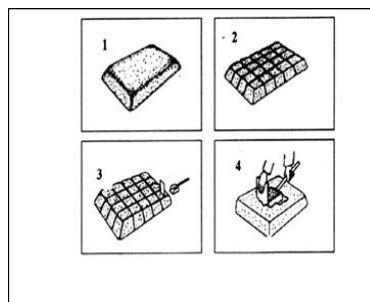
El método consiste en mezclar bien la muestra y esparcirla en una superficie plana, dando una forma rectangular con espesor uniforme que depende del tamaño máximo de las partículas. El rectángulo se divide en partes iguales, a lo largo y ancho, de manera de tener por lo menos unas 20 partes.

Usando una pala adecuada según el tamaño de las partículas, se extrae una palada llena (incremento) desde cada parte en que se dividió el rectángulo. El punto extracción de los incrementos debe ser cada vez seleccionada al azar y la pala debe penetrar hasta el fondo de la capa de la muestra. La extracción debe de realizarse con la ayuda de una placa que evite el deslizamiento del mineral. Los incrementos deben juntarse y mezclarse para formar la muestra.

71. De las siguientes figuras, complete la línea con el tipo de método de división de muestras pertenece.



Método de cono y cuarteo



Método de división por incrementos.

72. Defina que es un muestreador de Riffle.

El rifle es un aparato que se utiliza para la división de muestra. Los rifles se identifican por números, y se seleccionan de acuerdo al tamaño de partículas de la muestra a dividir.

Análisis Granulométrico

73. ¿Cómo se llaman los elementos para realizar el análisis granulométrico a una muestra de mineral?

Se llaman Tamices.

74. ¿Qué función cumple el Ro-Tap?

El Ro-Tap proporciona a las partículas dentro de los tamices un movimiento rotativo excéntrico horizontal mediante una manilla colocada en la parte superior del equipo, se aplica a los tamices un golpe seco, para proporcionar a las partículas un movimiento vertical.

75. De la siguiente tabla de análisis granulométrico, complete los valores de retenido acumulado. (Realice los cálculos en la misma hoja).

Malla	Retenido parcial	Retenido acumulado
#10	215,6	425,9
#20	210,3	636,2
#30	80,5	716,7

Malla	Retenido parcial	Retenido acumulado
#10	215,6	425,9
#20	210,3	636,2
#30	80,5	716,7

Módulo III: Operaciones Proceso de Flotación de Molibdeno

Fundamentos del proceso de flotación

76. ¿Cómo se realiza la recuperación de molibdenita a partir de la extracción de minerales de cobre?

Por medio de una flotación colectiva de sulfuros, seguida de una flotación diferencial y una etapa de purificación del concentrado. Obteniéndose un concentrado final, con una ley de molibdenita, que oscila entre el 90 y 97 %.

77 Mencione algunas de las propiedades de las cuales dependen las técnicas de separación de los minerales de la ganga

- Gravedad específica
- Susceptibilidad magnética
- Características ópticas
- Propiedades superficiales o interfaciales

78 ¿Cuál es la importancia de la Flotación como alternativa de proceso para concentrar minerales?

La flotación es importante debido a que hace posible la explotación económica de yacimientos de baja ley además permite reducir por lo menos en diez (10) veces las leyes de mina mínimas a tratar en forma económica; subir las leyes de los concentrados; disminuir las pérdidas en colas y relaves; reducir los costos, y aumentar la recuperación.

79. Explique brevemente en qué consiste el proceso de flotación

Consiste en aprovechar la diferencia entre las propiedades superficiales o interfaciales del mineral (que es la especie de valor) y la ganga. Lo que permite la adhesión de algunos sólidos a burbujas de gas (usualmente aire) generadas en la pulpa por algún medio externo, en la celda de flotación.

Las burbujas de aire transportan los sólidos a la superficie, donde son recolectados y recuperados como concentrado. La fracción que no se adhiere a las burbujas permanece en la pulpa y constituye las colas o relave.

80 ¿Cuál es el tamaño adecuado del mineral a flotar con el cual se logra un conveniente grado de liberación? Fundamente su respuesta

Se logra un adecuado grado de liberación moliendo a tamaños cercanos a 100 μm : partículas de mayor tamaño se sueltan de las burbujas portadoras, por su mayor peso; en tanto que las partículas muy finas no tienen el suficiente impulso para producir un encuentro efectivo partícula burbuja.

81. ¿Qué es un colector?

Agente tensoactivo, que se agrega a la pulpa y tiene la propiedad de adsorberse selectivamente en la superficie de un mineral y lo transforma en hidrofóbico. Las burbujas de aire se adhieren preferentemente sobre estas superficies atrapando las partículas

82. ¿Qué es un espumante?

Agente tensoactivo que se adiciona a la pulpa con el objetivo de estabilizar la espuma, en la cual se encuentra el mineral de interés.

83. ¿Qué son los modificadores?

Los modificadores pueden ser activadores, depresores o modificadores de pH, se usan para intensificar o reducir la acción de colectores en la superficie mineral.

84. ¿Cómo se puede definir el proceso de flotación?

Se puede definir como: “Método de concentración, que consiste en la separación selectiva de especies minerales de acuerdo con sus propiedades superficiales de adhesión a burbujas de gas (principalmente aire).

85. Defina los conceptos hidrófobo e hidrófilo

Hidrófobo: Elemento o compuesto que no tiene afinidad con el agua, repele su presencia.

Hidrófilo: elemento o compuesto que tiene afinidad con el agua y entra fácilmente en contacto con ella.

86. Defina los conceptos: aerófono y aerófilo

Aerófono: Elemento o compuesto que no tiene afinidad con el aire y lo repele o reacciona violentamente.

Aerófilo: Elemento o compuesto que tiene afinidad con el aire y se une establemente sin reaccionar violentamente.

Consideraciones generales del proceso de flotación Molibdeno

87. ¿Qué entiende usted por tensión superficial?

En una superficie líquida en contacto con la atmósfera, la tensión superficial se manifiesta como una “piel” aparente sobre la superficie, que resistirá cargas pequeñas. La tensión superficial, es la fuerza en la superficie líquida, normal a una línea de longitud unitaria trazada en la superficie.
 $\sigma = (\text{fuerza}/\text{longitud unitaria}).$

88. ¿Qué son los agentes tenso-activos (surfactantes)?

Son sustancias que influyen por medio de la tensión superficial en la superficie de contacto entre dos fases (p.ej., dos líquidos insolubles uno en otro). Cuando se utilizan en la tecnología doméstica se denominan emulsionantes; esto es, sustancias que permiten conseguir o mantener una emulsión. Estas sustancias que disminuyen la tensión superficial de un líquido o la acción entre dos líquidos.

89. Defina pH

El pH representa el grado de acidez o alcalinidad de una solución líquida y se mide de acuerdo a una escala que va de 0 a 14, tomando como valor neutral en la escala el número 7.

90. Defina propiedades superficiales

Característica físico-química definida de cada elemento o compuesto y que es responsable del comportamiento de ese material en un determinado medio líquido.

91. Defina mezclas homogéneas y mezclas heterogéneas

Mezclas Homogéneas: Es una mezcla de dos elementos o compuestos que al unirse forman una sola fase que no hace diferencia entre una u otra especie.

Mezclas Heterogéneas: Es una mezcla de dos elementos o compuestos que al unirse forman dos fases inmiscibles una en otra. Su separación es simple con un método físico.

92. Defina Densidad

Es la razón de su masa por unidad de volumen. De acuerdo al Sistema Internacional, la unidad de ρ es (kg/m³).

93. Defina agente depresor

Es un reactivo químico que provoca la separación total de los elementos afectando sus propiedades superficiales como de hidrófobo a hidrofílico o viceversa.

Variables y parámetros del proceso de flotación

94. ¿En qué consiste la flotación selectiva o diferencial de molibdenita?

La flotación selectiva o diferencial de molibdenita consiste en inhibir o depresar selectivamente la flotación de los sulfuros de Cu y Fe, sin alterar la flotabilidad natural de la molibdenita. Para esto se requiere de un reactivo químico capaz de destruir el recubrimiento de colector sobre los sulfuros de Cu y Fe.

95. Existen 2 alternativas para la recuperación de molibdenita mediante flotación. Explíquelas

1. En forma directa como mineral de interés principal en cuyo caso los reactivos utilizados son de exclusiva selectividad para la molibdenita.
2. En minerales de cobre pórfidos en el cual se encuentra presente el Molibdeno, en cuyo caso, luego de una flotación colectiva, en la cual se obtiene un concentrado de Cu-Mo, se pasa a un proceso de separación de los dos compuestos por flotación selectiva o diferencial.

96. Nombre al menos 4 variables que influyen en el proceso de flotación

- Granulometría (Grado de liberación).
- Tipo y dosificación de reactivos.
- Densidad de pulpa o porcentaje de sólidos en flotación.
- Tiempo de residencia.
- Calidad del agua.
- pH
- Acondicionamiento de la pulpa
- Aireación
- Temperatura
- Nivel de pulpa

97. Explique la importancia de la granulometría (grado de liberación) del mineral en la recuperación

Existe un tamaño de partícula que presenta una mayor recuperación, observándose una disminución de ésta para tamaños más gruesos y más finos que este tamaño óptimo.

La disminución de recuperación para tamaños gruesos se justifica con el aumento de masa de las partículas, y la disminución para tamaños pequeños se relaciona con la dificultad de adhesión debido a que éstas no adquieren suficiente energía cinética para producir un

agregado partícula-burbuja estable. Además, las partículas pequeñas son arrastradas más fácilmente a la fase espuma, ya que el drenaje de la pulpa es favorecido con el incremento de la velocidad de sedimentación.

De esta manera, el tamaño de partícula es la variable sobre la cual se debe poner más énfasis en su control, debido a su efecto sobre la recuperación, y por la alta incidencia en los costos de operación del proceso global, que ella tiene.

98. Explique la importancia del control de la densidad de pulpa o porcentaje de sólidos en la flotación

El porcentaje de sólidos viene determinado desde la etapa de molienda-clasificación, de modo que esta última etapa opere en forma óptima. Es un factor importante, ya que existe un valor óptimo para el proceso, y porque afecta el tiempo de residencia del mineral en el circuito y, de esta forma, la capacidad del mismo.

99. Explique cómo se determina y cómo influye el tiempo de residencia en el proceso de flotación

El tiempo óptimo de cada etapa se determina aplicando los criterios de pruebas cinéticas de flotación y este depende de las características del material a flotar, y de la conjugación de todos los demás factores que inciden en el proceso.

Un mineral se puede caracterizar por su cinética de flotación y en forma más particular por su constante específica de velocidad, en otras palabras para obtener una recuperación deseada es necesario proporcionarle al mineral el tiempo de flotación adecuado.

La recuperación de agua y mineral aumentan cuando aumenta el tiempo de residencia.

100. Explique la importancia del control de pH en la flotación de molibdeno

El pH es la variable de control más utilizada en el proceso de flotación, por un lado para obtener óptimas recuperaciones de una especie mineralógica, y para depresar otras que puedan interferir en los procesos posteriores de tratamiento.

Mientras más bajo es el pH mejor es la flotación de Mo, pero por razones ambientales y de seguridad industrial, normalmente se trabaja a pH 8.0 – 8.5. A estos pH's se produce algo de desprendimiento de gas sulfhídrico (H_2S (g)), pero no constituye una condición de riesgo para las personas.

Mucho mejores resultados en la flotación de molibdenita se consiguen a pH más bajos, como por ejemplo, a pH 6.0 - 6.5.

101. Explique cómo influye en el proceso de flotación el acondicionamiento de la pulpa

El acondicionamiento es una etapa clave, donde los reactivos de flotación para actuar requieren de un cierto tiempo de acondicionamiento para estar en contacto con la pulpa y de esa forma poder actuar en forma eficiente sobre las especies útiles de la mena. Así, la etapa de acondicionamiento adquiere mucha importancia, ya que algunos reactivos se deben adicionar en la etapa de molienda para tener mayor contacto con la mena, mientras que otros se adicionan directamente al cajón de descarga de los molinos de bolas o a un estanque acondicionador que alimenta directamente al circuito primario o rougher.

102. Explique la importancia de la aireación

La aireación es muy importante, porque sirve para la formación de las burbujas que se necesita en las celdas y para agitar la pulpa dentro de la celda.

Si se ingresa demasiado aire, se produce un exceso de agitación, lo que provoca que la espuma se reviente antes de rebosar o rebosen con pulpa, arrastrando ganga. Si es todo lo contrario, es decir se ingresa poco aire, la columna de espuma es muy baja e insuficiente para recuperar el elemento valioso, los que se pierden en la cola o relave.

La generación y características de las burbujas es una consecuencia de la cantidad de aire que ingresa a la celda.

103. Indique como se clasifican las celdas de flotación según el tipo de aireación

Celdas auto aireadas, en la cual el aire de la atmósfera es succionado por el tubo donde se aloja el eje del rotor, aprovechando el vacío que se genera.

Celdas con aire forzado, las cuales reciben el aire desde un soplador o compresor.

104. Indique la importancia del nivel de pulpa en el proceso de flotación

El nivel de pulpa debe asegurar el rebalse continuo de la espuma cargada hacia la canaleta de concentrado, de forma que las partículas valiosas no se pierdan por coalescencia de burbujas.

La altura de espuma en la flotación rougher puede comprender entre 8 – 10 pulg (20-25 cm) y en scavenger se aplican alturas de espumas de aproximadamente 8 pulg (20 cm).

Esta variable está relacionada con la profundidad de la pulpa y la profundidad de la espuma en la celda. Debe ser controlada para evitar arrastres en ambas fases.

Tipos de celdas

105. Indique los tipos de celdas de flotación existentes

- Celda de flotación mecánica
- Celda de flotación columnar
- Celda de flotación neumática

106 Mencione las cuatro zonas que se generan por la acción de mezclado del rotor y del dispersor en la celda de flotación mecánica

- Zona de circulación de pulpa
- Zona de mezcla de aire y pulpa
- Zona de separación
- Zona de espuma

107. Mencione las zonas de agitación en una celda de flotación mecánica

- Una zona de alta turbulencia, a nivel del mecanismo de agitación.
- Una zona intermedia.
- Una zona superior.

108. Defina las 3 zonas de agitación en una celda de flotación mecánica

Zona de alta turbulencia o zona de agitación: se producen los choques para la adhesión partícula burbuja. En esta zona deben existir las condiciones hidrodinámicas y fisicoquímicas que favorezcan este contacto.

Zona intermedia: se caracteriza por ser una zona de relativa calma, lo que favorece la migración de las burbujas hacia la parte superior de la celda.

Zona superior corresponde a la fase espuma, está formada por burbujas separadas por finos canales de pulpa. La pulpa descarga por rebalse natural, o con la ayuda de paletas mecánicas.

109. ¿Cuáles son las funciones más importantes de las celdas de flotación?

Mantener todas las partículas, aún las más gruesas o las más densas, en suspensión dentro de la pulpa. Para conseguir lo anterior, la pulpa debe ser mezclada o sometida a circulación dentro de la celda a altas velocidades, de modo de superar las velocidades de sedimentación de las partículas más gruesas.

La aireación, que involucra la diseminación de finas burbujas de aire dentro de toda la celda.

Promover la colisión entre las partículas de mineral y las burbujas de aire, con la finalidad de permitir la adhesión selectiva y el transporte de las partículas de mineral deseado en la columna de espuma.

Mantener la pulpa en condiciones de quietud, inmediatamente debajo de la columna de espuma. Las celdas se diseñan de modo de prevenir la turbulencia en las cercanías de la espuma, puesto que produce una pérdida de estabilidad de la espuma y baja la recuperación.

Proveer un eficiente transporte de la pulpa alimentada a la celda y de la salida del concentrado y del relave desde el circuito.

Proveer un mecanismo de control de: la profundidad de la pulpa y la profundidad de la columna de la espuma; la aireación de la celda e idealmente del grado de agitación de la pulpa.

110 En cuantas zonas se divide una celda columnar

- La zona de colección también conocida como zona de recuperación.
- La zona de limpieza sobre la interface (también conocida como zona de espuma).

112. indique los 3 aspectos de diseño que diferencian las columnas de flotación de las celdas mecánicas:

- El agua de lavado (adicionada al tope de la columna).
- La ausencia de agitación mecánica.
- El sistema de generación de burbujas de aire.

113. Describa como opera una celda de flotación columnar

La alimentación es distribuida cerca de la parte superior de la columna de flotación y a medida que desciende a través de la columna, se contacta con burbujas de aire finamente dispersas que ascienden desde el fondo. Las burbujas de aire ascendentes atraen y atrapan el mineral

que está flotando. Las partículas de ganga sedimentan en el fondo y se descargan a través de las tuberías de colas.

Una capa de espuma de 50 a 75 cm de altura, se forma en la parte superior de la columna y rebalsa hacia la canaleta colectora de concentrado. El agua de lavado se distribuye sobre la espuma. Los principales parámetros de operación en una columna son altura de espuma, flujo y distribución del agua de lavado, flujo y distribución de aire.

114 señale las ventajas de las celdas de flotación columnar sobre las celdas de flotación mecánica

- Ocupan menos área y su costo de mantenimiento y de operación son menores.
- Debido a que no hay partes móviles que entren en contacto con la pulpa, la falta de agitación produce condiciones de trabajo de flotación que aumentan la selectividad y recuperación de partículas finas.
- Los resultados metalúrgicos obtenidos han demostrado ser mejores que los equipos de flotación convencional
- Una etapa de flotación en columna puede remplazar a dos etapas de limpieza convencional y de re-limpieza.

115. Explique la función del agua de lavado

Primero, el agua de lavado saca las partículas de ganga débilmente atraídas o atrapadas simplemente por las burbujas. Luego, el agua de lavado desplaza el agua que acarrea la ganga que ingresó en la columna. Esta agua está sucia, es decir, acarrea partículas de ganga muy fina. Con tasas de flujo de agua de lavado suficientemente altas, ésta desplaza al agua sucia a medida que va fluyendo hacia abajo, en contra corriente con la capa de espuma.

116. Describa porque es importante el control del colchón de espuma

Para lograr el objetivo de limpiar el concentrado, es importante mantener una altura de espuma apropiada. Si la espuma es muy alta, todas las burbujas se rompen antes que alcancen la superficie de la columna, obteniéndose una baja recuperación de mineral de cobre. Para que la columna sea totalmente efectiva, la profundidad de la espuma debe mantenerse dentro del rango entregado por los metalurgistas, con el mínimo de variabilidad.

117. indique las variables operacionales más importantes en una columna de flotación

- Flujo de aire.
- Agua de lavado.

- Altura de la espuma.
- Tiempo de residencia de la pulpa.
- Porcentaje de sólidos en la alimentación.

118. señale como opera una celda neumática

Son máquinas que no tiene impulsor mecánica, la pulpa es agitada por aire comprimido. Estas celdas originalmente son tanques rectangulares con tuberías de difusión de aire instalado en el fondo de la celda. Estas celdas funcionan con sistemas de flujos en contracorriente; se tiene un flujo ascendente de burbujas generales en forma continua, desde el fondo descendente de partículas sólidas en la pulpa.

15. Circuitos de flotación

119. Nombre las etapas más importantes en un circuito de flotación

- Circuito rougher o primario
- Circuito cleaner o de limpieza
- Circuito cleaner-scavenger o de limpieza-barrido
- Circuito recleaner o segunda limpieza

120. Mencione las 2 etapas principales en la extracción de molibdeno

Flotación colectiva de Cu-Mo: en circuitos de flotación destinados a recuperar la mayor cantidad de cobre, pero además a esto concentrados finales producidos tienen una alta composición de Mo.

Flotación selectiva de Mo, compuesta por un circuito propio de flotación que busca aumentar la concentración de Mo.

121. Explique la etapa primaria o flotación rougher en un circuito de recuperación de molibdeno

En ella se logra separar el molibdeno del cobre y otras impurezas por la adición de altas concentraciones de un depresante. Al circuito rougher llega el concentrado final de la flotación colectiva de Cu-Mo proveniente del proceso de flotación de cobre, y en algunas oportunidades, concentrados de la etapa scavenger o colas de la etapa cleaner. Las colas de la etapa rougher son colas finales del proceso que contienen un alto porcentaje de cobre.

122. Explique la etapa de barrido o flotación scavenger en un circuito de recuperación de molibdeno

La etapa scavenger o de barrido tiene como objetivo aumentar la recuperación de las especies útiles desde las colas de la etapa rougher o cleaner. Producen colas finales del proceso y un concentrado de baja ley que puede juntarse a la alimentación del proceso de flotación, o a una etapa de remolienda y su posterior tratamiento.

123. Explique la etapa de limpieza o flotación cleaner en un circuito de recuperación de molibdeno

Los circuitos cleaner o de limpieza, junto a los circuitos recleaner, tienen como objetivo aumentar la ley de los concentrados rougher de Mo, dado que la etapa cleaner es selectiva, normalmente el concentrado rougher es sometido a una etapa de remolienda previa, para alcanzar la mayor liberación posible de las especies útiles antes de alimentarse al circuito cleaner.

124. Explique los objetivos de una etapa de remolienda de concentrados en la recuperación del molibdeno

Objetivo Primario: Moler las partículas para liberar el mineral. Esto es particularmente importante para las partículas conocidas como medianas, que son partículas no liberadas que contienen mezclas de mineral de hierro, molibdeno y ganga. La molienda fina muele la mayoría de las partículas medianas y separa o libera las partículas con minerales de molibdeno.

Objetivo Secundario: Exponer las superficies frescas de las partículas portadoras de molibdeno para hacerlas más afines con los reactivos de flotación.

125. ¿Qué entiende por Recuperación metalúrgica (R_m)?

Se define como el porcentaje de materia útil del mineral que es transferido, por las operaciones de concentración desde la alimentación del proceso al concentrado. En otras palabras es la razón entre la masa del material útil obtenido en el concentrado y la masa del material útil en la alimentación. Se expresa:

$$\%R = \frac{Cc}{Ff} * 100$$

126. ¿Qué entiende por Recuperación en peso?

Es la razón entre la masa del concentrado y la masa de la alimentación, y se define como el porcentaje de la razón del peso del concentrado y el peso de la alimentación. Se expresa:

$$\%RP = \frac{C}{F} * 100 \%$$

127. ¿Qué entiende por razón de concentración?

Es la razón entre la masa de alimentación y la masa de concentrado. En términos prácticos, se refiere a las toneladas de mineral necesarias para obtener una tonelada de concentrado. Se expresa como K o Rc .

$$K = \frac{F}{C}$$

128. ¿Qué entiende por Razón de enriquecimiento (Re)?

Es la razón entre la ley del componente deseado en el concentrado y la ley del mismo componente en la alimentación. Se expresa:

$$RE = \frac{c}{f}$$

129. ¿Cuál es la Importancia del sulfhidrato de sodio como depresor?

En la flotación de cobre-molibdeno logra depresión de los sulfuros de Cu y Fe.

Reactivos de flotación

130. ¿Cuál es la dosis optima del reactivo depresor (NaSH) y como se adiciona?

La dosis de NaSH típicamente debe estar entre 3.5-4.5 Kg/ton. Es preferible un tiempo de acondicionamiento corto, pues la acción del NaSH sobre el recubrimiento de colector es rápida. El reactivo en solución se puede agregar en el cajón distribuidor, o directamente en el cajón de alimentación al circuito rougher. Normalmente, se requiere una segunda adición de NaSH en un cajón intermedio del circuito rougher, para mantener en la pulpa una concentración del depresante que evite la reactivación de la flotación de Cu.

131. ¿Cómo se realiza el Control de la dosificación del reactivo depresor?

Por métodos electroquímicos, es decir, utilizando la técnica potenciométrica, midiendo el potencial de un electrodo de Pt (potencial redox); o el potencial de un electrodo Ag/AgS específico al ión HS⁻.

En el caso del Na₂S el potencial requerido es de -500 a -800 mV (Ag/AgCl)

132. Indique la importancia de utilizar un colector no-polar para la molibdenita

Debido a que la flotabilidad natural no es suficiente. Se debe agregar diesel oil o kerosene, en dosis del orden de 200-300 g/ton, con el propósito de mejorar la su flotabilidad.

133. ¿Cuál es el mayor riesgo existente en la manipulación de los reactivos de flotación?

Una de los mayores riesgos en la flotación de molibdeno es la utilización de NaSH que en medio ácido el gas sulfhídrico que constituye un alto riesgo para operación del sistema por ello el control del pH y el potencial redox del sistema es vital en estas operaciones para evitar el desprendimiento de gas sulfhídrico (H₂S (g)), a pH menores a 8.0

Otro riesgo importante en la manipulación de NaSH es su facilidad para formar H₂S en medio ácido que aparte de tener un olor a huevo podrido, es un gas altamente explosivo si tiene al alcance una fuente de calor o chispa. Es de especial cuidado los derrames y/o fugas del reactivo que al contacto con el oxígeno del aire forma sales estables que pueden ser explosivas por los residuos de H₂S que están mezclados con las sales formadas.



Operación remolienda y clasificación

134. ¿Cuáles son los objetivos del proceso de remolienda?

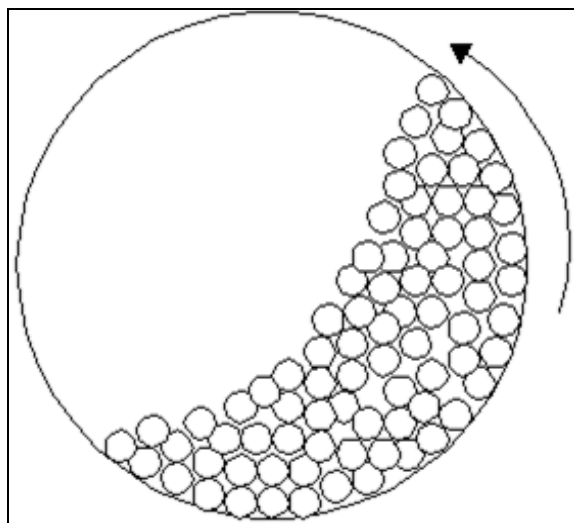
Objetivo Primario: Moler las partículas para liberar el mineral. La remolienda tiene como objetivo liberar las partículas a una granulometría cercana a 10 micrones. Esta liberación se realiza sobre los concentrados de cobre, que aún mantienen partículas no liberadas.

Objetivo Secundario: Exponer las superficies frescas de las partículas portadoras de cobre para hacerlas más afines con los reactivos de flotación. El tamaño promedio de partícula de alimentación al circuito de remolienda es del 80% menor a 90 a 110 μm . El tamaño promedio de partícula del producto del circuito de remolienda es de 80% menor que 40 a 50 μm .

135 ¿Cuáles son los mecanismos de reducción de la remolienda?

- Atricción
- Abrasión.

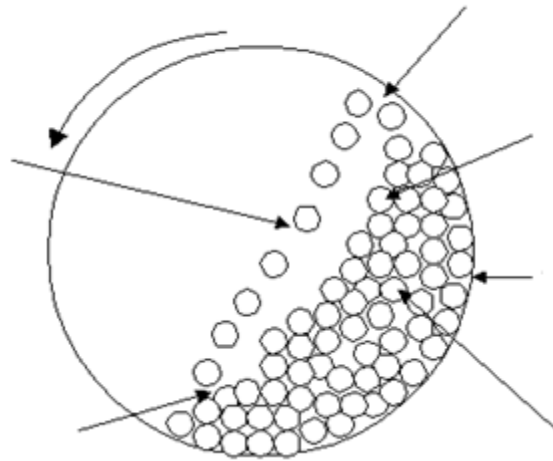
136. La figura muestra el movimiento de los medios de molienda. Descríbalo



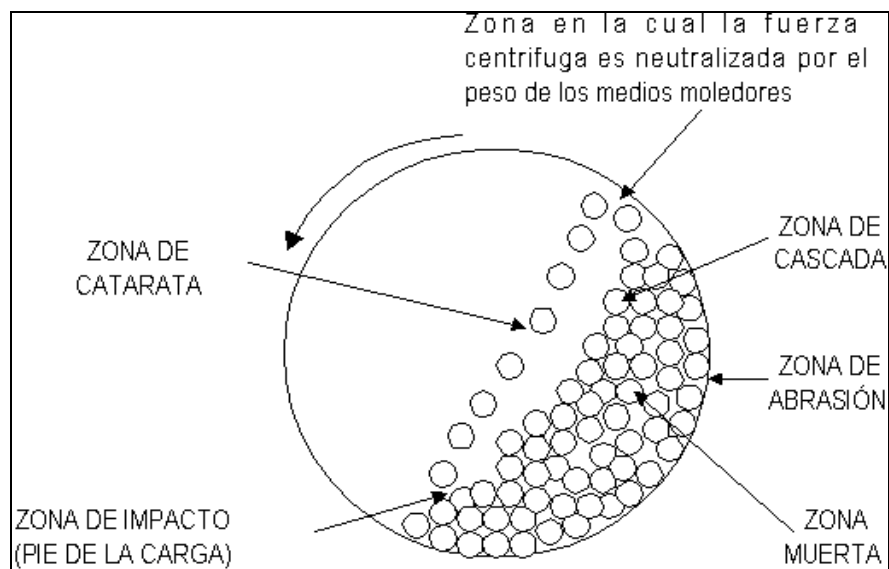
Debido a la rotación y roce existente, los medios de molienda se elevan hasta alcanzar una altura máxima desde la cual caen. La carga dentro del molino presenta una superficie inclinada en cuyo punto más alto caen los medios de molienda hasta el punto más bajo desde donde vuelven a ascender.

Con el movimiento, la carga se expande, permitiendo que la pulpa (partículas finas más agua) penetre entre los medios moledores. La serie de impactos entre los medios de molienda a medida que caen rodando, es el método principal de transmitir compresión a las partículas.

137. Complete la figura con las distintas zonas de molienda



Respuesta:



138. Nombre al menos 3 de las variables operaciones del molino

- Potencia y presión de levante molino
- Presión de Alimentación en los hidrociclones
- Nivel cajón descarga molino remolienda
- Densidad de alimentación a los hidrociclones de remolienda

139. ¿Qué es la velocidad crítica de un molino?

La velocidad crítica de un molino, es la mínima velocidad a la cual la carga centrífuga y se mantiene pegada a las corazas del molino. El valor de la velocidad crítica puede hacerse mediante un balance de fuerzas entre el peso de las bolas y la fuerza centrífuga ejercida por la rotación del molino.

140. Describa los efectos de llegar a una velocidad crítica dentro del molino

- Además de fricción se produce impacto por cascada.
- Impacto por catarata.
- La gravedad se iguala a la fuerza centrífuga.

141. ¿Cuál es la finalidad de la lubricación del molino de bolas?

Evitar el contacto de metal a metal, que traería como consecuencia la formación de limaduras metálicas y finalmente la ruptura de los descansos o fundir valiosas piezas del molino causando graves pérdidas en el equipo y por ende la producción y esta es una de las razones por la cual se lubrica también constantemente el piñón y la corona que son los engranajes dentados de la transmisión del molino.

Proceso de remolienda con Molino Vertical

142. Describa las características y componentes de un molino vertical

Un molino vertical de remolienda consiste de un cilindro vertical (el cuerpo del molino) equipado con un tornillo sin fin. Un motor eléctrico de velocidad constante impulsa el tornillo sin fin. Un reductor de velocidad conectado al motor reduce la velocidad del eje del tornillo sin fin hasta aproximadamente 32 rpm. La parte inferior del cuerpo del molino tiene revestimientos magnéticos, los cuales atraen y retienen las bolas de molienda en la superficie del revestimiento, evitando de esta manera que se desgaste el armazón.

143. Nombre las tres partes operacionales esenciales del molino vertical

- Cilindro o cuerpo principal.
- Cajón repartidor y bomba de recirculación.
- Revestimientos.

144. Describa el principio de operación del molino vertical

Las bolas de molienda, con un diámetro igual a 1,5 pulg, se cargan por la parte superior del molino y se distribuyen por sí mismas en la parte inferior del tornillo sin fin. El molino debe estar lleno de agua, y nunca debe ser puesto en funcionamiento sin un mínimo de 600 milímetros (2 pies) de bolas.

El flujo másico de pulpa ingresa el molino por un tubo ubicado en la parte superior del molino. Las partículas más pesadas (más gruesas) en la pulpa circulan hacia abajo a través del molino, pasando por los medios de molienda en el tornillo sin fin en movimiento. Esto resulta en una acción de molienda continua, hasta que la pulpa se descargue por la parte superior del molino y circule hacia el depósito de separación.

El estanque de recirculación, ubicado en la descarga del molino de remolienda, tiene dos cámaras. Un Conjunto de válvulas de dardo operadas eléctricamente controla el flujo de pulpa desde la cámara superior del estanque hacia la cámara inferior. El producto del circuito del molino de remolienda fluye desde la lumbrera de sobre flujo ubicado en la parte superior del estanque separador, sobre el nivel de la válvula de dardo, dentro del cajón de bombas de alimentación de hidrociclones de remolienda y nuevamente es bombeado a los hidrociclones para su clasificación granulométrica.

145. Describa en qué consiste el sistema de lubricación del molino vertical

El sistema de lubricación del molino consiste de una bomba de lubricación, un disipador de calor del agua/aceite de lubricación, y un filtro de aceite de lubricación.

Variables de operación del molino vertical.

146. Nombre las variables de operación de un molino vertical

- Sistema de alimentación al molino
- Potencia del motor
- Nivel de llenado de bolas y mineral
- Carga de bolas

Clasificación húmeda

147. ¿Cuál es el objetivo del uso de hidrociclones?

El hidrociclón como clasificador su función es de separar la alimentación en dos productos, overflow y underflow. El primero conteniendo todas las partículas de diámetro menor que cierto diámetro de corte y el segundo con todas las partículas de diámetros mayores ha dicho diámetro. Este tamaño o diámetro de separación o diámetro de corte se designan por d_{50} .

148. Describa las características y funcionamiento de un hidrociclón

El hidrociclón es un estanque cilindro-cónico, con una alimentación tangencial en la parte superior. Posee dos salidas, una situada en el centro y en lo alto de la parte cilíndrica sobre el vórtex y una en el extremo inferior del cono bajo el ápex. La entrada tangencial produce un movimiento de vórtice en tres dimensiones. Las trayectorias son hacia abajo para las partículas gruesas que se ubican cerca de las paredes, y hacia arriba para las partículas finas que se ubican cerca del eje. Es decir existen dos vórtices concéntricos actuando simultáneamente y con direcciones opuestas. De acuerdo a este esquema, existe una superficie donde la velocidad

vertical se hace cero y cambia de dirección.

Las partículas en suspensión están afectas a la acción de dos fuerzas opuestas: una fuerza de arrastre hidrodinámica dirigida radialmente hacia adentro y una fuerza centrífuga dirigida radialmente hacia afuera.

149. Nombre los tipos de hidrociclones que existen

Existen 2 tipos:

- Cónicos: Dentro de este grupo se incluirán de cono pronunciado y los de cono tendido.
- Cilíndricos: Este segundo grupo recogería los cilíndricos de fondo plano y descarga periférica, y los cilíndricos con descarga central.

150. ¿Cuáles son las variables de operación de un hidrociclón?

- Variables de diseño
- Parámetros del material
- Variables de operación
- Perturbaciones

151. Describa las variables de operación de un hidrociclón

Variables de entrada:

- Flujo de alimentación
- Concentración
- Presión de alimentación

Variables de salida:

- Granulometría del rebose
- Proporción de agua que aparece en la descarga

Bombas Centrifugas

152. Describa las características y funcionamiento de una bomba centrífuga

Las bombas centrífugas, también denominadas rotativas, tienen un rotor de paletas giratorio sumergido en el líquido. El líquido entra en la bomba cerca del eje del rotor, y las paletas lo arrastran hacia sus extremos a alta presión.

El rotor también proporciona al líquido una velocidad relativamente alta que puede transformarse en presión en una parte estacionaria de la bomba, conocida como difusor. En bombas de alta presión pueden emplearse varios rotores en serie, y los difusores posteriores a cada rotor pueden contener aletas de guía para reducir poco a poco la velocidad del líquido.

En las bombas de baja presión, el difusor suele ser un canal en espiral cuya superficie transversal aumenta de forma gradual para reducir la velocidad.

153. ¿Cuáles son los componentes de una bomba centrífuga?

- Una tubería de aspiración
- El impulsor o rodete
- La voluta
- Una tubería de impulsión

154. describa el procedimiento de puesta en marcha de una bomba

- Ceba la bomba si existe alguna posibilidad de que ésta se haya vaciado mientras estaba cerrada.
- En las bombas enfriadas por fluido proveniente de una fuente externa, las válvulas de sello deben abrirse antes de arrancar la bomba. Si los sellos o los empaques de la bomba son enfriados por el fluido bombeado, las válvulas de sello se deben cerrar hasta que la bomba sea arrancada.
- La válvula de succión debe abrirse completamente.
- En el caso de algunas bombas, particularmente las de bajas velocidades, la válvula de descarga debe abrirse antes de arrancar la bomba. Verifique el método de la planta o el manual del operador.
- Después de arrancar la bomba, abra inmediatamente todas las válvulas de sello que estén cerradas.
- Si existe una válvula de purga encima de la carcasa, deje escapar el aire hasta que no haya más burbujas.
- Si la válvula de descarga está cerrada, ábrala lentamente en los diez segundos posteriores al arranque.
- Vea el manómetro de descarga para estar absolutamente seguro de que el líquido está fluyendo a través de las bombas.
- Es posible que, en un principio, la bomba emita un sonido áspero. Si ese ruido continúa es probable que la caja tenga aire. Pare la bomba y vuélvala a cebar. Si el ruido persiste, es posible que haya fugas de aire o carga de succión neta positiva, insuficiente

155. Describa como realizar la detención programada de una bomba

- Cierre la válvula de descarga para proteger la bomba del flujo en reversa y de la contrapresión excesiva. No debe permitirse que la bomba opere con la válvula de descarga cerrada durante más de un tiempo mínimo. La bomba debe detenerse tan pronto como se cierre la válvula de descarga.
- Si los empaques o sellos son lubricados externamente, la lubricación no se debe detener antes de que la bomba se apague.
- Apague la bomba
- Cierre la válvula de succión cuando la bomba vaya a permanecer apagada durante cierto tiempo.
- Drene la bomba si existe alguna posibilidad de congelamiento.

156. ¿Cuáles son las fallas más comunes en una bomba centrífuga?

- La bomba no desarrolla ninguna presión y no genera flujo.
- La bomba genera alguna presión pero no bombea líquido
- La bomba desarrolla menos flujo que el esperado
- La bomba consume mucha potencia
- La bomba no trabaja bien aunque todo parece bien en la bomba o sistema
- La bomba trabaja bien al comienzo pero su desempeño se deteriora en un corto tiempo
- La bomba vibra
- Los rodamientos duran pocos

157. Nombre los componentes de la energía de un fluido

- Cinético: es la energía debida a la velocidad que posea el fluido.
- Potencial gravitacional: es la energía debido a la altitud que un fluido posea.
- Energía de flujo: es la energía que un fluido contiene debido a la presión que posee.

158. Defina flujo laminar

Es aquel fluido donde la trayectoria de las partículas se efectúa a lo largo de un sistema o conducto formando líneas o láminas de corriente paralelas, no existe un mezclado microscópico de las capas de fluido adyacentes.

159. Defina velocidad crítica del fluido

Es aquella velocidad por debajo de la cual toda turbulencia es amortiguadora por la acción de la viscosidad del fluido, la experiencia demuestra que un límite superior para régimen laminar, es también conocido como flujo transitorio.

160. Defina flujo turbulento

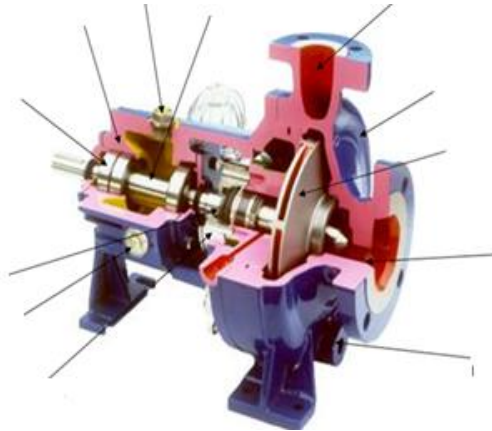
La estructura del flujo en un régimen turbulento se caracterizan por los movimientos tridimensionales, aleatorios, de las partículas de fluido, supuesto al promedio, es decir, se denomina flujo turbulento cuando las trayectorias de las partículas fluidas se cruzan y entre cruzan continuamente sin guardar ningún orden.

161. ¿Qué entiende por cavitación?

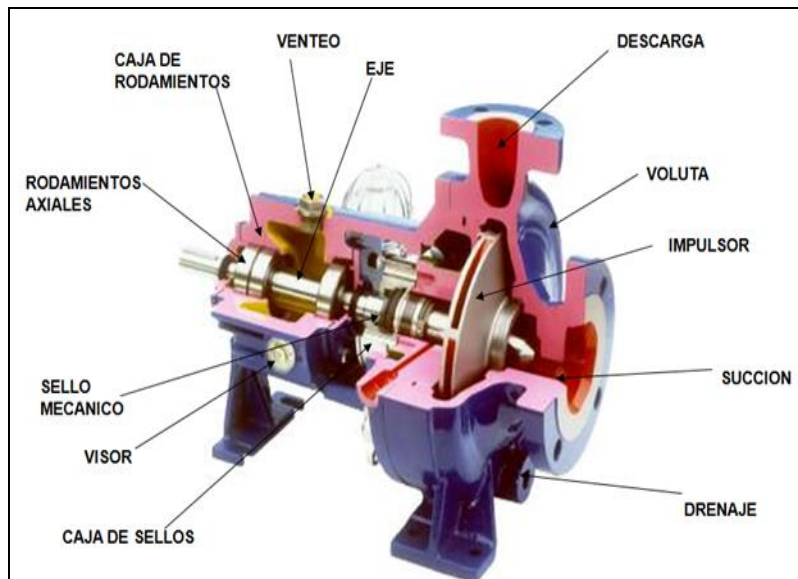
La cavitación es un fenómeno termodinámico según el cual el agua cambia de estado al reducirse la presión por debajo de un límite: la tensión de vapor del líquido.

Este fenómeno es inherente al líquido y puede aparecer en bombas, válvulas, codos, etc., y en general en cualquier punto o situación en la que se supere la condición límite anteriormente expresado. El problema de la cavitación no está en las burbujas de vapor generadas por la disminución de presión, sino en la implosión de las mismas cuando la presión se recupera y se supera la tensión de vapor.

162. Complete la figura con los componentes de una bomba centrífuga



Respuesta





Fundamentos del proceso de espesamiento

163. ¿Cuál es el objetivo del proceso de espesamiento?

Aumentar la concentración de sólidos de la pulpa de la corriente de alimentación, mientras que en la clarificación retirar los sólidos de la corriente de alimentación.

164 ¿Cuál es la importancia del proceso de espesamiento?

Es importante debido a que los productos de flotación se encuentran mezclados con agua y una vez obtenido el concentrado y el relave, o la solución y el residuo, es necesario separar los sólidos del fluido, de manera que el producto contenga una mínima cantidad de líquido para reducir el consumo de combustible en el proceso de secado o en el costo de transporte. Mientras más eficiente es cada una de estas etapas, mejor será el rendimiento económico de la empresa.

165. ¿Cuál es la forma de medir la eficiencia del proceso de espesamiento?

Se mide a través del porcentaje de sólido logrado en la descarga, el que debe ser el máximo posible. Es decir, la “humedad residual” debe ser mínima.

166. Defina sedimentación

La sedimentación es la remoción de partículas sólidas que se encuentran suspendidas en un líquido, mediante decantación gravitacional. Estas partículas deberán tener un peso específico mayor que el fluido. Cuando se produce sedimentación de una suspensión de partículas, el resultado final será siempre un fluido clarificado y una suspensión más concentrada

167. Defina espesaje y clarificación

Espesaje: operación de separar, mediante el mecanismo de sedimentación, parte del agua, de modo de obtener por una parte, una pulpa de mayor concentración de sólidos en la descarga (underflow) y por la otra, un flujo de agua clara.

Clarificación (decantación): a la operación de eliminar todo tipo de partículas, sedimentos del agua.

168 ¿Qué entiende por velocidad de sedimentación?

Velocidad de sedimentación se denomina cuando una partícula sólida, aislada, en un fluido de menor densidad, tiende a caer aumentando su velocidad hasta llegar a una velocidad de equilibrio entre las fuerzas de gravedad y las fuerzas de resistencia del fluido.

169. ¿Cómo se expresa la velocidad de sedimentación?

La velocidad de sedimentación es función del diámetro de la partícula que sedimenta (d), del peso específico relativo entre el sólido y el fluido (s), y la viscosidad del fluido (μ). Si W representa la velocidad de sedimentación, entonces:

$$W = W(d, s, \mu)$$

170. ¿Cuáles son los tipos de régimen de sedimentación de las partículas sólidas?

Régimen laminar o estratificado

Régimen turbulento o con estelas de remolinos.

171. Mencione los tipos de sedimentación de las partículas en función de sus características

Sedimentación de partículas discretas

Sedimentación de partículas floculentas

Sedimentación de partículas por caída libre e interferida.

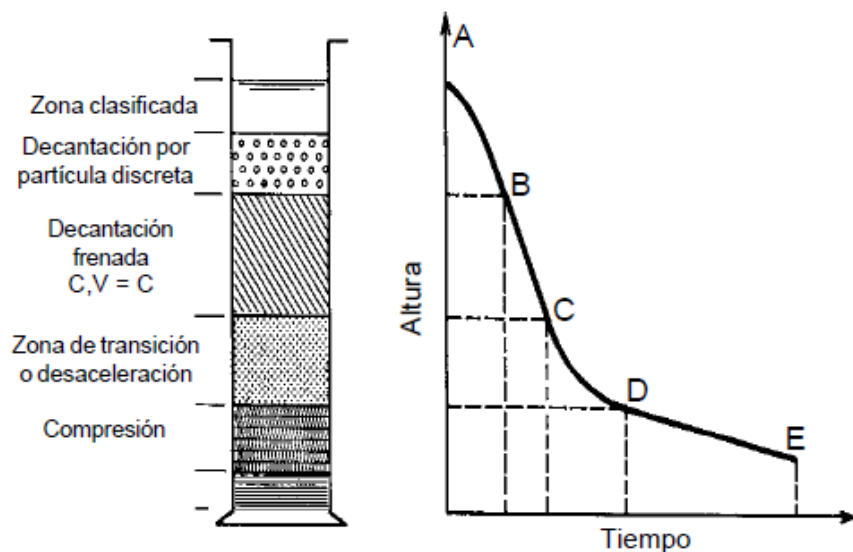
172. Coloque sobre la línea, delante de cada descripción el número del término de la columna A, que se asocia correctamente con la definición de la columna B

	Columna A		Columna B
1	Sedimentación de partículas discretas	<u>3</u>	Cuando existe una baja concentración de partículas en el agua, éstas se depositan sin interferir. En cambio, cuando hay altas concentraciones de partículas, se producen colisiones que las mantienen en una posición fija y ocurre un depósito masivo en lugar de individual. Este tipo de sedimentación se presenta en los concentradores de lodos de las unidades de decantación con manto de lodos.
2	Sedimentación de partículas floculentas	<u>1</u>	Este tipo de partículas y esta forma de sedimentación se presentan en los desarenadores, en los sedimentadores y en los presedimentadores como paso previo a la coagulación en las plantas de filtración rápida y también en sedimentadores como paso previo a la filtración lenta.
3	Sedimentación por caída libre e interferida	<u>2</u>	Este tipo de sedimentación se presenta en la clarificación de aguas, como proceso intermedio entre la coagulación-floculación y la filtración rápida.

173. ¿De qué depende la velocidad de sedimentación de suspensiones floculentas?

Depende de las características de las suspensiones, así como de las características hidráulicas de los sedimentadores y de la presentación de procesos concomitantes: floculación por diferencia de velocidades de sedimentación de los flóculos, influencia de turbulencia y variación de gradientes de velocidad.

174. En la figura se muestran las distintas zonas que se presentan en una decantación por caída interferida. Describa cada una de estas zonas



Zona A-B. La superficie de separación es muy definida. Esta es una fase de coalescencia de los flóculos seguida de una zona muy pequeña de decantación libre (en la mayoría de casos, esta primera zona no se produce).

Zona B-C. Tiene una pendiente rectilínea. Corresponde a una velocidad de caída constante definida únicamente por el tipo de floculación y la concentración de las partículas. Al incrementarse la concentración inicial de las partículas disminuye la velocidad. A esta zona se la denomina **decantación frenada**.

Zona C-D. En esta zona se produce la disminución progresiva de la velocidad de caída. Se denomina **zona de desaceleración o transición**.

Zona D-E. En esta zona los flóculos se tocan y ejercen presión sobre las capas inferiores, puesto que están soportados por estas. Se le llama **zona de compresión**.

175. ¿Qué entiende por coloide?

En los coloides, cada partícula se encuentra estabilizada por una serie de cargas de igual signo sobre su superficie, haciendo que se repelan dos partículas vecinas como se repelen dos polos magnéticos. Puesto que esto impide el choque de las partículas y que formen así masas mayores, llamadas flóculos, las partículas no sedimentan.

176. Defina Coagulación

Desestabilización de un coloide producida por la eliminación de las dobles capas eléctricas que rodean a todas las partículas coloidales, con la formación de núcleos microscópicos.

177. Defina Floculación

Aglomeración de partículas desestabilizadas primero en microflóculos, y más tarde en aglomerados voluminosos llamados flóculos.

178. Describa las etapas de precipitación del coloide

- Desestabilización. Las teorías sobre el mecanismo de este fenómeno se basan en la química coloidal y de superficies.
- Transporte de núcleos microscópicos para formar agregados densos. La teoría del transporte está basada en la mecánica de fluidos.

179. Nombre 2 ejemplos de especies coloidales

- Arcillas
- Sílice
- Hierro
- Metales pesados

180. ¿Qué es el potencial Z?

El potencial Z es una medida de la fuerza de repulsión que se origina en los coloides. Cuanto mayor es, en valor absoluto, mayor es la carga de la partícula. A medida que disminuye el potencial Z las partículas pueden aproximarse aumentando la posibilidad de una colisión.

181. Defina floculante

Un floculante reúne partículas en una red, formando puentes de una superficie a otra y enlazando las partículas individuales en aglomerados. La floculación es estimulada por un mezclado lento que junta poco a poco los flóculos. Un mezclado demasiado intenso los rompe y rara vez se vuelven a formar en su tamaño y fuerza óptimos. Una buena floculación favorece el manejo del lodo final para su desecación, filtrado, etc.

Funcionamiento y tipos de espesadores

182. ¿Qué es un espesador?

Es un estanque cilíndrico con un fondo inclinado y un mecanismo de rotación de las rastras que conducen los sólidos a la descarga central abierta. Un rebalse periférico ubicado en la parte superior del estanque sirve para evacuar el líquido clarificado. Generalmente, un pozo circular localizado en el centro de la superficie del espesador recibe la alimentación y está diseñado de tal modo que minimiza la agitación, obteniéndose así un rebalse claro.

183. Indique las dimensiones usuales de los espesadores

El tamaño de los espesadores oscila entre 2,5 (m) hasta 150 (m) de diámetro, existiendo también diseños especiales de hasta 250 (m) de diámetro. La profundidad varía entre 3 (m) en los diámetros pequeños hasta 10 (m) o más para las unidades mayores.

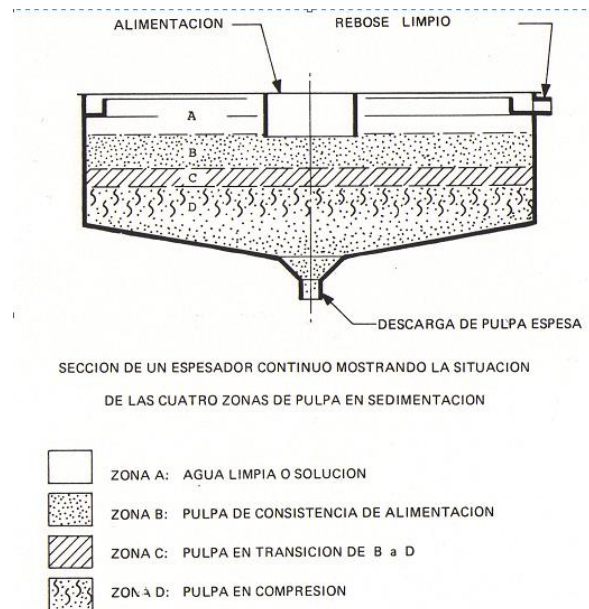
184. Describa el mecanismo de rastras

El mecanismo de las rastras consiste en dos brazos radiales a 180° con hojas que empujan los sólidos a la descarga central. Los brazos están unidos al eje central. Hay diseños que incluyen 3 ó 4 brazos para ciertos servicios más rigurosos y raspadores espirales continuos.

185. Explique brevemente el funcionamiento de un espesador

Conforme entra el flujo de alimentación en el espesador, los sólidos van decantando hacia el fondo. El líquido clarificado rebose por la parte superior y los sólidos se evacuan por la descarga inferior.

186. La figura muestra la situación de las 4 zonas de pulpa de sedimentación en un espesador, describa cada una de ellas



Zona A es un líquido de rebose limpio, está libre de sólidos en la mayoría de las aplicaciones.

Zona B consta de una pulpa de consistencia poco uniforme cuya concentración se aproxima a la de la alimentación.

Zona C es un estado intermedio en el cual la pulpa está en una condición transitoria entre sedimentación por caída libre y compresión.

Zona D muestra la pulpa en compresión, produciéndose un desplazamiento del agua por compresión de los sólidos que fuerzan al líquido a salir de sus intersticios.

187. Nombre los elementos de un espesador continuo

- Anillo o Cuello de alimentación
- Tanque
- Brazos
- Cono o trinchera
- Canal de rebose
- Mecanismo motriz
- Dispositivo de elevación

188. describa las funciones del anillo o cuello de alimentación y del tanque

Anillo o Cuello de alimentación: sirve para disipar la energía cinética que lleva el flujo de alimentación, así como para proporcionar a la entrada del tanque una condición de relativa tranquilidad y dirigir la pulpa a una profundidad adecuada dentro del espesador.

Tanque: proporciona el tiempo de residencia necesario para producir sólidos sedimentados y líquido clarificado. El fondo inclinado ayuda al movimiento de los sólidos concentrados hacia el punto de descarga.

189. Los brazos de un espesador tienen 3 funciones, descríbalas

- Mover los sólidos sedimentados hacia el punto de descarga.
- Mantener un grado de fluidez en el espesador para asegurar la separación hidráulica,
- Aumentar la concentración de los sólidos en la descarga al establecer una especie de canalizaciones en la pulpa de la zona de compresión, que permiten la salida del agua entrampada.

190. Describa el funcionamiento de:

- Cono o trinchera
- Canal de rebose
- Mecanismo motriz
- Dispositivo de elevación

Cono o trinchera: con sus rastras, tienen una acción similar a la de los brazos pero en la zona de la descarga.

Canal de rebose: recoge el rebose clarificado y lo lleva a su salida correspondiente. El diseño más adecuado es el de rebose uniforme por toda la periferia del tanque.

Mecanismo motriz: proporciona la fuerza de accionamiento (par) para girar los brazos y rastras en contra de los sólidos sedimentados.

Dispositivo de elevación de los brazos: permite a éstos extraerlos de la zona de los sólidos más concentrados, para disminuir el esfuerzo en el mecanismo de accionamiento. La elevación puede ser efectuada con el sistema motriz en funcionamiento.

Espesador de concentrados

191. Nombre los tipos de espesadores que conoce

- Espesadores convencionales
- Espesadores de alta velocidad
- Espesador Hight Capacity de Eimco
- Espesador de alta velocidad Dorr-Oliver

192. Indique los riesgos existentes en los equipos espesadores

Riesgos en el sistema de lubricación (fuentes de incidente en los equipos de espesadores)

- Caída de distintos nivel.
- Caída mismo nivel.
- Golpes eléctricos.

193. Describa las medidas de seguridad aplicadas a la operación de un espesador

- El operador deberá utilizar durante su trabajo su equipo de protección personal completo. En algunas ocasiones también tendrá que emplear botas de goma de caña larga (derrames de pulpa, vaciado del espesador)
- El operador deberá acatar la norma de quitarse el casco de seguridad al acceder al centro del espesador donde se ubica tanto el mecanismo de tracción como el sistema de alimentación de pulpa del equipo.
- Uno de los riesgos más frecuentes que experimenta el operador del espesador de concentrado es de las caídas al mismo nivel o de distintos niveles al transitar, por escalas, pasillo, túneles bajo el espesador, cajones de alimentación, etc.
- Otro factor que se deberá tener en cuenta es la condición de iluminación adecuada, tanto en la estructura metálica hacia el centro del espesador como en los túneles bajo éste y la zona de los cajones receptores de las tuberías de alimentación de concentrado.
- En la puesta en marcha del espesador, antes de llenar el estanque con pulpa, el operador debe chequear y retirar cualquier elemento extraño que encuentre tanto en el estanque como en la canaleta colectora del rebalse (escombros, varillas de soldaduras, restos de gomas, madera, etc.). También la rastra deberá dar varias vueltas para asegurarse que el mecanismo esté instalado correctamente, que esté bien lubricado y en condiciones de operar sin problemas.

194. Nombre las variables de control en un espesador

- Presión hidráulica de giro de las rastras.
- Amperaje del motor de la rastra (Torque eléctrico)
- Torque mecánico de la rastra
- Altura de la rastra
- Amperaje de la bomba de traspaso (descarga)
- Porcentaje de sólidos en la descarga, flujo de descarga
- Nivel de salmuera o agua clara.

195. Defina amperaje del motor de la rastra

Es una medida del grado de comprensión de la pulpa en el fondo del estanque. El torque es la fuerza generada por el motor de la rastra actuando sobre una carga de material.

196. Defina torque mecánico de la rastra

El torque mecánico se produce debido al aumento de la fuerza de la rastra sobre el material (Mediante las aspas), debido al arrastre de material hacia el cono de descarga. Este fenómeno se debe a la acumulación de material del espesador en un colector intermedio entre la pared del espesador y el cono de descarga. Los valores de operación varían entre:

- Torque operación : 15- 18%.

197. Indique la importancia de mantener el nivel de operación de altura de la rastra

La altura de la rastra está definida por la condición del espesador y su carga, usualmente este parámetro se opera en casos de sobrecarga y/o embancamiento, y es un parámetro muy importante, ya que las rastras no deben subir hasta el límite (o altura máxima), lo cual indicaría que el espesador ha alcanzado su capacidad máxima de almacenamiento de carga; por otro lado si no se interrumpe la alimentación, este irremediamente se embancará. Los valores de operación varían entre:

- Nivel rastra: 5%.

198. Defina amperaje de la bomba de traspaso

El amperaje consumido por las bombas de traspaso (descarga de concentrado del espesador) es el parámetro que permite visualizar si su funcionamiento es adecuado.

199. Indique como se controla y los valores de operación del porcentaje de sólido en la descarga

El control de la densidad y el porcentaje de sólidos se efectúa tomando muestras de pulpa por intermedio de la balanza MARCY. Los valores de operación varían entre:

- Pulpa de alimentación fluctúa entre: 15 - 25 %
- Pulpa de descarga fluctúa entre: 40 - 60 %

200. Defina presión hidráulica

Es la presión que ejerce la pulpa a las rastras, la cual no debe exceder de **5 Mpa**, de lo contrario las rastras suben en forma automática.

201. Describa la operación de las Bombas centrífugas

El funcionamiento consiste en succionar el fluido con la ayuda de la fuerza centrífuga del rotor y desplazarlo desde una posición inicial a una final con la ayuda de un disco impulsor que tiene aspas, el motor que acciona la bomba puede ser interno o eléctrico.

Las bombas centrifugas transportan líquidos fríos, calientes, contaminantes, no contaminantes e incluso químicos. Los fluidos muy viscosos perjudican el rendimiento.

202. Indique que sucede cuando existe un alto nivel de ruido en motores y rastra

El nivel de ruido en motores y rastra permitirá al operador detectar anomalías en dichos equipos. Un alto nivel de ruido indicará que dichos equipos podrían estar trabajando con alto nivel de sólidos y/o problemas mecánicos

203. Indique que sucede cuando no se observa rebose de líquido claro en el espesador

Uno de estos 2 fenómenos está ocurriendo:

- Guardera de retención de fino roto o suelto en algún sector del espesador.
- Material no está decantando (abundante espuma) lo que indica un exceso de reactivos en el circuito de flotación.

204. Describa las posibles causas de que ocurra un embancamiento de la descarga

- Operar el espesador con un sólidos superior a 60 %
- Taponamiento de la descarga del espesador por corrimiento de la cama.
- Bajo rendimiento de la bomba de descarga.
- Línea de descarga obstruida o embancada.

205. Indique las posibles medidas en caso de producirse embancamiento de la descarga

- Agregar agua por los spigots. Se recomienda tener cuidado con esta medida, debido a que el espesador se encuentra muy cargado, por lo cual se corre el riesgo de que el sólido pueda recibir la descarga pegada al piso. Hay que tener presente que todo exceso de agua diluye la salmuera, originando posteriormente problemas en la operación.
- Desviar la carga hacia otro sector.
- Recircular con el máximo flujo que sea posible operar.
- Botar carga al túnel para eliminar cualquier objeto extraño o alivianar el % de sólidos de descarga del espesador.

206. ¿Cómo se detecta el embancamiento de la descarga?

- Alto torque de las rastras.
- Alto amperaje de las rastras.
- Porcentaje de sólidos sobre 55%, viscosidad muy alta.
- Sedimentación instantánea en el cajón distribuidor del espesador (tomar muestra).

208. Indique las consecuencias de operar con un nivel de sólidos cercano al 85% en el espesador

- Retención de carga dentro del espesador.
- Aumento de la presión hidráulica de las rastras (> 5 MPa).
- Que la rastra se detenga al aumentar el torque y estas no suban.

209. Indique qué medidas se podrían tomar en caso de embancamiento de la bomba de traspaso (descarga del espesador)

- Levantar rastra
- Adicionar agua en la línea de alimentación a la bomba.
- Recircular espesador con flujo máximo.
- Realizar cambio de bomba.

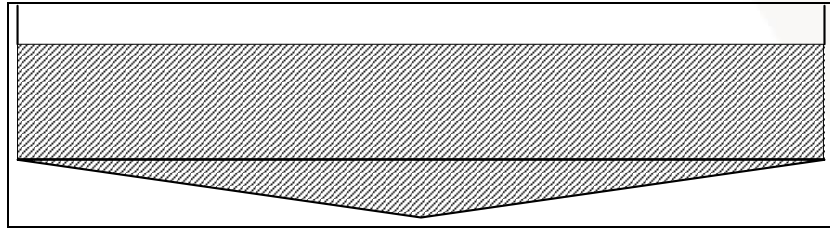
210. qué hacer en caso de que el sólido no sedimente

Esto normalmente se soluciona agregando floculante en la minería metálica. No se recomienda recircular el espesador.

Agregar salmuera o agua sobre el espesador para eliminar la espuma que no sedimenta. Revisar reactivos agregados en flotación.

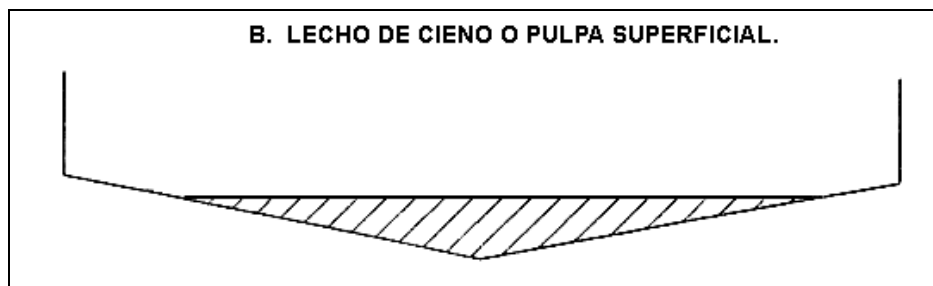
211. Las imágenes muestran distintos lechos de pulpa en un espesador describa cada uno de ellos

1. Lecho de pulpa normal



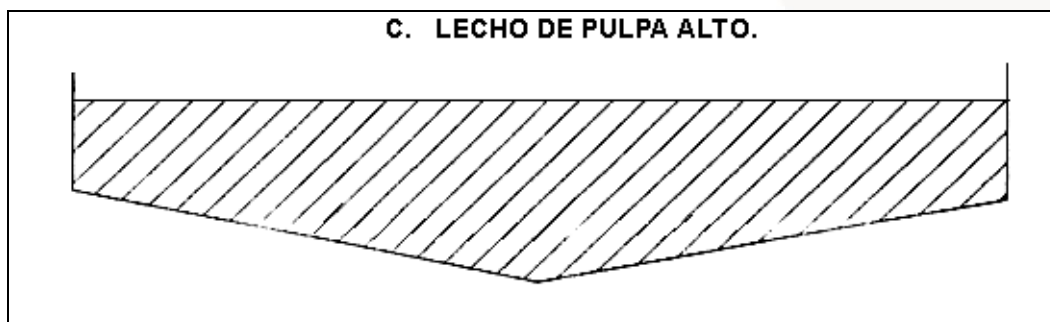
El Diagrama A. Muestra un lecho de pulpa normal. El rebose es relativamente claro, y los sólidos descargados en la salida del cono son de la densidad deseada. No se requieren acciones de operación para este punto.

2. Lecho de cieno o pulpa superficial



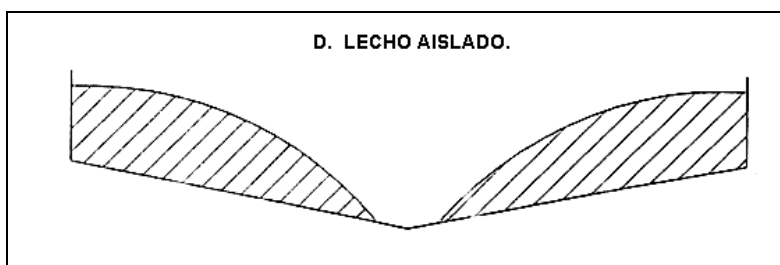
EL Diagrama B. Muestra un lecho poco profundo. La claridad del rebose es buena, pero la descarga de pulpa lo más probable que sea baja. En este caso, la tasa de remoción de la pulpa debe ser bajada hasta alcanzar la densidad requerida por el proceso. Entonces el estado de operación normal puede ser reanudado.

3. Lecho de pulpa alto



El Diagrama C. Muestra una lecho de pulpa alto. Un lecho de pulpa alto puede producir una claridad pobre en el reboso y en algún momento una alta densidad de descarga en la salida de pulpa del espesador. En lo particular esto conlleva la posibilidad de un alto torque en la rastra del espesador, lo cual puede llevar a la situación mostrada en el Diagrama D. La tasa de la pulpa retirada puede inicialmente ser incrementada hasta obtener la claridad del reboso y la lectura de torque deseada.

4. Lecho aislado



El Diagrama D. Muestra isla en el lecho. La lectura del torque es alta porque la altura de la pulpa o material depositado no cubre todo el diámetro del espesador. La lectura de la densidad está ahora baja porque el lecho está en corto circuito a la descarga del espesador. El lecho de cieno o pulpa puede ser rotado con las rastras. Esta situación es extrema y requiere de inmediata corrección. La alimentación debe ser de inmediato detenida. Las rastras deben ser levantadas muy cuidadosamente y luego deben ser bajadas para disolver la rotación del lecho y estimular a la pulpa a moverse hacia el centro.



211. ¿Qué entiende usted por filtración?

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.

212. Mencione los métodos de filtración con respecto a la fuerza impulsora

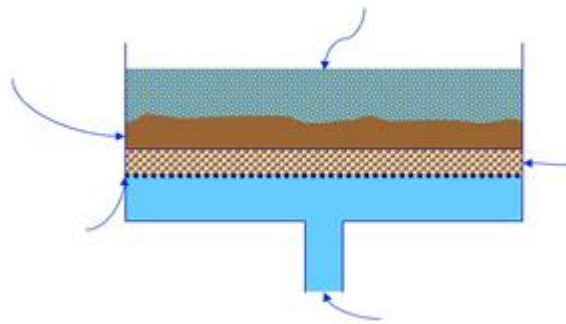
Método de filtración gravitacional

Método de filtración centrífugo

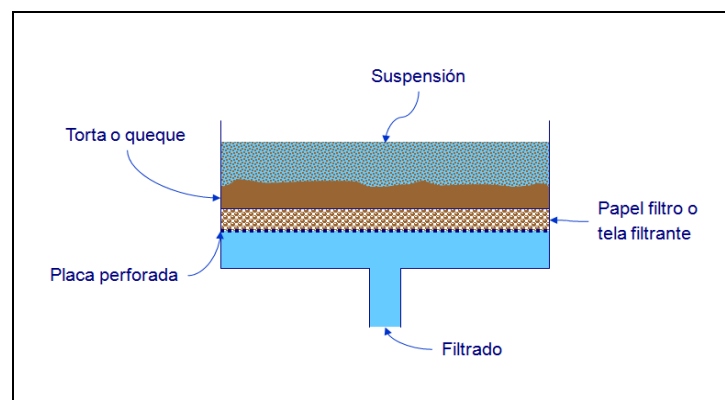
Método de filtración por presión de vacío

Método de filtración por presión del fluido a los dos lados de un diafragma

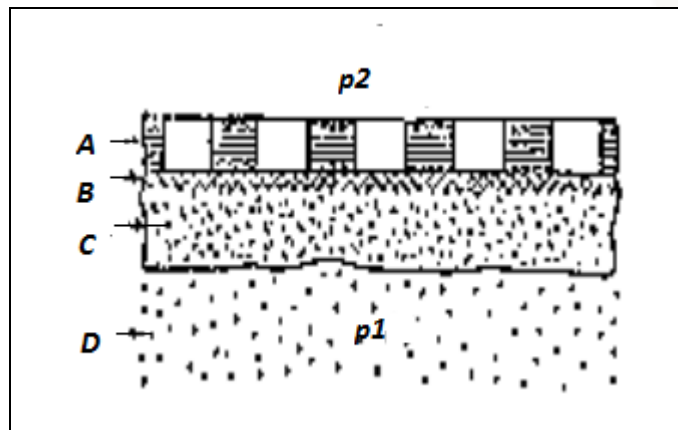
213. Escriba los elementos que intervienen en la filtración



Respuesta:



214. Señale las zonas activas existentes en una operación de filtrado



A corresponde al entramado

B es el diafragma

C la torta

D el fluido, generalmente con partículas en suspensión;

p1 y **p2** son las presiones que prevalecen en ambos lados de la superficie filtrante y que están relacionadas por la desigualdad **p1 > p2**.

215. Indique las clases de filtración

Filtración con formación de queque.

Filtración sin formación de queque.

Filtración profunda.

216. Explique brevemente en qué consiste la 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. La filtración con formación de queque se utiliza para suspensiones que poseen más de un 10% de sólidos en volumen.

217. Explique brevemente en qué consiste la filtración sin formación de queque

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.

218. Explique brevemente en qué consiste la 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.

219. Mencione al menos 4 Factores que influyen en la filtración.

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.

220. ¿Cuál es el rol principal del medio filtrante?

Provocar una buena separación entre los componentes de una suspensión con el mínimo consumo de energía.

221. Mencione los 3 tipos de medios filtrantes sintéticos usados en la industria de la filtración

Tejido: puede ser de tela cruzada o satén, ya que éste aumenta la resistencia a la tracción.

No tejido: consiste en ensamblar varias capas de fibras.

Compósitos: poliuretanos (polímeros micro porosos regulados) que han dado muy buen resultado.

222. ¿cuáles son las características que se debe tener en cuenta al utilizar un medio filtrante?

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

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.

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.

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

223. Indique al menos 5 características técnicas de los medios filtrantes

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

Funcionamiento de los diferentes tipos de filtros.

224. ¿Cuáles son los diferentes tipos de filtros a vacío?

Filtro de tambor
Filtro de discos
Filtro de bandeja
Filtro de banda horizontal

225. Describa brevemente el funcionamiento del filtro de tambor

El filtro de tambor consiste en un tambor rotatorio con su parte inferior sumergida en la suspensión. La superficie del tambor está cubierta por un medio filtrante denominado *tela filtrante*. La suspensión es succionada desde el interior del tambor, donde se ha generado un vacío. Mientras el filtrado pasa al interior del tambor y es evacuado a través de tuberías apropiadas, el sólido es retenido en la superficie cilíndrica formando un queque. Durante el giro es posible lavar el queque rociando agua en su superficie y permitiendo que se seque de la misma forma anterior. Una vez completado un giro, y antes de entrar nuevamente en la suspensión, un mecanismo raspa la superficie descargando el queque en una tolva.

226. Describa brevemente el funcionamiento del Filtro de discos.

El filtro de discos consiste en un eje central que soporta un número determinado de discos, cada uno de los cuales está conectado a un equipo de vacío.

Los discos giran y al estar en contacto con la pulpa, captan el sólido (formación del queque) por efecto del vacío.

Cuando están en contacto con la atmósfera se mantiene el vacío (secado del queque). El lavado es opcional.

Para la descarga del queque se utiliza soplado de aire y raspadores.

227. Describa brevemente como opera un Filtro de banda horizontal.

Consisten en una superficie sin fin de drenaje hecha de caucho perforado, conectada al vacío, que soporta una banda separada hecha de una tela filtrante apropiada. La pulpa se alimenta por gravedad sobre el filtro y la filtración comienza inmediatamente, por efecto de la presión de la capa de pulpa y el vacío. En estos filtros es posible lavar el queque.

228. Mencione al menos 8 componentes del filtro de banda

- Tacho receptor de pulpa
- Distribuidor de pulpa Filtración
- Rodillo de retención
- Correa transportadora
- Caja de aire
- Caja de vacío
- Polea de transmisión
- Unidad de motriz
- Buzón de descarga
- Rociadores de agua
- Tensor gravitacional
- Correa de desgaste
- Ventilador
- Centrador de tela
- Conducto de succión
- Tela filtrante
- Contrapesos
- Cortina de retención de carga

229. Enumere las zonas de operación de los filtros de banda

- Zona de formación
- Zona de lavado
- Zona de secado
- Zona de descarga
- Zona de lavado de tela

230. Describa brevemente la zona de formación de los filtros de banda

Esta zona comprende el área de la correa desde el rodillo de alimentación hasta la cortina de retención de carga. La tasa de alimentación hacia el filtro es controlada mediante una válvula de control regulada por la salida desde un flujómetro en línea, y el set-point del flujo es una variable impuesta por el operador. La velocidad de alimentación y/o de la correa debería ser tal que el ancho completo de la correa sea cubierto por una capa uniforme de material o pulpa.

231. Describa brevemente la zona de lavado de los filtros de banda

Las zonas de lavado son la áreas donde los sólidos son lavados con la solución de lavado recuperados del proceso de filtrado posterior. Hay una zona de lavado en cada filtro.

232. ¿Cómo se calcula la razón de lavado de los filtros de banda?

$$\text{razon de lavado} = \frac{\text{tph de agua de lavado}}{\text{tph de solidos seco}}$$

233. Describa brevemente la zona de secado de los filtros de banda

Esta zona es la última porción del área de filtrado sobre la correa desde la última cortina de retención de carga hasta el final de la última caja de vacío. El material sobre la correa debería emerger desde la cortina de separación sin agua en la superficie. En esta zona, el queque del filtro está más desaguado por la acción del vacío, también asistido por el aire llevado a través del queque.

234. Describa brevemente la zona de descarga de los filtros de banda

En la zona de descarga la tela del filtro es separada de la correa transportadora al pasar por un rodillo separador. Esto tiene la función adicional de romper al queque para asistir a la descarga. La tela del filtro se envuelve entonces alrededor del rodillo de descarga en un ángulo de 90°. Es en este punto donde el queque seco y la tela del filtro se separan. El queque cae por gravedad en el buzón de descarga.

235. Describa brevemente la zona de lavado de tela de los filtros de banda

Zona de lavado de tela: La tela filtrante es dirigida hacia la cabeza del filtro y pasa por una cortina de agua de lavado a alta presión a través de los chiquetes o rociadores para sacar cualquier sólido arrastrado por la tela.

236. ¿Qué es un filtro hiperbárico?

Es un filtro a vacío, ya sea de disco, tambor o banda, inmerso en una cámara de presión. Con este tipo de filtros se puede obtener humedades de 8% y menores.

237. Enumere los tipos de filtros a presión

Filtros prensa de placas verticales
Filtros prensa de placas horizontales
Filtro prensa de disco.

238. describa brevemente como opera el filtro prensa de placas verticales.

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.

239. Mencione las fases de la filtración por presión en los filtros de placas verticales

- Cerrado
- Alimentación
- Limpieza
- Soplado
- Descarga
- Lavado

240. Describa brevemente el Filtro prensa de placas horizontales.

Consiste en una cámara filtrante horizontal situado dentro de un marco de estructura principal. Permite la incorporación de cámaras adicionales montadas unas sobre otras, permitiendo incrementar el área de filtración sin generar un aumento en el área de piso de la instalación.

Cada una de estas cámaras de filtración posee sellos inflables en ambos extremos, los que se dilatan durante la operación para sellar la cámara. Las cámaras se encuentran fijas a la estructura y no poseen movimiento durante la operación de filtrado. Cada cámara posee una correa filtrante montada sobre un rodillo impulsor en cada extremo, operando independientemente de las otras correas que posee el equipo.

Cada rodillo posee un motor hidráulico que acciona la correa durante la operación de descarga del queque.

241. Describa la secuencia operacional en la filtración por presión en placas horizontales

- Cerrado
- Alimentación
- Limpieza
- Compresión
- Retracción del diafragma
- Lavado del queque
- Segunda etapa compresión
- Segunda etapa soplado y retracción del diafragma
- Descarga del queque
- Lavado de la correa

242. Indique la ventaja de operar con filtros de presión por sobre los filtros de vacío

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, a diferencia de los equipos tradicionales, tales como filtros rotatorios y filtros de banda, que a menudo son considerados inadecuados debido a su alto contenido de humedad, lo cual obliga a hacer uso de secadores antes de obtener un producto final.

Variables y Parámetros de operación.

243. ¿Cuáles son las principales variables en un proceso de filtración?

- Variables de entrada
- Variables de salida
- Parámetros
- Perturbaciones
- Variables controlables

244. ¿Cuáles son las variables que intervienen en la entrada del filtro?

- El flujo de alimentación Q_F que puede disminuir por problemas puntuales, pero en tiempos no muy largos puede recuperarse.
- La concentración de sólidos ϕ_F que depende directamente de la operación del espesador y de las variables que se manejan en el proceso de espesamiento.
-

245. ¿Cuáles son las variables que intervienen en la salida del filtro?

Estas están directamente relacionadas con las de entrada.

- El flujo de salida Q_P el cual baja si el flujo de alimentación baja
- La humedad del queque $(1 - \phi_P)$ la cual depende de la eficiencia del medio filtrante

246. ¿Cuáles son las variables de diseño que intervienen en la operación de filtrado?

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.

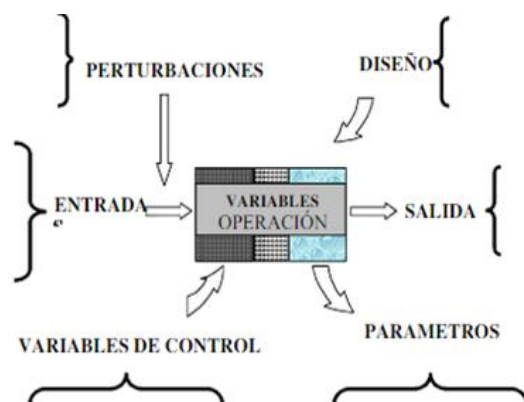
247. ¿Cuáles son las variables de control que intervienen en la operación de filtrado?

- Tiempo de filtrado
- Volumen de filtrado
- Tiempo de secado o soplado

248. ¿Cuáles son los valores que se deben controlar en la operación de filtrado?

- Porosidad ϵ
- Permeabilidad $K(\epsilon)$
- Compresibilidad del queque σ_s
- Densidad ρ_f y viscosidad μ_f del filtrado
- Densidad ρ_p y viscosidad ϕ_p

249. Indique en la imagen las principales variables que intervienen en el proceso de filtración



Respuesta

El punto de dosificación depende de la solubilidad del reactivo, algunos requieren mayores tiempos de acondicionamiento, por ejemplo, aquellos poco solubles que actúan finamente emulsionados en la pulpa, estos deben ser agregados al comienzo de los circuitos generalmente en la molienda.

Los reactivos más solubles son agregados en el acondicionamiento previo o en las operaciones anteriores a la flotación. Este es el caso de los Xantatos que son relativamente solubles en agua, se agregan en el cajón distribuidor, inmediatamente antes de la flotación, dado que requieren bajos tiempos de acondicionamiento.

Los espumantes que no presentan propiedades colectoras se agregan sólo antes de la flotación, dado que su acción afecta la interface líquido – aire, dónde se verifica un exceso superficial que permite estabilizar las burbujas y formar espuma.



Secado de sólidos

250. ¿Qué entiende por secado de sólidos?

El secado de sólidos consiste en separar pequeñas cantidades de agua u otro líquido de un material sólido con el fin de reducir el contenido de líquido residual hasta un valor aceptablemente bajo. El secado es habitualmente la etapa final de una serie de operaciones y, con frecuencia, el producto que se extrae de un secador pasa a empaquetado.

251. Explique la clasificación de los secadores

Los equipos de secado pueden clasificarse en:

1) Secadores en los que el sólido se encuentra directamente expuesto a un gas caliente (generalmente aire)

Los secadores que exponen los sólidos a un gas caliente se llaman adiabáticos o secadores directos;

2) Secadores en los que el calor es transmitido al sólido desde un medio externo tal como vapor de agua condensante, generalmente a través de una superficie metálica con la que el sólido está en contacto. Aquellos en los que el calor es transmitido desde un medio externo reciben el nombre de no adiabáticos o secadores indirectos.

Los secadores calentados por energía radiante, dieléctrica o de microondas, también son no adiabáticos. Algunas unidades combinan el secado adiabático y no adiabático, y se denominan secadores directos-indirectos.

252. Describa las formas de exposición al gas de los sólidos en los secadores adiabáticos

En los secadores adiabáticos los sólidos están expuestos al gas de alguna de estas formas:

- El gas circula sobre la superficie de un lecho o una lámina del sólido, o bien sobre una o ambas caras de una lámina o película continua. Este proceso se llama secado con circulación superficial.
- El gas circula a través de un lecho de sólidos granulares gruesos que están soportados sobre una rejilla. Recibe el nombre de secado con circulación a través. Como en el caso del secado con circulación superficial, la velocidad del gas se mantiene baja para evitar el arrastre de partículas sólidas.
- Los sólidos descienden en forma de lluvia a través de una corriente gaseosa que se mueve lentamente, con frecuencia dando lugar a un arrastre no deseado de las partículas finas.
- El gas pasa a través de los sólidos con una velocidad suficiente para fluidizar el lecho. Inevitablemente se produce arrastre de las partículas más finas.
- Los sólidos son totalmente arrastrados por una corriente gaseosa de alta velocidad y neumáticamente transportados desde un dispositivo de mezcla hasta un separador mecánico.

253. Describa las formas en que los sólidos se exponen a la superficie caliente o a otra fuente de calor en los secadores no adiabáticos

- Los sólidos se esparcen sobre una superficie horizontal estacionaria o que se desplaza lentamente y se “cuecen” hasta que se secan. La superficie calor tal como vapor de agua o agua caliente. Alternativamente, el calor puede aplicarse por medio de un calentador radiante situado encima del sólido.
- Los sólidos se mueven sobre una superficie caliente, generalmente cilíndrica, por medio de un agitador o un transportador de tornillo o de palas.
- Los sólidos deslizan por gravedad sobre una superficie inclinada caliente o bien son transportados en sentido ascendente por la superficie y deslizándose posteriormente hasta una nueva localización.

Fundamentos de la transferencia de calor

254. ¿Qué entiende por transferencia de calor?

Se ha descrito a la transferencia de calor como el estudio de las velocidades a las cuales el calor se intercambia entre fuentes de calor y receptores, tratados usualmente de manera independiente.

255. Describa los mecanismos de transmisión de calor

- Conducción, en donde el calor pasa a través de la sustancia misma del cuerpo.
- Convección, en el cual el calor es transferido por el movimiento relativo de partes del cuerpo calentado.
- Radiación, mecanismo por el cual el calor se transfiere directamente entre partes distantes del cuerpo por radiación electromagnética.

256. Defina medio de transferencia térmica

Se define como ambiente al espacio tanto interior como exterior a la envolvente del cerramiento, en el cual se incluye todos aquellos parámetros físicos que intervienen en los procesos de transferencia de calor, ya sea por radiación, conducción y por convección. Se define como cerramientos a los elementos de separación entre el ambiente interior y el ambiente exterior de un edificio u equipo y que constituyen su envolvente ciega. Los elementos delimitadores del ambiente interior que pueden permitir el paso del aire, la luz, etc.

257 ¿Cuáles son los mecanismos de transferencia y regiones donde se realiza la transmisión de calor a través de los cerramientos? Descríbalos

- Superficies: espacio que está en contacto con el ambiente exterior e interior, donde se intercambia calor por radiación y convección entre el ambiente y el interior del cerramiento.
- Interior del cerramiento: donde se transmite calor por conducción entre ambas superficies a través de varias capas, y se almacena calor por acumulación en su masa térmica.
- Aislamientos: son regiones del interior del cerramiento con elevada resistencia térmica y sin acumulación de calor. Los casos convencionales son las capas aislantes, de masa despreciable, y las cámaras de aire, que si bien actúan por mecanismos de convección y radiación, se asimilan a una resistencia térmica y por supuesto carecen de capacidad de acumulación.

258. Defina transmisión de calor por conducción

La conducción es el modo de transferencia térmica en el que el calor se mueve o viaja desde una capa de temperatura elevada del cerramiento a otra capa de inferior temperatura debido al contacto directo de las moléculas del material.

259. De un ejemplo de transmisión de calor por conducción

Si se calienta un extremo de una varilla metálica, de forma que aumente su temperatura el calor se transmite hasta el extremo más frío por conducción

260. Defina transmisión de calor por convección

Cuando el aire de un ambiente se pone en contacto con la superficie de un cerramiento a una temperatura distinta, el proceso resultante de intercambio de calor se denomina transmisión de calor por convección.

261. Defina transmisión de calor por radiación

Se denomina transmisión de calor por radiación cuando la superficie del cerramiento intercambia calor con el entorno mediante la absorción y emisión de energía por ondas electromagnéticas. El calor se transmite a través del vacío, o atravesando un medio transparente como el aire.

Definiciones fundamentales en los procesos de secado

262. Defina humedad

La humedad (H) se define como la masa de agua por unidad de masa de aire exento de humedad (aire seco).

263. Defina porcentaje de humedad

El porcentaje de humedad H_p se define como la humedad real del aire, dividida por la humedad que tendría el aire si estuviera saturado a esa misma temperatura y presión

264. Defina punto de rocío

La temperatura a la cual cierta mezcla de aire y vapor de agua está saturada se llama temperatura de punto de rocío.

265. ¿Qué es la temperatura?

La temperatura es una cualidad del calor que se puede considerar como el nivel que éste alcanza en los cuerpos. Los efectos del calor sobre los cuerpos se utilizan en los termómetros, que son los instrumentos con los que medimos las variaciones de la temperatura y, por tanto, del calor absorbido.

266. Defina temperatura de saturación adiabática

La temperatura de saturación adiabática es aquella que se logra en estado estacionario cuando se pone en contacto una gran cantidad de agua con el gas (aire – vapor de agua) de entrada a un sistema.

267. Defina temperatura de bulbo seco

Es la temperatura que se mediría con cualquier dispositivo, por ejemplo un termómetro común.

268. Defina temperatura de bulbo húmedo

Es la temperatura de equilibrio que se alcanza cuando se pone en contacto una pequeña cantidad de agua con una corriente continua de gas (aire – vapor de agua).

269. Nombre los tipos de humedad de un sólido

- Humedad de equilibrio
- Humedad libre
- Humedad límite
- Humedad no límite

270. Defina humedad de equilibrio

Humedad del sólido cuando su presión de vapor se iguala a la presión de vapor del gas (aire – vapor de agua). Es decir, humedad del sólido cuando está en equilibrio con el gas.

271. Defina humedad libre

Es la humedad del sólido, que está en exceso con relación a la humedad de equilibrio. Es ésta la humedad que se puede evaporar y depende de la concentración de vapor en la corriente gaseosa.

272. Defina humedad límite

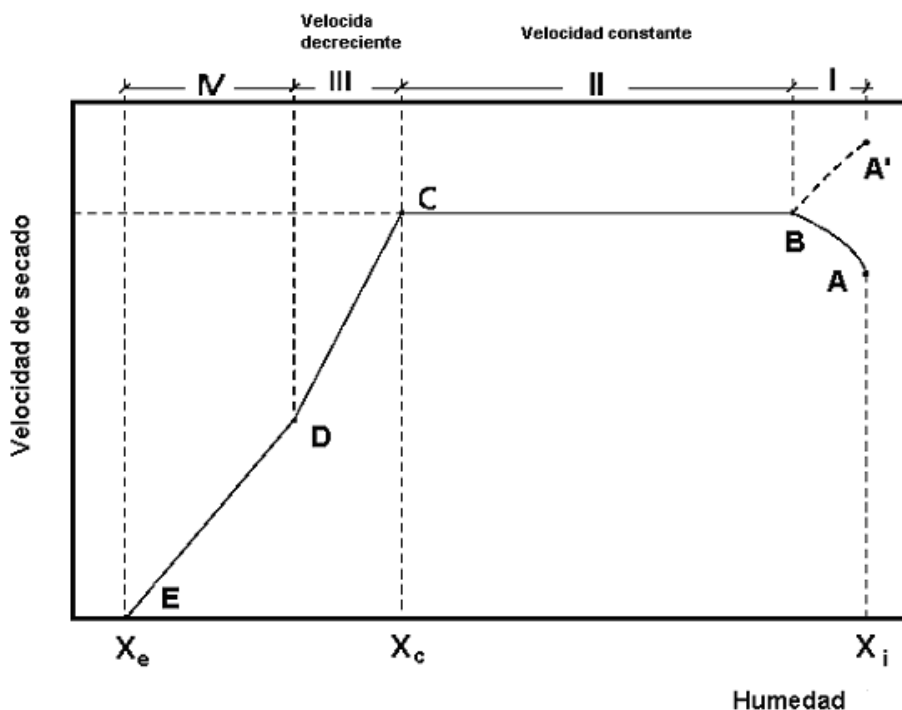
Es la humedad del sólido que ejerce una presión de vapor de equilibrio menor que aquella que ejerce el líquido puro a la misma temperatura.

273. Defina humedad no límite

Es la humedad del sólido que ejerce una presión de vapor igual a la del líquido puro a la misma temperatura.

Velocidad de secado

274. La figura muestra la curva de velocidad de secado en función del contenido de humedad libre. Describa los periodos I, II y III cada uno de los periodos.



Periodo I: La velocidad de secado aumenta o disminuye rápidamente, desde un valor inicial (A o A'). Su duración es relativamente corta y en algunos experimentos no llega a observarse. En este periodo, se ajusta la temperatura del material a las condiciones de secado.

Periodo II: Representa el período de **velocidad constante** (línea AB). Se caracteriza porque la velocidad de secado es independiente de la humedad del sólido. Durante este período del sólido está tan húmedo que existe una película de agua continua sobre toda la superficie de secado y el líquido se comporta como si el sólido no existiera. Si el sólido no es poroso, el

líquido evaporado en este período es esencialmente el que recubre la superficie del sólido. En un sólido poroso, la mayor parte del líquido evaporado en el período de velocidad constante proviene de su interior.

Periodo III: Representa el período de **velocidad decreciente** (línea **BC**) y humedad crítica. Al disminuir la humedad del sólido se alcanza un cierto valor para el cual termina la velocidad constante y comienza a disminuir la velocidad de secado.

275. ¿Cómo se determina la velocidad de secado de un sólido experimentalmente?

Para determinar experimentalmente la velocidad de secado de un material sólido, se procede a colocar una muestra del material húmedo en una bandeja, y esta a su vez en un gabinete o ducto a través del cual fluya el aire de secado y que permita pesar la bandeja cada cierto tiempo.

Los datos que se obtienen con este tipo de experiencia de secado por lotes, se expresan como peso del sólido húmedo (sólido seco más agua) a diferentes tiempos (horas). Luego se deben convertir estos datos a velocidad de secado.

Componentes de una planta de secado

276. Nombre los equipos presentes en una planta de secado

- Correas transportadoras para el transporte de concentrado húmedo.
- Secador rotatorio del tipo directo o indirecto.
- Sistema de Combustible
- Recuperadores de polvo como: filtros de manga, precipitadores electrostáticos o ciclones.
- Sistemas de transporte neumático para el producto seco de concentrado.

Alimentación secador rotatorio

277. ¿Qué es un transportador de sólidos?

Es un elemento o maquinaria de carácter preferentemente electromecánico, destinado a trasladar productos o materias primas entre dos o más puntos, alejados entre sí, ubicados generalmente, dentro de una misma planta elaboradora.

278. Nombre los tipos de transportadores

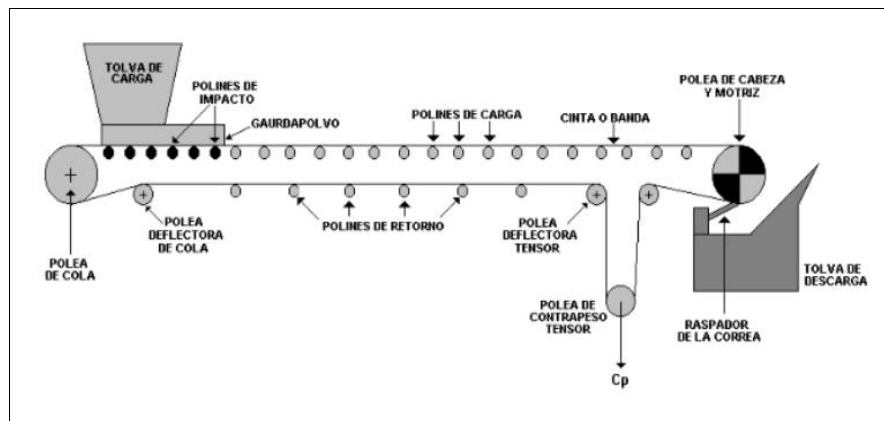
- Cinta transportadora.
- Elevador de capachos.
- Tornillo helicoidal.

279. Describa los componentes de una correa transportadora

Las correas transportadoras continuas están constituidas básicamente por una banda sinfín flexible que se desplaza apoyada sobre unos rodillos de giro libre. El desplazamiento de la banda se realiza por la acción de arrastre que le transmite uno de los tambores extremos, generalmente el situado en "cabeza". Todos los componentes y accesorios del conjunto se disponen sobre un bastidor, casi siempre metálico, que les da soporte y cohesión.

Se denominan cintas fijas a aquéllas cuyo emplazamiento no puede cambiarse. Las cintas móviles están provistas de ruedas u otros sistemas que permiten su fácil cambio de ubicación; generalmente se construyen con altura regulable, mediante un sistema que permite variar la inclinación de transporte a voluntad.

280. En la figura se muestra el esquema general de un sistema de correas transportadoras. Defina los objetivos de al menos 5 de sus partes.



Correa transportadora: Soportar el material para poderlo transportar continuamente.

Polines de retorno: Sostener la correa que regresa a tomar de nuevo carga, están soportados por cojinetes lubricados con grasa, sobre las cuales se apoya el trecho de retorno de la correa.

Polines de carga o Conducción: Como lo dice su nombre, su función es soportar y transportar la carga que está moviendo la cinta transportadora.

Polines auto alineante de carga: Están dispuestos en puntos estratégicos en toda la cinta transportadora a objeto de mantener alineada la correa cuando está funcionando con carga. Esto significa que controlan el movimiento lateral de la correa.

Polines de Impacto: Están ubicados justo debajo de la descarga del buzón de la correa y reciben directamente la carga a medida que se descarga el suministro, están construido de material que puede amortiguar el impacto del golpe de la carga y de esta manera proteger la correa evitando que se gaste o rompa durante el funcionamiento.

Tambor o Polea de Cabeza Motriz: Esta pieza de la correa cumple las siguientes funciones:

- Tracciona la cinta transportadora, es por ello que está forrada en goma cuya superficie tiene forma de bizcocho.
- Si su alineamiento es correcto mantiene centrada la banda de transporte.
- El diámetro del tambor tiene como objetivo permitir doblar la cinta transportadora sin dañar las telas y la goma de que está confeccionada.

Polea Tensora con Contrapeso: La función principal de este dispositivo mecánico es mantener estirada la cinta transportadora a objeto de que no pierda adherencia y arrastre de la polea motriz y además evitar mediante esta tensión el azote de la cinta o banda transportadora evitando daños.

Poleas Deflectoras del Tensor: Obligar a la cinta transportadora a adherirse a la mayor superficie de contacto con el tambor motriz.

Polea Deflectora de Cola: Obligar a la cinta transportadora a adherirse a la mayor superficie de contacto con la polea de retorno o de cola para que ayude a que ésta permanezca centrada.

Tambor o Polea de Cola/Retorno: Sostener la cinta transportadora por el otro extremo por donde siempre se coloca la carga sobre la correa.

Tolva de Carga o Alimentación: La apropiada colocación del material en la correa ayuda mucho a una operación sin problemas y baja los costos de mantención.

Tolva de Descarga: Direccionar la carga hacia el punto de descarga, puede acumular pequeñas cantidades de material hasta direccionar hacia su destino. Permite la salida del material de la correa en forma idónea (dirección y flujo)

Guardera o Guardapolvo: Distribuir correctamente el material en la correa, evitar que este se derrame fuera de la correa en forma peligrosa.

Raspador de la Correa: Limpiar la correa del material que queda adherido a ella después de haber descargado.

Freno Mecánico de Retroceso: Evitar que la correa se devuelva cuando esta se detenga en una pendiente y además tenga carga.

Piolas de Paradas o de Emergencia: Detener las correas transportadoras en cualquier momento y desde cualquier parte desde donde esta se haya accionado.

Panel de Control (Botoneras): Este mecanismo es el encargado de ejecutar las órdenes realizadas por el Operador en los botones locales (Partir - Parar) de los equipos involucrados en el área, las cuales se realizan mediante lazos de control que los equipos poseen

Equipos para proceso de secado

281. ¿Cómo se pueden clasificar las operaciones de secado?

Las operaciones de secado se pueden clasificar de diferentes maneras. Una de ellas es clasificar las operaciones de secado en **continuas y discontinuas**.

Otra clasificación es de acuerdo al método de transmisión de calor a los sólidos húmedos, esto es en **secadores directos y secadores indirectos**.

282. ¿Cómo se realiza la transferencia de calor en los secadores directos e indirectos?

En los secadores directos, la transferencia de calor para el secado, se logra por contacto directo entre los sólidos húmedos y los gases calientes. El líquido vaporizado se arrastra con el medio de secado, es decir, con los gases calientes. Los secadores directos se llaman también secadores por convección.

En los secadores indirectos, el calor de secado se transfiere al sólido húmedo a través de una pared de retención. El líquido vaporizado se separa independientemente del medio de calentamiento. La velocidad de secado depende del contacto que se establezca entre el material mojado y las superficies calientes. Los secadores indirectos se llaman también secadores por conducción o de contacto.

Secadores continuos. Secador rotatorio

283. ¿Cuáles son las variables que afectan al secado en un secador rotatorio?

- Temperatura
- Humedad
- Velocidad del aire
- Permanencia del material dentro del secador
- Número de aletas que tenga el tambor y de las características particulares del material a secar, tamaño, porosidad, densidad, etc.

284. Mencione los datos de operación de un secador rotatorio

- La capacidad evaporativa típica de secadores rotatorios varía entre 1000 y 6000 Btu/hr ft³.
- El sólido ocupa del 5 al 15% del volumen del cilindro.
- Su relación longitud/diámetro varía entre 4 y 15.
- La velocidad óptima del gas a través del cilindro es de 1.7 a 3.4 m/s (4.9 a 9.8 ft/s).
- El tiempo de retención de sólido en secadores rotatorios comerciales varía de 5 min a 2 hr.
- La pendiente del cilindro está comprendida entre el 2.5 y 5% con respecto a la horizontal.

285. ¿Cuál es el tiempo y la capacidad de secado en un secador rotatorio?

Tiempos de secado comprendidos entre 5 y 60 minutos y capacidad de secado desde unos pocos cientos de Kilogramos por hora hasta alcanzar las 200 t/h.

286. Describa el funcionamiento del secador rotatorio directo

El secador rotatorio de calor directo está equipado comúnmente con aspas en el interior, para levantar y dejar caer los sólidos a través de la corriente de gas a su paso por el cilindro. Estas

aspas se ubican en forma alterna cada 0.6 a 2 mt. Para asegurar una cortina de sólidos más continua y uniforme en el gas.

287. Nombre los principales componentes de una planta de secado

- Generador de Gases Calientes
- Planta de Combustibles
- Tambor rotatorio (Secador directo e indirecto)
- Buzón de descarga
- Recuperadores de Polvo: Filtros de manga, Precipitador Electrostático y Ciclones
- Sistema de extracción de gases: Ventilador extractor tipo Inducido VTI.
- Ductos

288. Describa brevemente los objetivos de 3 de los componentes de una planta de secado

Generador de Gases Calientes: Quemar en forma eficiente y segura el combustible, con el fin de generar gases calientes para secar el producto

Planta de Combustible: tren de combustible (bombas, filtros, válvulas, cañerías e instrumentos). Es el encargado de conducir el combustible hacia el quemador en condiciones adecuadas de temperatura, presión y flujo.

Tambor rotatorio (Secador): Poner en contacto el producto a secar con los gases calientes

Caja de descarga: Efectúa la separación gravitacional primaria del producto. En ella se separa el material de mayor granulometría de la corriente de gases, cayendo hacia algún sistema de transporte instalado en la parte inferior de la caja, el que puede ser un tornillo helicoidal, correa transportadora, rastra u otro.

Recuperadores de polvo:

Ciclones: Realizan la separación secundaria, del material cuya granulometría permite ser arrastrado por los gases.

Filtros manga: Realizan la etapa final de limpieza de los gases, para cumplir con las normas de emisión de material particulado.

Precipitador Electrostático: El precipitador electrostático es un dispositivo utilizado para la descontaminación del aire que utiliza las fuerzas eléctricas para la remoción de la fracción sólida de un efluente, dirigiendo las partículas hacia las placas del colector

Sistema de extracción de gases:

Ventilador de tiro inducido (VTI): Aspirar los gases desde el secador y hacerlos pasar por todo el sistema de limpieza de gases (caja de descarga, ciclón y filtro de mangas o precipitador electrostático)

Ductos: Canalizar la aspiración de gases desde el secador y mantener el sello del sistema de vacío en el secador.

289. Describa los riesgos en el proceso de secado

En el generador de gases calientes

- Riesgos inherentes al fuego y alta temperatura
- Incendios
- Explosiones (gas piloto)
- Daño a las personas e instalaciones (producto)
- Problemas operativos
- Capacidad: déficit de combustible
- Calidad: mala calidad de combustión, producto manchado

En el Tambor rotatorio

- Riesgo de partes móviles (daños personales, protecciones)
- Problemas operativos
- Acumulación de carga (alta humedad)
- Desprendimiento de carga pegada (pulso)
- Detención con carga en el interior

En el Ciclón y filtro de mangas

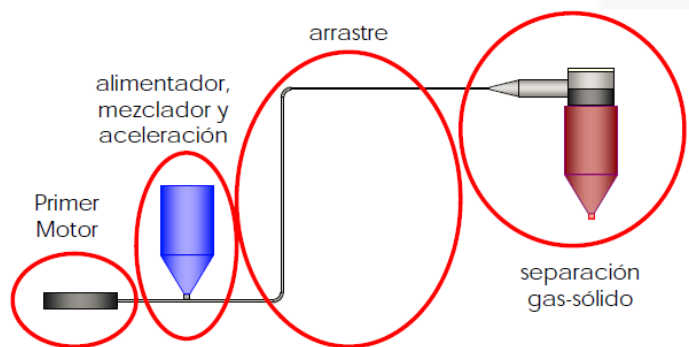
- Atochamientos con carga
- Obstrucción que disminuye caudal de extractores
- Falta de capacidad
- Riesgos: partes móviles (válvulas rotativas y tornillos transportadores)

En el Ventilador extractor

- Riesgo de partes móviles (daños personales, protecciones)
- Problemas operativos: El funcionamiento de este equipo tiene una incidencia fundamental en la capacidad del secador.
- Falta de capacidad (menor velocidad, correas patinan, problemas eléctricos, suciedad)
- Desbalanceo por ensuciamiento del rotor (vibraciones)

Transporte neumático de la descarga del secador

290. Según la figura describa las etapas del sistema de transporte neumático



- **Primera Etapa: Primer Motor**
La primera de ellas es el primer motor (en inglés: prime mover), el cual está encargado de alimentar al sistema de la energía necesaria para el transporte neumático. Para su diseño se debe identificar el gas (fluido) y la presión (positiva o negativa) requerida para el arrastre.
- **Segunda Etapa: Alimentador, mezclador y aceleración.**
Luego podemos identificar la zona donde se encuentran el alimentador, mezclador y la zona de aceleración. Esta área es considerada una de las más cruciales (críticas) en cualquier sistema de transporte neumático. Ocurre un gran cambio en la cantidad de movimiento (ó momentum) cuando el sólido es mezclado con el flujo de gas.
- **La tercera área es la correspondiente a los ductos que conducen el gas y que se conoce como zona de transporte.**
Una vez que los sólidos hayan pasado por la zona de aceleración, ingresan a la zona de transporte, la que consiste en ductos (cañerías). La selección de los ductos tiene una serie de parámetros, entre los que se incluyen lo abrasivo del producto transportado, los requerimientos de presión, etc.
- **Cuarta Etapa: Separación Gas-Sólido**
La última zona es la de separación gas-sólido. En ésta, los sólidos son separados de la corriente del gas (flujo) en la cual han sido transportados en forma de arrastre. En esta etapa se pueden presentar dos equipos característicos como lo son los ciclones y los precipitadores electrostáticos.

291. ¿Cómo se clasifican los sistemas de transporte neumático?

- Sistemas de fase diluida
- Sistemas de fase densa:
- Régimen de flujo inestable
- Régimen de flujo inestable/estable
- Régimen de flujo estable

292. Describa brevemente como opera un secador indirecto

Un tipo de secador indirecto posee una carcasa rotatoria inclinada, como los secadores directos, pero en lugar de elevadores está provisto de tubos que contienen vapor o agua caliente.

La alimentación se calienta por contacto directo con los tubos sobre los cuales fluye formando una delgada capa. Se inyecta aire a través del secador en cantidad suficiente para eliminar el vapor de agua. El aire abandona el secador prácticamente saturado, por lo cual la cantidad requerida, suele ser mucho menor que en un secador rotatorio directo

293. Describa la puesta en marcha de un secador indirecto

La secuencia de encendido es la siguiente:

- Extractor principal. Debe arrancarse con el damper cerrado.
- Esclusas.
- Correa transportador de descarga o tornillo sin fin.
- Cilindro rotatorio.
- Ventilador de dilución. El ventilador de dilución debe abrirse para bajar la temperatura de ingreso de gases.

Con todos los equipos corriendo se procede a encender el quemador para iniciar el secado. El damper del extractor principal debe estar en la posición abierto para secar.

- Se debe encender el quemador con el mando en modo manual y fuego mínimo
- Mantener en esa condición por 10 minutos para calentar todos los equipos. El quemador se detendrá por alta temperatura de gases de salida y se encenderá cuando la temperatura baje del valor de alarma de alta temperatura
- En el ciclo de encendido del quemador debe adicionarse carga haciendo funcionar la correa de alimentación.
- Cuando la temperatura de secado este cerca del **set point de temperatura de operación** se traspasa el mando a automático.
- El control de temperatura dará la señal al quemador para mantener la temperatura de salida de gases del secador. El set point debe situarse de manera que el producto salga seco del secador. A menor temperatura de salida del secador mayor es el ahorro de combustible y mayor es la humedad de salida del producto. El set point debe situarse lo más bajo posible de acuerdo a las condiciones de operación; flujo de material y humedad de entrada. Es **muy importante que la temperatura de salida no sobrepase nunca la temperatura máxima que resisten los componentes mecánicos**. Como también Es **muy importante que la temperatura de salida no baje nunca 80°C** dado que es la temperatura de rocío y el humedecimiento de los equipos por su interior hace que se adhiera el polvo en las paredes y se obstruyen. Es decir se debe evitar que condense agua en el interior. Para evitar este fenómeno se debe mantener la temperatura en torno al set point de operación normal.

294. Describa como se realiza la detención de un secador indirecto

Durante la operación, el refractario del fogón permanece a una alta temperatura. Si es enfriado bruscamente sufrirá serios daños.

Para detener el equipo debe bajarse la carga a un mínimo y después detener la alimentación de carga y el quemador. Los ventiladores se detienen cuando el equipo esté suficientemente frío.

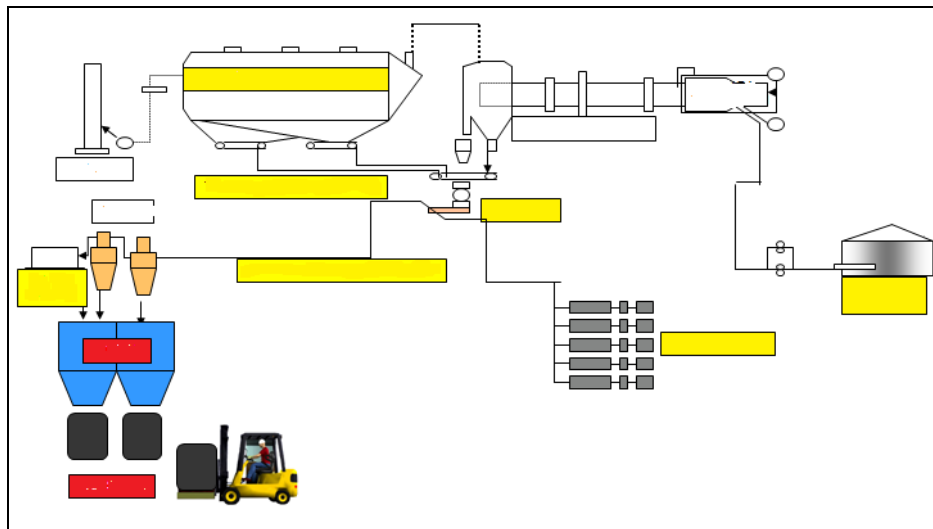


Envasado, carguío y despacho de concentrado

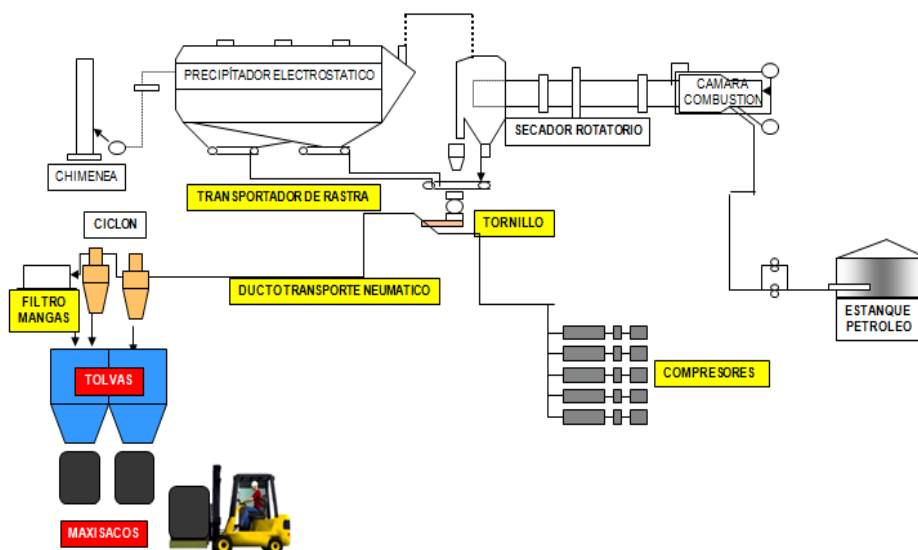
295.- ¿Cuál son los principales equipos que integran el área de envasado, carguío y despacho?

Los equipos principales presentes en el área de envasado, carguío y despacho de concentrado de Molibdeno están compuestos por sistemas de transporte de sólidos como; tornillo helicoidal (sin fin), elevadores de capacho y de presión. Además de equipos auxiliares como; tolvas, válvulas, compresores y grúa horquilla.

296.- ¿En el siguiente diagrama indique usted los principales equipos involucrados en la operación del sistema de envasado, carguío y despacho de concentrado?



Respuesta:



297. ¿Qué tipos de equipos de transporte de sólidos tiene el sistema de envasado, carguío y despacho de concentrado molibdeno?

Existen variados tipos de transportadores, y una variación de los mismos, pero los principales usados en el proceso de envasado del molibdeno son:

- Elevador de cubeta o capacho.
- Tornillo helicoidal.

298.- ¿Indique los tipos de modelos más importantes de elevadores de capacho?

Existen varios modelos diferentes de elevadores de capacho, sólo cuatro son los más relevantes:

descarga centrífuga
cubeta continuo
súper capacidad
descarga positiva

299.- ¿Qué características tiene el elevador de cubeta continuo?

Los elevadores de cubeta continua no escarían el material fuera de la caja de carga como lo hace la descarga centrífuga. Este modelo de elevador debe cargarse en forma directa a través de un miembro de carga y a velocidades reducidas. La velocidad más baja reduce la posibilidad de que el material más delicado se dañe.

300.- ¿Estos elevadores de capachos son aptos para el transporte de materiales con humedad?

En general se deben evitar los materiales mojados o húmedos.

301.- ¿En qué se destacan los elevadores de carga positiva respecto a otros?

Los elevadores de descarga positiva son similares a los de descarga centrífuga excepto que las cubetas están montadas en la parte posterior entre dos cadenas. Las cubetas en este transportador se unen a la cadena por ajustes fijos o ajustes de rótulas.

302.- ¿Indique las principales características de un transportador neumático?

Los transportadores neumáticos pueden funcionar al vacío o a presión:

Los sistemas al vacío son ideales para transportar material desde varias fuentes y trasladarla a una tolva principal.

Los sistemas presurizados esencialmente toman el material desde una fuente (la entrada) y la trasladan a cualquier número de destinos.

303.- ¿Indique la característica principal de un sistema de transporte de baja presión?

Un compresor de desplazamiento positivo del tipo lóbulo se puede usar para crear la presión para el transportador de baja presión. A diferencia del sistema al vacío, la presión es positiva. La salida de este sistema es limitada aproximadamente a 12 psig.

304.- ¿Características de un sistema de transporte neumático a alta presión?

Los sistemas de alta presión funcionan a presiones entre los 45 psig y los 125 psig. El equipo en este sistema está compuesto de algún tipo de compresor (recíproco o de deslizamiento son los comunes), un receptor para el aire comprimido y un estanque de viento.

El gas comprimido debe estar libre de aceite por dos razones:

Para evitar la contaminación del producto

Para asegurar que el material esté seco y libre de cualquier efecto de aglomeración.

305.- ¿Características de transportador de rodillo de gravedad?

Los transportadores de rodillo de gravedad pueden trasladar material en forma rápida y en cualquier dirección horizontal. Si está inclinado, pueden usar la gravedad para mover el material. En una superficie nivelada, el objeto puede ser empujado por un impulsador o por las cargas de materias desde una fuente externa.

306.- ¿Indique los modelos de transportadores de rodillo vivo?

Existen tres modelos básicos de transportadores de rodillo vivo:

- rodillo vivo de transmisión por cadena.
- rodillo vivo de transmisión por correa.
- correa que se desliza la base del rodillo.

307.- ¿Indique en qué consiste un transportador de correa cangilones?

Los elevadores de correa a cangilones son los equipos más comunes y económicos para el movimiento vertical de materiales a granel. Los cangilones son los recipientes que contienen el material, tomándolo en la parte inferior del sistema y volcándolo en la parte superior, para este cometido deben tener una configuración adecuada.

Los cangilones van montados sobre la correa que es la que trasmite el movimiento del tambor de accionamiento y la que debe absorber los esfuerzos provocados por esta transmisión además del peso efectivo del material elevado y el peso propio de los cangilones.

308.- ¿Cuáles son las principales características de un tornillo sin fin?

Los dos característica principales del tornillo sin fin en el transportador son el *tipo de paleta* y el *paso*.

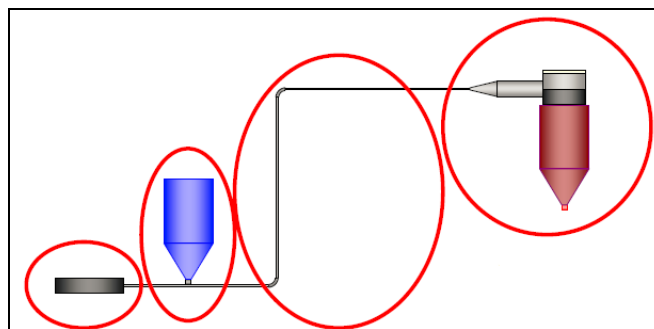
309.- ¿Qué función cumplen los canalés en un transportador tornillo sin fin?

Los canales cumplen la función de alojar el material a transportar y existen diferentes modelos de canales se usan en los transportadores de tornillo sin fin. La mayoría de los canales tienen la forma de U ya que deben ser redondos en el fondo para acomodar el contorno cilíndrico del tornillo sin fin.

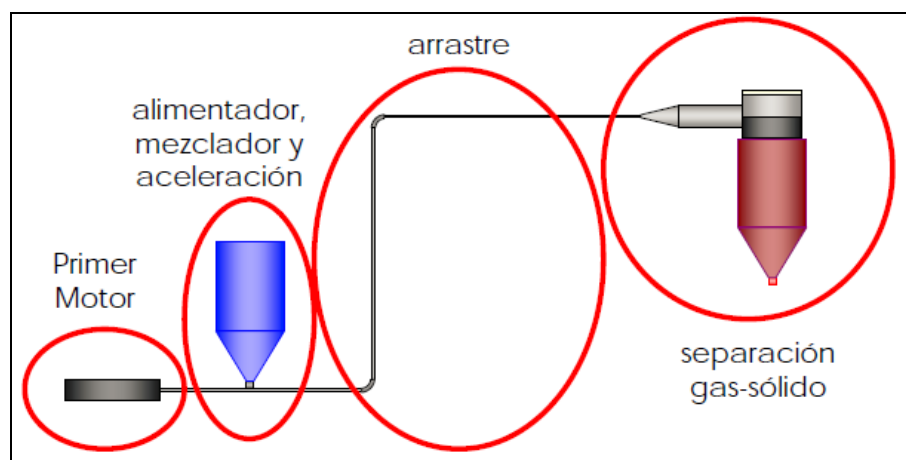
310.- ¿En qué consiste el aire comprimido?

El aire comprimido consiste en el proceso de reducir el volumen del aire; mediante un equipo que actúa como una bomba compresora ejerciendo presión sobre éste. Una vez comprimido se transforma en energía, con la que podemos mover, accionar un mecanismo o una herramienta.

311.- ¿Señales en los círculos las principales etapas de transporte neumático?



Respuesta:



312.- ¿En consiste la segunda etapa de transportador neumático?

La segunda etapa consiste en el Alimentador, mezclador y aceleración. En donde se puede identificar la zona donde se encuentran el alimentador, mezclador y la zona de aceleración. Esta área es considerada una de las más cruciales (críticas) en cualquier sistema de transporte neumático. Ocurre un gran cambio en la cantidad de movimiento (o momento) cuando el sólido es mezclado con el flujo de gas.

313.- ¿En consiste la cuarta etapa de transportador neumático?

La cuarta etapa de transportador neumático es la última zona es la de separación gas-sólido. En ésta, los sólidos son separados de la corriente del gas (flujo) en la cual han sido transportados en forma de arrastre. En esta etapa se pueden presentar dos equipos característicos como lo son los ciclones y los precipitadores electrostáticos.

314.- ¿Identifique las principales desventajas de la “fase densa” en un sistema de transporte neumático?

Las principales desventajas son: Flujo inestable y discontinuo, Muy sensible a las características del mineral, Material debe ser permeable, es decir con tendencia natural a retener el aire, Material debe poseer buenas características de fluidización, Altos costos de inversión y Equipos complejos

315.- ¿Describa como es el sistema regular de envasado de molibdeno?

El maxisaco se coloca debajo de la tolva de carga que posee un sistema de envasado semi automático, en el cual el operador con la botonera partir inicia el ciclo de carga en el cual la báscula o pesa registra el peso inicial del sistema y luego abre la válvula para iniciar la carga del concentrado, fase que terminará una vez se alcance el peso máximo impuesto por el sistema 1500 kilos. Cuando el peso máximo sea registrado por la báscula, se inicia el cierre de la válvula de carga. Existen sistemas de envasado que son capaces de almacenar dos o tres programas diferentes para diferentes pesos de carga como 1000, 1500 ó 2000 kilogramos, en cuyo caso el operador antes de iniciar el proceso de llenado del maxisaco debe seleccionar el programa de acuerdo a la capacidad del maxisaco a utilizar. Ante cualquier problema que pudiese presentarse como el no cierre de la válvula cuando llegue al peso máximo, el operador puede manejar de forma manual la válvula para forzar el cierre en caso de que los sensores no operen.

316.- ¿Indique cuál es el rango de concentraciones promedio de los concentrados de molibdeno en el análisis químico que se realizan a la muestra del maxisaco de molibdeno?

Las concentraciones promedios para el concentrado de molibdeno son:

Mo > 48%

Cu < 2.5 %

As < 0.15%

Pb < 0.039%

317. Las diferentes tareas que realiza una grúa horquilla son:

- a) Elevar a las personas para realizar trabajos en altura en Almacenes
- b) Transportar personas en las horas de colación en distancias largas
- c) **Apilar materiales dentro y fuera del sector de acopio o almacenamiento**
- d) Remolcar vehículos con las horquillas por la altura de sus dimensiones

318. Los lugares más comunes en donde está expuesto un operador de grúa horquilla a situaciones críticas son:

- a) **Ambientes nocivos y ruidosos**
- b) Almacenes limpios y ordenados
- c) Galpones con mucha iluminación
- d) Sectores demasiado amplios

319. Uno de los riesgos asociados a la operación de grúa horquilla es:

- a) Chocar contra los galpones de esponja en salas de ventas
- b) **Sobre esfuerzo por postura de trabajo en la cabina de grúa**
- c) Ruptura de zapatos de seguridad por sobre esfuerzo
- d) Caída de EPP por mala manipulación de la grúa horquilla

320. Uno de los puntos clave para una conducción Segura en grúa horquilla es:

- a) Utilizar guantes de látex con cabritilla para un mejor agarre del volante
- b) Utilizar zapatillas con punta de carbono para aumentar rapidez de freno
- c) **Utilizar la bocina únicamente en caso de un posible riesgo de accidente**
- d) Utilizar la bocina en todo momento que tenga que cargar y descargar

321. Se podrá conducir marcha atrás con la grúa horquilla solo cuando:

- a) **Descienda cargado por una pendiente**
- b) El terreno este disperejo en un plano
- c) El sol este de espalda a la grúa horquilla
- d) Las luces delanteras no funcionen

322. Las acciones sub-estándares son errores que se cometen por:

- a) **Desconocimiento, o falta de habilidad**
- b) Descontento del trabajador en la faena
- c) Falta de apoyo de los señaleros fijos
- d) Caminos muy planos y sin pendientes

323. Según el principio del balancín, el equilibrio de una grúa horquilla se establece sobre tres puntos, que son:

- a) Las ruedas delanteras, traseras y contra peso
- b) Contra peso, eje trasero y punto de apoyo
- c) **Carga, punto de apoyo y contra peso**
- d) Eje delantero, eje trasero y carga total

324. El mecanismo de dirección en la grúa horquilla actúa sobre:

- a) Solo sobre el eje de dirección
- b) **Solo sobre el eje trasero**
- c) Solo sobre los cilindros delanteros
- d) En el centro del bastidor del equipo

325. A que se denomina triangulo de equilibrio en la operación de grúa horquillas

- a) La figura geométrica formada por el mástil y las horquillas del equipo
- b) La figura que forma el cilindro de dirección y el centro de giro del equipo
- c) **A los puntos de apoyo del eje delantero y el pivote del eje trasero**
- d) La posición que debe adoptar el operador para protegerse cuando el equipo sufre un volcamiento

326. Desde el punto de vista de la ergonomía, las demandas o exigencias de un operador de grúa, se agrupan en cuatro factores o cargas, tales como:

- a) **Físico, ambientales, mentales y organizacionales**
- b) Físico, corporal, extremidades, legados
- c) Mentales, psíquicos, neurológicos y fatales
- d) Mentales, físicos, actitudes e inesperados

327. Si un operador de grúa horquilla siente que no está en condiciones psíquicas para trabajar, debe comunicar esta situación a:

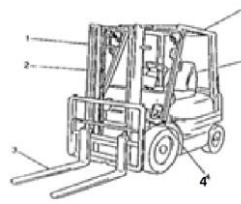
- a) La superintendencia de psicología de la compañía
- b) Al jefe de recursos humanos de la compañía
- c) **A la jefatura directa de la compañía**
- d) Al jefe de mantención

328. Si el operador detecta fallas o cualquiera anomalía o deteriore que implique riesgos, deberá informarlos a

- a) **Su supervisor o jefe directo**
- b) La superintendencia de mantención
- c) Al jefe de recursos humanos
- d) Al jefe de mantención

329. El número 4 de la fotografía está indicando el siguiente componente:

- a) Al eje delantero pivote
- b) Cilindro de basculación
- c) Carro desplazable fijo
- d) Rotula de dirección



330. Las fuentes de energías para las grúas horquillas que funcionan con dos combustibles son:

- a) Diésel y gas
- b) Gas y gasolina
- c) Gasolina y diésel
- d) Diésel y butano

331. Las grúas eléctricas trabajan con:

- a) Un motor y un generador de energía
- b) Un motor y un conjunto de baterías
- c) Un conjunto de baterías y motor propulsión
- d) Un motor y motor de propulsión

332. Los operadores podrán operar el equipo cuando:

- a) Un compañero les haya informado que está en buen estado
- b) Le informe el supervisor vía radial que el equipo esta revisado
- c) Se dé cuenta que el equipo esta nuevo, limpio y asignado a él
- d) Se encuentre asignado y haya terminado la inspección por él

333. Algunas de las ventajas de la grúa horquilla son:

- a) Versatilidad de movimiento
- b) Lo angosta de estructura
- c) La estabilidad de estructura
- d) La fuerza de giros cortos

334. Algunas desventajas riesgosas de la grúa horquilla son:

- a) Levanta carga grande a máxima altura
- b) Transitar por caminos recién asfaltados
- c) Necesitar siempre un señalero indicador
- d) Tener la dirección en la parte trasera

335. Según su capacidad de levante, la que se mide en toneladas o libras, clasifica a las grúas horquillas en:

- a) Pequeñas más de 5 ton
- b) Mediana menos de 5 ton
- c) **Grandes más de 5 ton**
- d) Regular menos de 1 ton

336. Qué debe hacer un operador de grúa horquilla antes de dar arranque al equipo:

- a) Poner las llaves en Off y luego hacerlas girar hasta que el motor arranque
- b) **Revisar, sentarse, conectar llave en ON , checar, confirmar y tocar bocina**
- c) Revisar, conectar llave de arranque en ON, sentarse y dar arranque start
- d) Revisar, sentarse, llevar llave a ON, checar, dar arranque, tocar bocina

337. Que debe hacer un operador en el proceso de arranque en frio cuando las temperaturas son inferiores a 15°C aproximadamente.

- a) Inyectar combustible en forma manual cada 3 min.
- b) Aumentar el tiempo de contacto con la llave 3 min.
- c) Aumentar la temperatura del motor a cada minuto
- d) **Repetir la frecuencia de arranque cada 1 minuto.**

338. En el proceso de arranque de los motores diésel de las grúas, el operador deberá:

- a) **Esperar que el indicador de calentador de bujía se apague para dar arranque**
- b) Esperar que el auto-calentador de bujías se apague para iniciar el arranque
- c) Esperar que el dispositivo hot-calentflow se apague para dar ignición Off
- d) Someter al apagado automático el arranque con la llave en off y dar start

339. Para detener el motor diésel de una grúa horquilla el operador realizara los siguientes pasos en forma ordenada según el procedimiento:

- a) Detener la marcha de la grúa, apagar el motor con llave en On, aplicar freno de mano y revisar los indicadores y tocar la bocina.
- b) Aplicar freno de mano, apagar el motor, revisar los indicadores, tocar la bocina, detener todo tipo de desplazamiento.
- c) **Detener desplazamiento con freno de servicio, seleccionar neutral, revisar panel, conectar freno de mano y llevar llave a Off**
- d) Buscar estacionamiento, detener el motor, aplicar freno de mano, revisar panel, revisar el equipo por si le falta alguna cosa.

340. Una de las causas por las cuales no arrancaría el motor diésel es:

- a) Por falta de mantenimiento los sistemas de levante que están en la bomba
- b) Por falta de mantención a los filtros de admisión y escape y aceites de caja
- c) **Por falta de mantención a las baterías, filtros de aire y chapa de contacto**
- d) Sensor de horas de uso, filtros, neumáticos, asiento, parabrisas y bencina

Técnicas operacionales en el manejo de la carga

341. La ubicación del peso de la carga debería estar en:

- a) La parte más cercana al centro de las horquillas
- b) Al talón lo más cerca de la punta de las horquillas
- c) **La parte más cercana al talón de la horquilla**
- d) La parte entre talón y centro de horquilla

342. Antes de elevar una carga el operador debe:

- a) Calcular volumen, tamaño y dimensiones
- b) Calcular volumen, masa y dimensiones
- c) **Calcular masa, volumen y centro de carga**
- d) Calcular volumen, masa y centro de tamaño

343. El manejo mecanizado de materiales con grúas horquillas, se realiza en tres etapas:

- a) Levantar y bajar la carga rápidamente y trasladarla con una inclinación
- b) **Acercase con baja velocidad, no golpear la carga y levantar o bajar suave**
- c) Posicionamiento frente a la carga, tomar la carga y elevar rápidamente
- d) Subir o bajar carga con cuidado pero rápido, asegurar y no pasar

344. Las cargas peligrosas son aquellas que están en la siguiente condición:

- a) Mal empacadas y sujetas firmemente a un pallet
- b) Los ácidos que están enzunchados a un pallet
- c) **Las cargas que están sobre puestas sin sujeción**
- d) Las cargas desordenadas y amarradas con cintas

345. La forma correcta de trasladar una carga es de la siguiente:

- a) Levantar las horquillas 40 cm del piso e inclinar la torre hacia adelante
- b) Levantar las horquillas 20 cm del piso e inclinar la torre hacia adelante
- c) Levantar la torre hacia atrás 20 cm y mantener las horquilla levantadas
- d) **Inclinar la torre hacia el equipo y levantar las horquillas 20 cm del piso**

Técnicas de desplazamiento por terrenos disparejos

346. La velocidad de desplazamiento de una grúa horquilla debería ser aproximadamente:

- a) 50km/h
- b) 40km/h
- c) 20km/h
- d) 15km/h

347. La conducción de una grúa según la nueva ley de tránsito vigente debe ser:

- a) Clase B-C
- b) Clase D-B
- c) Clase D
- d) Clase B

348. La forma correcta de atravesar una línea férrea con una grúa horquilla es:

- a) En forma diagonal
- b) En línea recta
- c) En forma paralela
- d) Retrocediendo

349. Cuál de las siguientes imágenes corresponde a la correcta operación de traslado de carga con grúa horquilla

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4



Señales normadas para comunicación con señaleros

350. La siguiente advertencia corresponde a;

- a) No salte del equipo
- b) Carguese en una curva
- c) Cuidado se puede caer
- d) Use cinturón de seguridad



351. La siguiente imagen de advertencia corresponde a:

- a) Activación de sensor de inclinación
- b) Peligro de volcamiento o longitudinal o lateral
- c) No realizar giros en U en pendientes mayores a 10%



- d) No circular por terrenos irregulares

352. La siguiente imagen de advertencia corresponde a:

- a) En caso de emergencia aplicar freno de servicio
- b) **Control de basculación de la torre (mástil)**
- c) Indicador de falla en pedal del sistema monotrol
- d) Ajuste asiento del operador



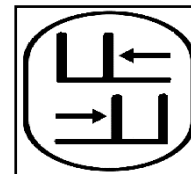
353. La siguiente imagen de advertencia corresponde a:

- a) Sujétese firmemente con los pies
- b) Utilizar sensor de sueño
- c) No operara bajo la influencia del alcohol
- d) **Estar atento a las condiciones del terreno**



354. La siguiente imagen de advertencia corresponde a:

- a) Mantenga su derecha o izquierda según corresponda
- b) Ajustar separación de horquillas
- c) Opere con vidrios cerrados
- d) **Desplazamiento del carro**



356. La siguiente señal de operación de grúa horquilla corresponde a:

- a) Subir brazo principal
- b) Subir pluma
- c) Subir gancho
- d) **Subir horquillas**



357. La siguiente señal de operación de grúa horquilla corresponde a:

- a) Detener movimiento
- b) Bajar horquilla
- c) Giro a la derecha
- d) **Inclinar mástil hacia adelante**



358. La siguiente señal de operación de grúa horquilla corresponde a:

- a) **Inclinar mástil hacia atrás**
- b) Detener desplazamiento
- c) Desplazar marcha atrás
- d) Juntar horquillas



359. La siguiente señal de operación de grúa horquilla corresponde a:

- a) Bajar horquillas a piso
- b) **Bajar horquilla**
- c) Giro a la derecha lentamente
- d) Inclinar mástil hacia adelante



360. La siguiente señal de operación de grúa horquilla corresponde a:

- e) Parada de emergencia
- f) Suspenda y asegure todo
- g) Detener y asegurar todo
- h) **Giro a la izquierda**



361. La siguiente señal de operación de grúa horquilla corresponde a:

- i) Detener desplazamiento
- j) Mover carro a la derecha
- k) **Suspenda y asegure todo**
- l) Espere instrucciones



362. La siguiente señal de operación de grúa horquilla corresponde a:

- m) **Parada de emergencia**
- n) Separar las horquillas
- o) Centrar la carga
- p) Enderezar las ruedas



EVALUACIÓN CONDUCTUAL DE PROCESO (*)

Instrucciones para el instructor :

Antes de completar ésta evaluación tenga presente que

- Éste instrumento tiene como objetivo evaluar las competencias conductuales que se describen a continuación en determinados momentos del proceso formativo para retroalimentar al alumno y detectar las brechas entre el estado actual y el estado deseado.
- Antes de completar ésta evaluación, asegúrese de haber leído y comprendido la definición de las competencias que usted evaluará y los indicadores de conducta asociados a cada competencia.
- A modo de facilitar la calificación que usted realice cada indicador de conducta es evaluado a través de una escala likert de frecuencia (Siempre, Frecuentemente, Ocasionalmente, Rara Vez, Nunca)
- Por cada indicador de conducta marque una X en el casillero que corresponda según su evaluación.
- Recuerde que éste instrumento no evalúa una actividad específica (por ej.: una prueba), para realizar ésta evaluación usted tiene que considerar el desempeño mostrado por el alumno durante el período determinado que usted está evaluando.

Nombre Completo del Alumno (a)	
N° Cédula de Identidad del Alumno	
Nombre Programa de Entrenamiento	
Período que se evalúa	
Fecha en que se realiza la evaluación	
Instructor (a) Evaluador (a)	

Competencia	Indicadores de conducta	Siempre	Frecuentemente	Ocasionalmente	Rara Vez	Nunca
Seguridad Capacidad de realizar el trabajo manteniendo una actitud proactiva hacia el autocuidado y la prevención de los riesgos asociados a las personas y los equipos en cada una de las actividades.	Antes de iniciar una tarea evalúa las condiciones de seguridad en el entorno de trabajo.					
	Informa inmediatamente al instructor o a quien corresponda si detecta cualquier riesgo antes, durante o al finalizar una tarea.					
	Aplica medidas correctivas para prevenir y/o controlar los riesgos analizando previamente que sean viables y no constituyan mayor riesgo para las personas, los equipos y el medioambiente.					
	Trabaja respetando las instrucciones, procedimientos y estándares establecidos para cada actividad.					
	Utiliza los EPP requeridos y adecuados en cada actividad.					
Retroalimentación (aspectos más sobresalientes del alumno en relación a ésta competencia, oportunidades de mejora, recomendaciones)						

Competencia	Indicadores de conducta	Siempre	Frecuentemente	Ocasionalmente	Rara Vez	Nunca
Productividad Capacidad de trabajar hacia el logro de los objetivos dentro de los plazos y estándares de calidad establecidos, optimizando el uso del tiempo y recursos disponibles.	Realiza las tareas que le son asignadas dentro de los plazos y estándares de calidad establecidos.					
	Trabaja optimizando el uso del tiempo y recursos disponibles.					
	Verifica el estado operativo de los equipos, herramientas y materiales que utiliza.					
	Informa oportunamente de toda falla que detecte en los recursos disponibles.					
	Retroalimentación (aspectos más sobresalientes del alumno en relación a ésta competencia, oportunidades de mejora, recomendaciones)					

Competencia	Indicadores de conducta	Siempre	Frecuentemente	Ocasionalmente	Rara Vez	Nunca
Trabajo en Equipo Capacidad de establecer relaciones de colaboración con otras personas logrando coordinar acciones en conjunto para cumplir las metas.	Comparte información útil y relevante para la correcta ejecución de las actividades y cumplimiento de objetivos.					
	Aunque realice trabajos individuales, comprende que su labor está vinculada (e impacta directamente) al trabajo de su equipo y los resultados finales que obtengan.					
	Comunica sus ideas en forma adecuada escuchando las opiniones de sus pares, jefaturas y/o colaboradores.					
	Explica claramente cuál es su rol en el equipo de trabajo.					
	Retroalimentación (aspectos más sobresalientes del alumno en relación a ésta competencia, oportunidades de mejora, recomendaciones)					

Competencia	Indicadores de conducta	Siempre	Frecuentemente	Ocasionalmente	Rara Vez	Nunca
Rigurosidad Disposición para realizar sus actividades con dedicación siguiendo los instructivos y procedimientos establecidos.	Antes de ejecutar una actividad revisa las instrucciones, estándares y procedimientos que aplican.					
	Realiza las actividades respetando las normas, estándares y procedimientos establecidos.					
	Registra la planificación de sus actividades.					
	Retroalimentación (aspectos más sobresalientes del alumno en relación a ésta competencia, oportunidades de mejora, recomendaciones)					

Competencia	Indicadores de conducta	Siempre	Frecuentemente	Ocasionalmente	Rara Vez	Nunca
Orientación al cliente interno	Identifica claramente cuáles son sus potenciales clientes internos en su área de trabajo u otras áreas relacionadas.					
	Capacidad de comprender los requerimientos de su cliente					
	Realiza preguntas que le permiten comprender los requerimientos de su cliente.					
	Ejecuta las tareas que le asigna el instructor cumpliendo con los plazos requeridos y estándares.					
	Retroalimentación (aspectos más sobresalientes del alumno en relación a ésta competencia, oportunidades de mejora, recomendaciones)					
	para responder a las necesidades del cliente de manera eficiente y oportuna.					

Fecha reunión de retroalimentación con alumno(a):	
Fecha próxima evaluación:	
Firma del Instructor(a) Evaluador(a):	

(*) Evaluación aplicada por el instructor durante el desarrollo de cada módulo formativo, la data se carga en sistema de información para alimentar informe de desempeño por cada participante al finalizar el programa el proceso formativo.

Sección 2 Instrumento de Evaluación

Instrucciones para el organismo formador/instructor

1. Evaluación de conocimiento:

Modalidad	Individual.
Aplicación	Grupal.
Espacio Físico	Sala de clases
Materiales	Una prueba por participante.

2. Evaluación de habilidad:

I. Operación Equipos de Flotación

Modalidad	Individual.
Aplicación	Individual-secuencial.
Espacio físico	Taller de flotación convencional
Materiales	10 kilos Mineral de granulometría 100% - 100# Tyler 2 Balanza digital 2 Peachímetro 2 Celdas flotación unitaria 4 Probetas 1000 cc 10 Bandejas 2 Cronómetros. 4 Brochas 2" 8 Baldes 4 Picetas 1000 cc Cal sólida y Lechada de cal (pH 11) Agua Reactivos colectores, espumantes. NaSH 4 Espátulas 1 Cuaderno por participante 1 Lápiz por participante
Aspectos a evaluar	1. Verifica el estado físico y mecánico de las celdas y equipos auxiliares, mediante chequeo preventivo para detectar desperfectos y/o anomalías. 2. Realiza ajuste de variables y parámetros de operación utilizando

	<p>las herramientas y panel de control adecuadas, para normalizar la operación.</p> <p>3. Ajusta variables y parámetros de operación utilizando las herramientas y panel de control adecuadas, para normalizar la operación.</p> <p>4. Incorpora y dosifica reactivos de flotación, midiendo y ajustando caudal en terreno.</p> <p>5. Opera las celdas de flotación, bombas y equipos auxiliares detectando operaciones fuera de régimen.</p> <p>6. Realiza reinicio y detención de equipos de forma coordinada.</p>
Infraestructura requerida	<p>1) Taller o laboratorio metalúrgico para realizar pruebas de flotación.</p> <p>2) Área de lavado de equipos y materiales sucios.</p> <p>3) Área de disposición de residuos producidos en la actividad.</p> <p>4) Sala de compresor de aire aislado del ruido.</p> <p>5) Mesones de trabajo.</p>
Disposición de la situación evaluativa	<p>1) El instructor indicará al participante la aplicación los siguientes criterios de evaluación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Chequeo de equipos. - Operación de los equipos en general. -Aplicación de secuencia de trabajo. -Resultados obtenidos en la flotación. -House keeping. <p>Conductas y actitud adoptadas, etc.</p> <p>2) El instructor debe realizar la observación evaluativa de forma independiente y secuencial para que pueda observar claramente y establecer la evaluación del participante.</p> <p>3) Registro en la pauta de observación las actividades realizadas por el</p>

	participante.
Herramientas	No requiere
Consideraciones al momento de la evaluación	<p>1) Uso correcto de EPP del participante:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guantes de cuero • Zapatos de seguridad. • Casco completo. • Antiparras. • Protector respiratorio. • Protector auditivo <p>2) Medidas de seguridad adoptada por el participante a efectuar la actividad.</p> <p>3) Revisión de equipos antes de realizar flotación</p> <p>4) Preparación de pulpa según procedimiento escrito de la actividad.</p> <p>5) Preparación de reactivos cuando corresponda.</p> <p>6) Dosificación de reactivos en los puntos establecidos.</p> <p>7) Dosificación de aire y tamaño de la burbuja.</p> <p>8) Cálculos e informe entregado por el participante.</p>

II. Operación de Remolienda y Clasificación

Modalidad	Individual.
Aplicación	Individual-secuencial.
Espacio físico	<p>1) Taller o laboratorio para pruebas metalúrgicas para realizar pruebas metalúrgicas de molienda.</p> <p>2) Área de lavado de equipos y materiales sucios.</p> <p>3) Área de disposición de residuos producidos en la actividad.</p> <p>4) Mesa de rodillos para el molino, aislado del ruido.</p> <p>5) Zona del rotap, aislado del ruido</p> <p>5) Mesones de trabajo.</p>

Materiales	<p>10 kilos de mineral con granulometría 100 % -100# Tyler</p> <p>Mesón de trabajo.</p> <p>2 Balanza digital</p> <p>Cubierta de plástico.</p> <p>2 Pie de metro</p> <p>2 Flexómetro</p> <p>2 Molino Bond</p> <p>Bolas de acero de diferentes diámetros.</p> <p>1 Mesa de rodillos</p> <p>1 Horno secador de muestras</p> <p>1 Shaker</p> <p>1 Rotap</p> <p>Serie de tamices</p> <p>Agua</p> <p>4 Baldes</p> <p>1 Cuaderno por cada participante.</p> <p>1 Lápiz por cada participante.</p> <p>Material impreso (guía laboratorio) para cada participante</p>
Aspectos a evaluar	<p>El participante realiza las siguientes actividades:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Identifica funcionamiento mecánico de bombas, molinos de remolienda y partes constituyentes para detectar anomalías y desperfectos. 2. Verifica que bombas, molino de remolienda y equipos auxiliares estén bien operacionalmente. 3. Ajusta parámetros y variables de operación en el molino de remolienda. 4. Verifica incorporación y dosificación de reactivos en el proceso de clasificación.
Infraestructura requerida	<ol style="list-style-type: none"> 1. Taller o laboratorio para pruebas metalúrgicas para realizar pruebas metalúrgicas de flotación. 2. Área de lavado de equipos y materiales sucios. 3. Área de disposición de residuos

	<p>producidos en la actividad.</p> <p>4. Sala de compresor de aire aislado del ruido.</p> <p>5. Mesones de trabajo.</p>
Disposición de la situación evaluativa	<p>1) El instructor indicará al participante la aplicación los siguientes criterios de evaluación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Chequeo de equipos. - Operación de los equipos en general. -Aplicación de secuencia de trabajo. -Resultados obtenidos en la remolienda y clasificación. -House keeping. <p>Conductas y actitud adoptadas, etc.</p> <p>2) El instructor debe realizar la observación evaluativa de forma independiente y secuencial para que pueda observar claramente y establecer la evaluación del participante.</p> <p>3) Registro en la pauta de observación las actividades realizadas por el participante.</p>
Herramientas	<p>1 Juego de llaves punta corona por grupo</p>
Consideraciones al momento de la evaluación	<p>1) Uso correcto de EPP del participante:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guantes de cuero • Zapatos de seguridad. • Casco completo. • Antiparras. • Protector respiratorio. • Protector auditivo <p>2) Medidas de seguridad adoptada por el participante a efectuar la actividad.</p> <p>3) Revisión de equipos antes de realizar actividad de remolienda</p> <p>4) Preparación de pulpa con la concentración establecida, según procedimiento escrito de la actividad.</p> <p>5) Dosificación de reactivos en el molino.</p> <p>6) Cálculos e informe entregado por el participante.</p>

III. Operar equipos de espesamiento.

Modalidad	Individual.
Aplicación	Individual.
Espacio físico	Taller.
Materiales	<ul style="list-style-type: none"> - 4 columnas de sedimentación, de material pvc transparente de 2000 ml. - 4 Vasos precipitados de 1000 ml. - Muestras de mezclas sólido-líquido con las siguientes concentraciones de solidos: 30%, 40%, 50% y 60%. - 1 Cronómetro por grupo.
Aspectos a evaluar	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identifica y controla los riesgos asociados a la prueba de sedimentación. 2. Es capaz de graduar la columna de sedimentación antes de comenzar la prueba. 3. Instala la columna en el soporte. 4. Llena las columnas de sedimentación con las mezclas solido-liquido. 5. Mide y Controla correctamente los tiempos que demoran las mezclas en separarse completamente en las cuatro columnas. 6. Determina la velocidad de sedimentación de las mezclas solido-liquido con los datos obtenidos.
Infraestructura requerida	Taller que cuente con mueble con soporte para las columnas de sedimentación.
Disposición de la situación evaluativa	El instructor antes de comenzar, debe revisar las columnas de sedimentación para verificar su buen estado y la cantidad de materiales a utilizar en el taller.
Herramientas	No requiere.
Consideraciones al momento de la evaluación	1) El participante deberá llenar el formato de análisis de riesgo y hacerlo revisar por el instructor.


	<p>2) El participante deberá montar las columnas con sus accesorios, siguiendo las instrucciones entregadas por el instructor.</p> <p>3) Una vez terminada la experiencia, el participante deberá desarmar el equipamiento y accesorio, limpiar y ordenar la instrumentación de laboratorio utilizada.</p>
--	--


IV. Operar equipos de Filtrado.

Modalidad	Individual.
Aplicación	Individual.
Espacio físico	Taller.
Materiales	<p>2 Filtros de presión.</p> <p>1 caja de papel filtro y 2 telas filtrantes.</p> <p>4 vasos precipitados de mil ml.</p> <p>4 matraces de kisacato.</p> <p>4 Mangueras de presión con válvulas de seguridad.</p> <p>4 embudos buchner.</p> <p>Muestras de mezclas sólido-líquido con una concentración de sólidos que no supere el 60%.</p>
Aspectos a evaluar	<p>1) Identifica el tipo de filtro a utilizar en la prueba de filtración.</p> <p>2) Identifica y controla los riesgos asociados al manejo del filtro.</p> <p>3) Identifica los componentes del filtro a utilizar.</p> <p>4) Instala las mangueras de aire al filtro.</p> <p>5) Controla la presión interna de trabajo del filtro.</p> <p>6) Mide e instala el papel filtro o tela correctamente al interior del filtro.</p>
Infraestructura requerida	Taller que cuente con sistema de aire comprimido.
Disposición de la situación evaluativa	El instructor antes de comenzar, debe revisar el filtro para verificar su buen estado de funcionamiento y revisar el estado y cantidad de materiales a

	utilizar en el taller.
Herramientas	No requiere.
Consideraciones al momento de la evaluación	<p>1) El participante deberá llenar el formato de análisis de riesgo y hacerlo revisar por el instructor.</p> <p>2) El participante deberá montar el equipo con sus accesorios, siguiendo pauta entregada por el instructor.</p> <p>3) El participante deberá inyectar el aire diferentes presiones, controlando en el mismo equipo, el flujo necesario.</p> <p>4) Una vez terminada la experiencia, el participante deberá desarmar el equipamiento y accesorio, limpiar y ordenar la instrumentación de laboratorio utilizada.</p>

V. Operar equipos de Secado.

Modalidad	Individual.
Aplicación	Individual.
Espacio físico	Taller.
Materiales	 <p>1 horno de secado de laboratorio 3 crisoles para muestra. 2 pinzas para muestras con temperatura.</p>

	 <p>2 Bandejas metalúrgicas con muestras de sólidos con una humedad que no supere el 10%.</p>
Aspectos a evaluar	<ol style="list-style-type: none"> 1) Identifica el tipo y función del secador utilizar en la prueba de secado. 2) Identifica y controla los riesgos asociados al manejo del Horno secador. 3) Identifica los componentes del horno secador. 4) Conecta el equipo a la fuente de 380 volts. 5) Ajusta con selector, la temperatura deseada para la prueba.
Infraestructura requerida	Taller que cuente con sistema conexión eléctrica de 380 volts.
Disposición de la situación evaluativa	El instructor antes de comenzar, debe revisar el filtro para verificar su buen estado de funcionamiento y revisar el estado y cantidad de materiales a utilizar en el taller.
Herramientas	No requiere.
Consideraciones al momento de la evaluación	<ol style="list-style-type: none"> 1) El participante deberá llenar el formato de análisis de riesgo y hacerlo revisar por el instructor. 2) El participante deberá montar el equipo con sus accesorios, siguiendo pauta entregada por el instructor. 3) Una vez terminada la experiencia, el participante deberá desarmar el equipamiento y accesorio, limpiar y ordenar la instrumentación de laboratorio utilizada.

3. Evaluación de Actitud

Modalidad	Individual.
Aplicación	Durante la capacitación.
Espacio Físico	Sala de clases y/o taller
Materiales	Formato de evaluación para el instructor
Aspectos a evaluar:	<ul style="list-style-type: none">• Responsabilidad• Respeto• Trabajo en Equipo• Comunicación

Instrumentos de Evaluación

Evaluación de conocimientos

Nombre			
Puntaje:		Porcentaje	
Principales áreas de mejora:			
<i>Este espacio será llenado por el instructor, luego de corregida la evaluación.</i>			

Instrucciones

- 1) Lea atentamente las preguntas a continuación, y responda las preguntas de desarrollo y con alternativas presentadas.
- 2) Indique claramente su preferencia para las preguntas con alternativas.
- 3) Escriba con letra clara las respuestas de las preguntas abiertas.

1. ¿Qué es un colector? (2ptos)

2. ¿Qué es un espumante? (2ptos)

3. ¿Qué son los modificadores? (2ptos)

4. ¿Cómo se puede definir el proceso de flotación? (2ptos)

5. Defina los conceptos hidrófobo e hidrófilo. (2ptos)

6. Defina los conceptos: aerófono y aerófilo. (2ptos)

7. ¿Qué entiende usted por tensión superficial? (2ptos)

8. ¿Qué son los agentes tenso-activos (surfactantes)? (3ptos)

9. Defina pH. (2ptos)

10. Defina propiedades superficiales. (2ptos)

11. Defina mezclas homogéneas y mezclas heterogéneas. (3ptos)

12. Defina Densidad. (2ptos)

13. Defina agente depresor. (3ptos)

14. ¿En qué consiste la flotación selectiva o diferencial de molibdenita? (2ptos)

15. Existen 2 alternativas para la recuperación de molibdenita mediante flotación. Explíquelas. (2ptos)

16. Nombre al menos 4 variables que influyen en el proceso de flotación. (2ptos)

17. Explique la importancia de la granulometría (grado de liberación) del mineral en la recuperación. (3ptos)

18. Explique la importancia del control de la densidad de pulpa o porcentaje de sólidos en la flotación. (3ptos)

19. Explique cómo se determina y cómo influye el tiempo de residencia en el proceso de flotación. (2ptos)

20. Explique la importancia del control de pH en la flotación de molibdeno. (2ptos)

21. Explique cómo influye en el proceso de flotación el acondicionamiento de la Pulpa. (3ptos)

22. Explique la importancia de la aireación. (2ptos)

23. Indique como se clasifican las celdas de flotación según el tipo de aireación. (2ptos)

24. Indique la importancia del nivel de pulpa en el proceso de flotación. (2ptos)

25. ¿Cuáles son los objetivos del proceso de remolienda? (3ptos)

26. ¿Cuáles son los mecanismos de reducción de la remolienda? (3ptos)

27. La figura muestra el movimiento de los medios de molienda. Describalo. (2ptos)

28. Complete la figura con las distintas zonas de molienda. (2ptos)

29. Nombre al menos 3 de las variables operaciones del molino. (2ptos)

30. ¿Qué es la velocidad crítica de un molino? (3ptos)

31. Describa los efectos de llegar a una velocidad crítica dentro del molino. (2ptos)

32. ¿Cuál es la finalidad de la lubricación del molino de bolas? (2ptos)

33. Describa las características y componentes de un molino vertical. (2ptos)

34. Nombre las tres partes operacionales esenciales del molino vertical. (2ptos)

35. Describa el principio de operación del molino vertical. (2ptos).

36. Describa en qué consiste el sistema de lubricación del molino vertical. (2ptos)

37. Nombre las variables de operación de un molino vertical. (3ptos)

38. ¿Cuál es el objetivo del uso de hidrociclones? (2ptos)

39. Describa las características y funcionamiento de un hidrociclón. (3ptos)

40. Nombre los tipos de hidrociclones que existen. (2ptos)

41. ¿Cuáles son las variables operaciones de un hidrociclón? (3ptos)

42. Describa las variables de operación de un hidrociclón. (2ptos)

43. Describa las características y funcionamiento de una bomba centrífuga. (2ptos)

44. ¿Cuáles son los componentes de una bomba centrífuga? (2ptos)

45. describa el procedimiento de puesta en marcha de una bomba. (2ptos)

46. Describa como realizar la detención programada de una bomba. (2ptos)

47. ¿Cuáles son las fallas más comunes en una bomba centrífuga?. (2ptos)

48. Nombre los componentes de la energía de un fluido. (3ptos)

49. Defina flujo laminar. (2ptos)

50. Defina velocidad crítica del fluido. (2ptos)

51. Defina flujo turbulento. (3ptos)

52. ¿Qué entiende por cavitación? (2ptos)

53. ¿Cuál es el objetivo del proceso de espesamiento? (2ptos)

54 ¿Cuál es la importancia del proceso de espesamiento? (2ptos)

55. ¿Cuál es la forma de medir la eficiencia del proceso de espesamiento? (2ptos)

56. Defina sedimentación. (3ptos)

57. Defina espesaje y clarificación. (2ptos)

58 ¿Qué entiende por velocidad de sedimentación? (2ptos)

59. ¿Cómo se expresa la velocidad de sedimentación? (2ptos)

60. ¿Cuáles son los tipos de régimen de sedimentación de las partículas sólidas? (3ptos)

61. Mencione los tipos de sedimentación de las partículas en función de sus características. (2ptos)

62. Coloque sobre la línea, delante de cada descripción el número del término de la columna A, que se asocia correctamente con la definición de la columna B. (2ptos)

63. ¿De qué depende la velocidad de sedimentación de suspensiones floculentas? (2ptos)

64. En la figura se muestran las distintas zonas que se presentan en una decantación por caída interferida. Describa cada una de estas zonas. (3ptos)

65. ¿Qué entiende por coloide? (2ptos)

66. Defina Coagulación. (3ptos)

67. Defina Floculación. (2ptos)

68. Describa las etapas de precipitación del coloide. (2ptos)

69. Nombre 2 ejemplos de especies coloidales. (2ptos)

70. ¿Qué es el potencial Z? (2ptos)

71. Defina floculante. (2ptos)

72. ¿Qué es un espesador? (2ptos)

73. Indique las dimensiones usuales de los espesadores. (3ptos)

74. Describa el mecanismo de rastras. (3ptos)

75. Explique brevemente el funcionamiento de un espesador. (2ptos)

76. La figura muestra la situación de las 4 zonas de pulpa de sedimentación en un espesador, describa cada una de ellas. (2ptos)

77. Nombre los elementos de un espesador continuo. (2ptos)

78. describa las funciones del anillo o cuello de alimentación y del tanque. (2ptos)

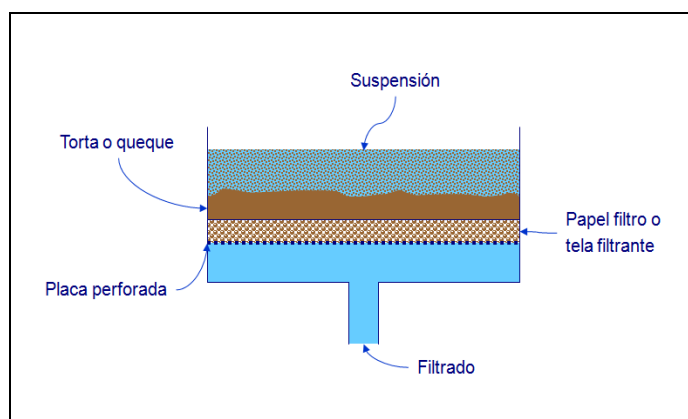
79. Los brazos de un espesador tienen 3 funciones, descríbalas. (2ptos)

80. Describa el funcionamiento de: (3ptos)

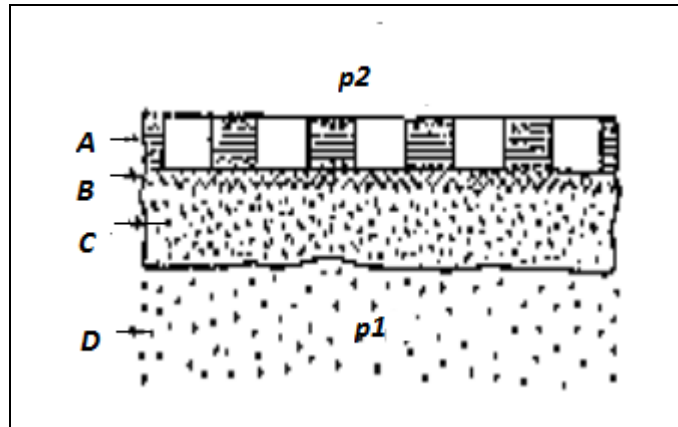
81. ¿Qué entiende usted por filtración? (2ptos)

82. Mencione los métodos de filtración con respecto a la fuerza impulsora (4ptos)

83. Escriba los elementos que intervienen en la filtración (5ptos)



84. Según la figura indique las zonas activas existentes en una operación de filtrado (5ptos)



85. Explique brevemente en qué consiste la filtración con formación de queque (2ptos)

86. Explique brevemente en qué consiste la filtración sin formación de queque (2ptos)

87. Explique brevemente en qué consiste la filtración profunda (2ptos)

88. Mencione al menos 4 Factores que influyen en la filtración. (4ptos)

89. Mencione los 3 tipos de medios filtrantes sintéticos usados en la industria de la filtración (3ptos)

90. Indique al menos 5 características técnicas de los medios filtrantes (5ptos)

91. Describa brevemente el funcionamiento del filtro de tambor (3ptos)

92 Describa brevemente el funcionamiento del Filtro de discos. (3ptos)

93. Describa brevemente como opera un Filtro de banda horizontal. (4ptos)

94. Enumere las zonas de operación de los filtros de banda (5ptos)

95. ¿Cómo se calcula la razón de lavado de los filtros de banda? (2ptos)

96. ¿Qué es un filtro hiperbárico? (2ptos)

97. Enumere los tipos de filtros a presión (3ptos)

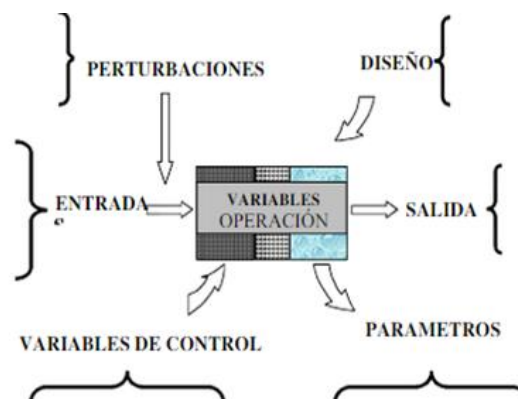
98. Mencione las fases de la filtración por presión en los filtros de placas verticales (3ptos)

99. Describa la secuencia operacional en la filtración por presión en placas horizontales

(5ptos)

100. ¿Cuáles son las principales variables en un proceso de filtración? (5ptos)

101. Indique en la imagen las principales variables que intervienen en el proceso de filtración (6ptos)



102. ¿Qué entiende por secado de sólidos? (2ptos)

103. Explique la clasificación de los secadores (3ptos)

104. Describa las formas en que los sólidos se exponen a la superficie caliente o a otra fuente de calor en los secadores no adiabáticos (4ptos)

105. ¿Qué entiende por transferencia de calor? (2ptos)

106. Defina transmisión de calor por conducción (2ptos)

107. Defina transmisión de calor por convección (2ptos)

108. Defina transmisión de calor por radiación (2ptos)

109. Nombre los tipos de humedad de un solido (2ptos)

110. Defina humedad de equilibrio (2pto)

111. Defina humedad libre (2ptos)

112. Defina humedad límite (2ptos)

113. Defina humedad no límite (2ptos)

114. Nombre los equipos presentes en una planta de secado (5ptos)

115. Describa los componentes de una correa transportadora (4ptos)

116. ¿Cómo se pueden clasificar las operaciones de secado? (4ptos)

117. ¿Cuáles son las variables que afectan al secado en un secador rotatorio? (5ptos)

118. Nombre los principales componentes de una planta de secado (6ptos)

119. ¿Cómo se clasifican los sistemas de transporte neumático? (4 ptos)

120. Describa brevemente como opera un secador indirecto (4ptos)

121. Describa como se realiza la detención de un secador indirecto (2ptos)

Evaluación de habilidad

Instrucciones para el participante:

A continuación, usted deberá demostrar las habilidades aprendidas en el módulo: Operador Proceso de Molibdeno.

El instructor le indicará las actividades a realizar e irá registrando las actividades que usted realice.

Competencia 1: Operación equipos de flotación

Los aspectos que se evaluarán son los siguientes:

1. Verifica el estado físico/mecánico de las celdas y equipos auxiliares (bombas, válvulas, etc.), mediante chequeo preventivo a la entrada y durante el turno, detectando desperfectos y/o anomalías.
2. Opera las celdas de flotación y equipos auxiliares, coordinando con todas las áreas reinicio y detención de equipos, estableciendo operación segura y eficiente de los equipos.
3. Realiza ajuste de variables y parámetros de operación utilizando las herramientas y panel de control adecuadas, para normalizar la operación.
4. Verifica incorporación y dosificación de reactivos midiendo caudal en terreno, para optimizar la recuperación, y corrigiendo dosificación cuando se requiera.
5. Verifica operación de las celdas, bombas y equipos auxiliares detectando operaciones fuera de régimen, mediante inspección en terreno y lectura de instrumentos de control.
6. Identifica condiciones operacionales y de seguridad involucradas en la operación.

Competencia 2: Operación Molinos de Remolienda y Clasificación

Los aspectos que se evaluarán son los siguientes:

1. Verifica el estado físico/mecánico de los equipos de remolienda (molino convencional, molino vertical, hidrociclones, bombas, analizadores de partículas, y otros) revisando detalladamente cada equipo y sus respectivas partes constituyentes, mediante chequeos preventivos en terreno a la entrada y durante el turno, detectando síntomas y desperfectos.
2. Opera el molino de remolienda y equipos auxiliares, coordinando con todas las áreas reinicio y detención de equipos, estableciendo operación segura y eficiente de equipos.
3. Realiza ajuste de variables y parámetros de operación utilizando las herramientas y panel de control adecuadas, para normalizar la operación.

4. Verifica incorporación y dosificación de reactivos midiendo caudal en terreno, para optimizar la recuperación, y corrigiendo dosificación cuando se requiera.
5. Verifica operación de la batería de hidrociclones y bombas, para detectar condiciones fuera de rango y corregirlas.
6. Detecta condiciones operacionales que puedan representar un riesgo para las personas o equipos, para evitar daños mayores.

Competencia 3: Operación equipos de Espesamiento.

Los aspectos que se evaluarán son los siguientes:

1. Verifica el estado físico/mecánico de los espesadores (rastras, bombas, bombas, etc.) y equipos auxiliares, mediante chequeo preventivo a la entrada y durante el turno, detectando anomalías y desperfectos.
2. Opera los espesadores y equipos auxiliares, coordinando con todas las áreas reinicio y detención de equipos, estableciendo operación segura y eficiente de equipos.
3. Realiza ajuste de variables y parámetros de operación en los espesadores, utilizando las herramientas y panel de control adecuadas, para normalizar la operación.
4. Verifica incorporación y dosificación de reactivos midiendo caudal en terreno, para optimizar la recuperación, y corrigiendo dosificación cuando se requiera.
5. Verifica que variables y parámetros de operación de los espesadores (torque, porcentaje de sólidos, nivel agua clara, etc.) se mantengan dentro de los rangos de trabajo establecidos, ajustándolos cuando sea necesario.
6. Identifica condiciones operacionales y de seguridad involucradas en la operación, para evitar daños a personas y equipos.

Competencia 4: Operación equipos de Filtrado.

Los aspectos que se evaluarán son los siguientes:

1. Verifica el estado físico/mecánico del filtro (tela, placas, bombas, flanges, tuberías, etc.) y equipos auxiliares, mediante chequeo preventivo a la entrada y durante el turno, detectando desperfectos y/o anomalías.
2. Opera los filtros y equipos auxiliares, coordinando con todas las áreas reinicio y detención de equipos, estableciendo operación segura y eficiente de equipos.
3. Realiza ajuste de variables y parámetros de operación en los filtros, utilizando las herramientas y panel de control adecuadas, para normalizar la operación.
4. Verifica variables y parámetros de operación de los filtros se mantengan dentro de los rangos de trabajo establecidos, ajustándolos cuando sea necesario.
5. Realiza mediciones de variables de proceso para detectar y corregir variables fuera de rango en la operación del filtro de molibdeno.

Competencia 5: Operación equipos de Secado.

Los aspectos que se evaluarán son los siguientes:

1. Verifica el estado físico/mecánico del secador (quemador, filtros de mangas, ciclón de fino, aspas, etc.) y equipos auxiliares (sistema de transporte neumático, ventiladores, etc.), mediante chequeo preventivo a la entrada y durante el turno, detectando desperfectos y/o anomalías.
2. Verifica que parámetros y variables de operación del secador de molibdeno se mantengan dentro de los rangos de trabajo establecidos, ajustándolos cuando sea necesario.
3. Realiza ajuste de parámetros y variables operacionales en PLC al secador de molibdeno y equipos auxiliares, utilizando las herramientas y panel de control adecuadas, para normalizar la operación.
4. Monitorea que los parámetros de operación del secador de molibdeno y equipos auxiliares se mantengan dentro de los rangos de operación establecidos, y corregirlos cuando sea necesario.
5. Identifica condiciones operacionales y de seguridad involucradas en la operación, para evitar daños a personas y equipos.

Competencia 6: Operación equipos de Envasado, Carguío y Despacho de Concentrado.

Los aspectos que se evaluarán son los siguientes:

1. Verifica estado físico/mecánico del sistema de envasado, carguío y despacho (báscula, estado de maxi sacos, grúa horquilla, etc.), revisando detalladamente cada equipo y sus respectivas partes constituyentes, mediante chequeos preventivos en terreno a la entrada y durante el turno, detectando síntomas y desperfectos.
2. Verifica que parámetros y variables de proceso de envasado, carguío y despacho de concentrado de molibdeno, se mantengan dentro de los rangos de trabajo establecidos, ajustándolos cuando sea necesario.
3. Realiza ajuste de parámetros y variables operacionales en PLC al secador de molibdeno y equipos auxiliares, utilizando las herramientas y panel de control adecuadas, para normalizar la operación.
4. Identifica condiciones operacionales y de seguridad involucradas en la operación, durante operación de carguío y despacho de concentrado, para evitar daños a personas y equipos.

Pautas de Corrección

Evaluación de conocimientos

1	¿Qué es un colector?	Agente tensoactivo, que se agrega a la pulpa y tiene la propiedad de adsorberse selectivamente en la superficie de un mineral y lo transforma en hidrofóbico. Las burbujas de aire se adhieren preferentemente sobre estas superficies atrapando las partículas
2	¿Qué es un espumante?	Agente tensoactivo que se adiciona a la pulpa con el objetivo de estabilizar la espuma, en la cual se encuentra el mineral de interés.
3	¿Qué son los modificadores?	Los modificadores pueden ser activadores, depresores o modificadores de pH, se usan para intensificar o reducir la acción de colectores en la superficie mineral.
4	¿Cómo se puede definir el proceso de flotación?	Se puede definir como: “Método de concentración, que consiste en la separación selectiva de especies minerales de acuerdo con sus propiedades superficiales de adhesión a burbujas de gas (principalmente aire).
5	Defina los conceptos hidrófobo e hidrófilo	Hidrófobo: Elemento o compuesto que no tiene afinidad con el agua, repele su presencia. Hidrófilo: elemento o compuesto que tiene afinidad con el agua y entra fácilmente en contacto con ella
6	¿Qué entiende usted por tensión superficial?	En una superficie líquida en contacto con la atmósfera, la tensión superficial se manifiesta como una “piel” aparente sobre la superficie, que resistirá cargas pequeñas. La tensión superficial, es la fuerza en la superficie líquida, normal a una línea de longitud unitaria trazada en la superficie. $\sigma = (\text{fuerza}/\text{longitud unitaria})$.
7	¿Qué son los agentes tenso-activos (surfactantes)?	Son sustancias que influyen por medio de la tensión superficial en la superficie de contacto entre dos fases (p.ej., dos líquidos

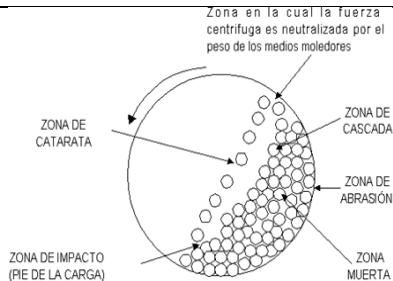
		insolubles uno en otro). Cuando se utilizan en la tecnología doméstica se denominan emulsionantes; esto es, sustancias que permiten conseguir o mantener una emulsión. Estas sustancias que disminuyen la tensión superficial de un líquido o la acción entre dos líquidos.
8	Defina pH	El pH representa el grado de acidez o alcalinidad de una solución líquida y se mide de acuerdo a una escala que va de 0 a 14, tomando como valor neutral en la escala el número 7.
9	Defina propiedades superficiales	Característica físico-química definida de cada elemento o compuesto y que es responsable del comportamiento de ese material en un determinado medio líquido.
10	Defina mezclas homogéneas y mezclas heterogéneas	<p>Mezclas Homogéneas: Es una mezcla de dos elementos o compuestos que al unirse forman una sola fase que no hace diferencia entre una u otra especie.</p> <p>Mezclas Heterogéneas: Es una mezcla de dos elementos o compuestos que al unirse forman dos fases inmiscibles una en otra. Su separación es simple con un método físico.</p>
11	Defina Densidad	Es la razón de su masa por unidad de volumen. De acuerdo al Sistema Internacional, la unidad de ρ es (kg/m ³).
12	Defina agente depresor	Es un reactivo químico que provoca la separación total de los elementos afectando sus propiedades superficiales como de hidrófobo a hidrofílico o viceversa.
13	¿En qué consiste la flotación selectiva o diferencial de molibdenita?	La flotación selectiva o diferencial de molibdenita consiste en inhibir o depresar selectivamente la flotación de los sulfuros de Cu y Fe, sin alterar la flotabilidad natural de la molibdenita. Para esto se requiere de un reactivo químico capaz de destruir el recubrimiento de colector sobre los sulfuros de Cu y Fe.

14	Existen 2 alternativas para la recuperación de molibdenita mediante flotación. Explíquelas	<p>1. En forma directa como mineral de interés principal en cuyo caso los reactivos utilizados son de exclusiva selectividad para la molibdenita.</p> <p>2. En minerales de cobre pórfidos en el cual se encuentra presente el Molibdeno, en cuyo caso, luego de una flotación colectiva, en la cual se obtiene un concentrado de Cu-Mo, se pasa a un proceso de separación de los dos compuestos por flotación selectiva o diferencial.</p>
15	Nombre al menos 4 variables que influyen en el proceso de flotación	<ul style="list-style-type: none"> • Granulometría (Grado de liberación). • Tipo y dosificación de reactivos. • Densidad de pulpa o porcentaje de sólidos en flotación. • Tiempo de residencia. • Calidad del agua. • pH • Acondicionamiento de la pulpa • Aireación • Temperatura
16	Explique la importancia de la granulometría (grado de liberación) del mineral en la recuperación	<p>Existe un tamaño de partícula que presenta una mayor recuperación, observándose una disminución de ésta para tamaños más gruesos y más finos que este tamaño óptimo. La disminución de recuperación para tamaños gruesos se justifica con el aumento de masa de las partículas, y la disminución para tamaños pequeños se relaciona con la dificultad de adhesión debido a que éstas no adquieren suficiente energía cinética para producir un agregado partícula-burbuja estable. Además, las partículas pequeñas son arrastradas más fácilmente a la fase espuma, ya que el drenaje de la pulpa es favorecido con el incremento de la velocidad de sedimentación.</p> <p>De esta manera, el tamaño de partícula es la variable sobre la cual se debe poner más énfasis en su control, debido a su efecto sobre la recuperación, y por la alta incidencia en los costos de operación del proceso global, que ella tiene.</p>

17	Explique la importancia del control de la densidad de pulpa o porcentaje de sólidos en la flotación	El porcentaje de sólidos viene determinado desde la etapa de molienda-clasificación, de modo que esta última etapa opere en forma óptima. Es un factor importante, ya que existe un valor óptimo para el proceso, y porque afecta el tiempo de residencia del mineral en el circuito y, de esta forma, la capacidad del mismo.
18	Explique cómo se determina y cómo influye el tiempo de residencia en el proceso de flotación	<p>El tiempo óptimo de cada etapa se determina aplicando los criterios de pruebas cinéticas de flotación y este depende de las características del material a flotar, y de la conjugación de todos los demás factores que inciden en el proceso.</p> <p>Un mineral se puede caracterizar por su cinética de flotación y en forma más particular por su constante específica de velocidad, en otras palabras para obtener una recuperación deseada es necesario proporcionarle al mineral el tiempo de flotación adecuado.</p> <p>La recuperación de agua y mineral aumentan cuando aumenta el tiempo de residencia.</p>
19	Explique la importancia del control de pH en la flotación de molibdeno	<p>El pH es la variable de control más utilizada en el proceso de flotación, por un lado para obtener óptimas recuperaciones de una especie mineralógica, y para depresar otras que puedan interferir en los procesos posteriores de tratamiento.</p> <p>Mientras más bajo es el pH mejor es la flotación de Mo, pero por razones ambientales y de seguridad industrial, normalmente se trabaja a pH 8.0 – 8.5. A estos pH's se produce algo de desprendimiento de gas sulfhídrico (H₂S (g)), pero no constituye una condición de riesgo para las personas.</p> <p>Mucho mejores resultados en la flotación de molibdenita se consiguen a pH más bajos, como por ejemplo, a pH 6.0 - 6.5.</p>
20	Explique cómo influye en el proceso de flotación el	El acondicionamiento es una etapa clave, donde los reactivos de flotación para actuar

	acondicionamiento de la pulpa	requieren de un cierto tiempo de acondicionamiento para estar en contacto con la pulpa y de esa forma poder actuar en forma eficiente sobre las especies útiles de la mena. Así, la etapa de acondicionamiento adquiere mucha importancia, ya que algunos reactivos se deben adicionar en la etapa de molienda para tener mayor contacto con la mena, mientras que otros se adicionan directamente al cajón de descarga de los molinos de bolas o a un estanque acondicionador que alimenta directamente al circuito primario o rougher.
21	Explique la importancia de la aireación	<p>La aireación es muy importante, porque sirve para la formación de las burbujas que se necesita en las celdas y para agitar la pulpa dentro de la celda.</p> <p>Si se ingresa demasiado aire, se produce un exceso de agitación, lo que provoca que la espuma se reviente antes de rebosar o rebosen con pulpa, arrastrando ganga. Si es todo lo contrario, es decir se ingresa poco aire, la columna de espuma es muy baja e insuficiente para recuperar el elemento valioso, los que se pierden en la cola o relave. La generación y características de las burbujas es una consecuencia de la cantidad de aire que ingresa a la celda.</p>
22	Indique como se clasifican las celdas de flotación según el tipo de aireación	<p>Celdas auto aireadas, en la cual el aire de la atmósfera es succionado por el tubo donde se aloja el eje del rotor, aprovechando el vacío que se genera.</p> <p>Celdas con aire forzado, las cuales reciben el aire desde un soplador o compresor.</p>
23	Indique la importancia del nivel de pulpa en el proceso de flotación	El nivel de pulpa debe asegurar el rebalse continuo de la espuma cargada hacia la canaleta de concentrado, de forma que las partículas valiosas no se pierdan por

		<p>coalescencia de burbujas.</p> <p>La altura de espuma en la flotación rougher puede comprender entre 8 – 10 pulg (20-25 cm) y en scavenger se aplican alturas de espumas de aproximadamente 8 pulg (20 cm).</p> <p>Esta variable está relacionada con la profundidad de la pulpa y la profundidad de la espuma en la celda. Debe ser controlada para evitar arrastres en ambas fases.</p>
24	¿Cuáles son los objetivos del proceso de remolienda?	<p>Objetivo Primario: Moler las partículas para liberar el mineral. La remolienda tiene como objetivo liberar las partículas a una granulometría cercana a 10 micrones. Esta liberación se realiza sobre los concentrados de cobre, que aún mantienen partículas no liberadas.</p> <p>Objetivo Secundario: Exponer las superficies frescas de las partículas portadoras de cobre para hacerlas más afines con los reactivos de flotación. El tamaño promedio de partícula de alimentación al circuito de remolienda es del 80% menor a 90 a 110 μm. El tamaño promedio de partícula del producto del circuito de remolienda es de 80% menor que 40 a 50 μm.</p>
25	¿Cuáles son los mecanismos de reducción de la remolienda?	<ul style="list-style-type: none"> • Atricción • Abrasión.
26	La figura muestra el movimiento de los medios de molienda. Descríbalo	<p>Debido a la rotación y roce existente, los medios de molienda se elevan hasta alcanzar una altura máxima desde la cual caen. La carga dentro del molino presenta una superficie inclinada en cuyo punto más alto caen los medios de molienda hasta el punto más bajo desde donde vuelven a ascender.</p> <p>Con el movimiento, la carga se expande, permitiendo que la pulpa (partículas finas más agua) penetre entre los medios</p>

		moledores. La serie de impactos entre los medios de molienda a medida que caen rodando, es el método principal de transmitir compresión a las partículas.
27	Complete la figura con las distintas zonas de molienda	
28	Nombre al menos 3 de las variables operaciones del molino	<ul style="list-style-type: none"> • Potencia y presión de levante molino • Presión de Alimentación en los hidrociclones • Nivel cajón descarga molino remolienda • Densidad de alimentación a los hidrociclones de remolienda
29	¿Qué es la velocidad crítica de un molino?	La velocidad crítica de un molino, es la mínima velocidad a la cual la carga centrifuga y se mantiene pegada a las corazas del molino. El valor de la velocidad crítica puede hacerse mediante un balance de fuerzas entre el peso de las bolas y la fuerza centrífuga ejercida por la rotación del molino.
30	Describe los efectos de llegar a una velocidad crítica dentro del molino	<ul style="list-style-type: none"> • Además de fricción se produce impacto por cascada. • Impacto por catarata. • La gravedad se iguala a la fuerza centrífuga.
31	¿Cuál es la finalidad de la lubricación del molino de bolas?	Evitar el contacto de metal a metal, que traería como consecuencia la formación de limaduras metálicas y finalmente la ruptura de los descansos o fundir valiosas piezas del molino causando graves pérdidas en el equipo y por ende la producción y esta es

		una de las razones por la cual se lubrica también constantemente el piñón y la corona que son los engranajes dentados de la transmisión del molino.
32	Describa las características y componentes de un molino vertical	Un molino vertical de remolienda consiste de un cilindro vertical (el cuerpo del molino) equipado con un tornillo sin fin. Un motor eléctrico de velocidad constante impulsa el tornillo sin fin. Un reductor de velocidad conectado al motor reduce la velocidad del eje del tornillo sin fin hasta aproximadamente 32 rpm. La parte inferior del cuerpo del molino tiene revestimientos magnéticos, los cuales atraen y retienen las bolas de molienda en la superficie del revestimiento, evitando de esta manera que se desgaste el armazón.
33	Nombre las tres partes operacionales esenciales del molino vertical	<ul style="list-style-type: none"> • Cilindro o cuerpo principal. • Cajón repartidor y bomba de recirculación. • Revestimientos.
34	Describa el principio de operación del molino vertical	<p>Las bolas de molienda, con un diámetro igual a 1,5 pulg, se cargan por la parte superior del molino y se distribuyen por sí mismas en la parte inferior del tornillo sin fin. El molino debe estar lleno de agua, y nunca debe ser puesto en funcionamiento sin un mínimo de 600 milímetros (2 pies) de bolas.</p> <p>El flujo másico de pulpa ingresa el molino por un tubo ubicado en la parte superior del molino. Las partículas más pesadas (más gruesas) en la pulpa circulan hacia abajo a través del molino, pasando por los medios de molienda en el tornillo sin fin en movimiento. Esto resulta en una acción de molienda continua, hasta que la pulpa se descargue por la parte superior del molino y circule hacia el depósito de separación.</p> <p>El estanque de recirculación, ubicado en la descarga del molino de remolienda, tiene dos cámaras. Un Conjunto de válvulas de dardo</p>

		operadas eléctricamente controla el flujo de pulpa desde la cámara superior del estanque hacia la cámara inferior. El producto del circuito del molino de remolienda fluye desde la lumbrera de sobre flujo ubicado en la parte superior del estanque separador, sobre el nivel de la válvula de dardo, dentro del cajón de bombas de alimentación de hidrociclones de remolienda y nuevamente es bombeado a los hidrociclones para su clasificación granulométrica.
35	Describa en qué consiste el sistema de lubricación del molino vertical	El sistema de lubricación del molino consiste de una bomba de lubricación, un dissipador de calor del agua/aceite de lubricación, y un filtro de aceite de lubricación
36	Nombre las variables de operación de un molino vertical.	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de alimentación al molino • Potencia del motor • Nivel de llenado de bolas y mineral • Carga de bolas
37	¿Cuál es el objetivo del uso de hidrociclones?	El hidrociclón como clasificador su función es de separar la alimentación en dos productos, overflow y underflow. El primero conteniendo todas las partículas de diámetro menor que cierto diámetro de corte y el segundo con todas las partículas de diámetros mayores a dicho diámetro. Este tamaño o diámetro de separación o diámetro de corte se designan por d50.
38	Describa las características y funcionamiento de un hidrociclón	El hidrociclón es un estanque cilindro-cónico, con una alimentación tangencial en la parte superior. Posee dos salidas, una situada en el centro y en lo alto de la parte cilíndrica sobre el vórtex y una en el extremo inferior del cono bajo el ápex. La entrada tangencial produce un movimiento de vórtice en tres dimensiones. Las trayectorias son hacia abajo para las partículas gruesas que se ubican cerca de las paredes, y hacia arriba para las partículas finas que se ubican cerca del eje. Es decir existen dos vórtices concéntricos actuando simultáneamente y con direcciones opuestas. De acuerdo a este esquema, existe una superficie donde la velocidad vertical se

		<p>hace cero y cambia de dirección.</p> <p>Las partículas en suspensión están afectas a la acción de dos fuerzas opuestas: una fuerza de arrastre hidrodinámica dirigida radialmente hacia adentro y una fuerza centrífuga dirigida radialmente hacia afuera.</p>
39	¿Cuáles son las variables de operación de un hidrociclón?	<ul style="list-style-type: none"> • Variables de diseño • Parámetros del material • Variables de operación • Perturbaciones
40	Describa las variables de operación de un hidrociclón	<p>Variables de entrada:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Flujo de alimentación • Concentración • Presión de alimentación <p>Variables de salida:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Granulometría del rebose • Proporción de agua que aparece en la descarga
41	Describa las características y funcionamiento de una bomba centrífuga	<p>Las bombas centrífugas, también denominadas rotativas, tienen un rotor de paletas giratorio sumergido en el líquido. El líquido entra en la bomba cerca del eje del rotor, y las paletas lo arrastran hacia sus extremos a alta presión.</p> <p>El rotor también proporciona al líquido una velocidad relativamente alta que puede transformarse en presión en una parte estacionaria de la bomba, conocida como difusor. En bombas de alta presión pueden emplearse varios rotores en serie, y los difusores posteriores a cada rotor pueden contener aletas de guía para reducir poco a poco la velocidad del líquido.</p> <p>En las bombas de baja presión, el difusor suele ser un canal en espiral cuya superficie transversal aumenta de forma gradual para reducir la velocidad.</p>
42	¿Cuáles son los componentes de una bomba centrífuga?	<ul style="list-style-type: none"> • Una tubería de aspiración • El impulsor o rodete

		<ul style="list-style-type: none"> • La voluta • Una tubería de impulsión
43	describa el procedimiento de puesta en marcha de una bomba	<ul style="list-style-type: none"> • Ceba la bomba si existe alguna posibilidad de que ésta se haya vaciado mientras estaba cerrada. • En las bombas enfriadas por fluido proveniente de una fuente externa, las válvulas de sello deben abrirse antes de arrancar la bomba. Si los sellos o los empaques de la bomba son enfriados por el fluido bombeado, las válvulas de sello se deben cerrar hasta que la bomba sea arrancada. • La válvula de succión debe abrirse completamente. • En el caso de algunas bombas, particularmente las de bajas velocidad, la válvula de descarga debe abrirse antes de arrancar la bomba. Verifique el método de la planta o el manual del operador. • Después de arrancar la bomba, abra inmediatamente todas las válvulas de sello que estén cerradas. • Si existe una válvula de purga encima de la carcasa, deje escapar el aire hasta que no haya más burbujas. • Si la válvula de descarga está cerrada, ábrala lentamente en los diez segundos posteriores al arranque. • Vea el manómetro de descarga para estar absolutamente seguro de que el líquido está fluyendo a través de las bombas. • Es posible que, en un principio, la bomba emita un sonido áspero. Si ese ruido continúa es probable que la caja tenga aire. Pare la bomba y vuélvala a cebar. Si el ruido persiste, es posible que haya fugas de aire o carga de succión neta positiva, insuficiente.
44	Describa como realizar la detención programada de una bomba	<ul style="list-style-type: none"> • Cierre la válvula de descarga para proteger la bomba del flujo en reversa y de la contrapresión excesiva. No

		<p>debe permitirse que la bomba opere con la válvula de descarga cerrada durante más de un tiempo mínimo. La bomba debe detenerse tan pronto como se cierre la válvula de descarga.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Si los empaques o sellos son lubricados externamente, la lubricación no se debe detener antes de que la bomba se apague. • Apague la bomba • Cierre la válvula de succión cuando la bomba vaya a permanecer apagada durante cierto tiempo. • Drene la bomba si existe alguna posibilidad de congelamiento.
45	¿Cuáles son las fallas más comunes en una bomba centrífuga?	<ul style="list-style-type: none"> • La bomba no desarrolla ninguna presión y no genera flujo. • La bomba genera alguna presión pero no bombea líquido • La bomba desarrolla menos flujo que el esperado • La bomba consume mucha potencia • La bomba no trabaja bien aunque todo parece bien en la bomba o sistema • La bomba trabaja bien al comienzo pero su desempeño se deteriora en un corto tiempo • La bomba vibra • Los rodamientos duran pocos
46	Nombre los componentes de la energía de un fluido	<ul style="list-style-type: none"> • Cinético: es la energía debida a la velocidad que posea el fluido. • Potencial gravitacional: es la energía debido a la altitud que un fluido posea. • Energía de flujo: es la energía que un fluido contiene debido a la presión que posee.
47	Defina flujo laminar	Es aquel fluido donde la trayectoria de las partículas se efectúa a lo largo de un sistema o conducto formando líneas o láminas de corriente paralelas, no existe un mezclado

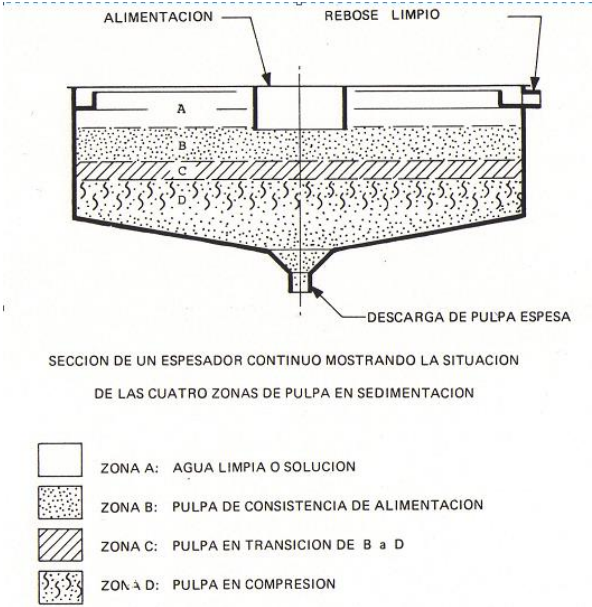




		microscópico de las capas de fluido adyacentes.
48	Defina velocidad crítica del fluido	Es aquella velocidad por debajo de la cual toda turbulencia es amortiguadora por la acción de la viscosidad del fluido, la experiencia demuestra que un límite superior para régimen laminar, es también conocido como flujo transitorio.
49	Defina flujo turbulento	La estructura del flujo en un régimen turbulento se caracterizan por los movimientos tridimensionales, aleatorios, de las partículas de fluido, supuesto al promedio, es decir, se denomina flujo turbulento cuando las trayectorias de las partículas fluidas se cruzan y entre cruzan continuamente sin guardar ningún orden.
50	¿Qué entiende por cavitación?	La cavitación es un fenómeno termodinámico según el cual el agua cambia de estado al reducirse la presión por debajo de un límite: la tensión de vapor del líquido. Este fenómeno es inherente al líquido y puede aparecer en bombas, válvulas, codos, etc., y en general en cualquier punto o situación en la que se supere la condición límite anteriormente expresado. El problema de la cavitación no está en las burbujas de vapor generadas por la disminución de presión, sino en la implosión de las mismas cuando la presión se recupera y se supera la tensión de vapor.
51	¿Cuál es el objetivo del proceso de espesamiento?	Aumentar la concentración de sólidos de la pulpa de la corriente de alimentación, mientras que en la clarificación retirar los sólidos de la corriente de alimentación.
52	¿Cuál es la importancia del proceso de espesamiento?	Es importante debido a que los productos de flotación se encuentran mezclados con agua y una vez obtenido el concentrado y el relave, o la solución y el residuo, es necesario separar los sólidos del fluido, de manera que el producto contenga una mínima cantidad de líquido para reducir el consumo de combustible en el proceso de secado o en el costo de transporte. Mientras más eficiente es cada una de estas etapas, mejor será el

		rendimiento económico de la empresa.
53	¿Cuál es la forma de medir la eficiencia del proceso de espesamiento?	Se mide a través del porcentaje de sólido logrado en la descarga, el que debe ser el máximo posible. Es decir, la “humedad residual” debe ser mínima.
54	Defina sedimentación	La sedimentación es la remoción de partículas sólidas que se encuentran suspendidas en un líquido, mediante decantación gravitacional. Estas partículas deberán tener un peso específico mayor que el fluido. Cuando se produce sedimentación de una suspensión de partículas, el resultado final será siempre un fluido clarificado y una suspensión más concentrada
55	Defina espesaje y clarificación	<p>Espesaje: operación de separar, mediante el mecanismo de sedimentación, parte del agua, de modo de obtener por una parte, una pulpa de mayor concentración de sólidos en la descarga (underflow) y por la otra, un flujo de agua clara.</p> <p>Clarificación (decantación): a la operación de eliminar todo tipo de partículas, sedimentos del agua.</p>
56	¿Qué entiende por velocidad sedimentación?	Velocidad de sedimentación se denomina cuando una partícula sólida, aislada, en un fluido de menor densidad, tiende a caer aumentando su velocidad hasta llegar a una velocidad de equilibrio entre las fuerzas de gravedad y las fuerzas de resistencia del fluido.
57	¿Cómo se expresa la velocidad de sedimentación?	<p>La velocidad de sedimentación es función del diámetro de la partícula que sedimenta (d), del peso específico relativo entre el sólido y el fluido (s), y la viscosidad del fluido (μ). Si W representa la velocidad de sedimentación, entonces:</p> <p>$W = W(d, s, \mu)$</p>

58	¿Cuáles son los tipos de régimen de sedimentación de las partículas sólidas?	Régimen laminar o estratificado Régimen turbulento o con estelas de remolinos.												
59	Mencione los tipos de sedimentación de las partículas en función de sus características	Sedimentación de partículas discretas Sedimentación de partículas floculentas Sedimentación de partículas por caída libre e interferida.												
60	Coloque sobre la línea, delante de cada descripción el número del término de la columna A, que se asocia correctamente con la definición de la columna B	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Columna A</th><th></th><th>Columna B</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 Sedimentación de partículas discretas</td><td>3</td><td>Cuando existe una baja concentración de partículas en el agua, éstas se depositan sin interferir. En cambio, cuando hay altas concentraciones de partículas, se producen colisiones que las mantienen en una posición fija y ocurre un depósito masivo en lugar de individual. Este tipo de sedimentación se presenta en los concentradores de lodos de las unidades de decantación con manto de lodos.</td></tr> <tr> <td>2 Sedimentación de partículas floculentas</td><td>1</td><td>Este tipo de partículas y esta forma de sedimentación se presentan en los desarenadores, en los sedimentadores y en los presedimentadores como paso previo a la coagulación en las plantas de filtración rápida y también en sedimentadores como paso previo a la filtración lenta.</td></tr> <tr> <td>3 Sedimentación por caída libre e interferida</td><td>2</td><td>Este tipo de sedimentación se presenta en la clarificación de aguas, como proceso intermedio entre la coagulación-floculación y la filtración rápida.</td></tr> </tbody> </table>	Columna A		Columna B	1 Sedimentación de partículas discretas	3	Cuando existe una baja concentración de partículas en el agua, éstas se depositan sin interferir. En cambio, cuando hay altas concentraciones de partículas, se producen colisiones que las mantienen en una posición fija y ocurre un depósito masivo en lugar de individual. Este tipo de sedimentación se presenta en los concentradores de lodos de las unidades de decantación con manto de lodos.	2 Sedimentación de partículas floculentas	1	Este tipo de partículas y esta forma de sedimentación se presentan en los desarenadores, en los sedimentadores y en los presedimentadores como paso previo a la coagulación en las plantas de filtración rápida y también en sedimentadores como paso previo a la filtración lenta.	3 Sedimentación por caída libre e interferida	2	Este tipo de sedimentación se presenta en la clarificación de aguas, como proceso intermedio entre la coagulación-floculación y la filtración rápida.
Columna A		Columna B												
1 Sedimentación de partículas discretas	3	Cuando existe una baja concentración de partículas en el agua, éstas se depositan sin interferir. En cambio, cuando hay altas concentraciones de partículas, se producen colisiones que las mantienen en una posición fija y ocurre un depósito masivo en lugar de individual. Este tipo de sedimentación se presenta en los concentradores de lodos de las unidades de decantación con manto de lodos.												
2 Sedimentación de partículas floculentas	1	Este tipo de partículas y esta forma de sedimentación se presentan en los desarenadores, en los sedimentadores y en los presedimentadores como paso previo a la coagulación en las plantas de filtración rápida y también en sedimentadores como paso previo a la filtración lenta.												
3 Sedimentación por caída libre e interferida	2	Este tipo de sedimentación se presenta en la clarificación de aguas, como proceso intermedio entre la coagulación-floculación y la filtración rápida.												
61	¿De qué depende la velocidad de sedimentación de suspensiones floculentas?	Depende de las características de las suspensiones, así como de las características hidráulicas de los sedimentadores y de la presentación de procesos concomitantes: floculación por diferencia de velocidades de sedimentación de los flóculos, influencia de turbulencia y variación de gradientes de velocidad.												
62	En la figura se muestran las distintas zonas que se presentan en una decantación por caída interferida. Describa cada una de estas zonas	<p>Zona A-B. La superficie de separación es muy definida. Esta es una fase de coalescencia de los flóculos seguida de una zona muy pequeña de decantación libre (en la mayoría</p>												

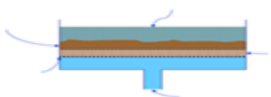
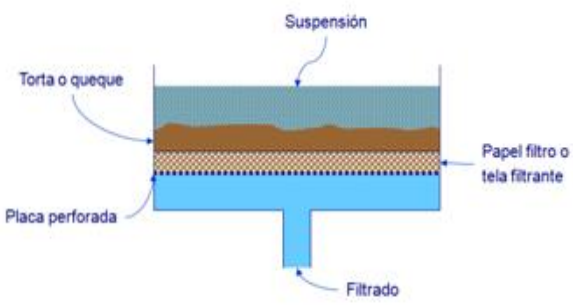
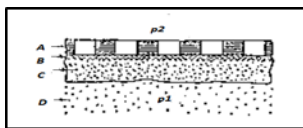
		<p>de casos, esta primera zona no se produce).</p> <p>Zona B-C. Tiene una pendiente rectilínea. Corresponde a una velocidad de caída constante definida únicamente por el tipo de floculación y la concentración de las partículas. Al incrementarse la concentración inicial de las partículas disminuye la velocidad. A esta zona se la denomina decantación frenada.</p> <p>Zona C-D. En esta zona se produce la disminución progresiva de la velocidad de caída. Se denomina zona de desaceleración o transición.</p> <p>Zona D-E. En esta zona los flóculos se tocan y ejercen presión sobre las capas inferiores, puesto que están soportados por estas. Se le llama zona de compresión.</p>
63	¿Qué entiende por coloide?	En los coloides, cada partícula se encuentra estabilizada por una serie de cargas de igual signo sobre su superficie, haciendo que se repelan dos partículas vecinas como se repelen dos polos magnéticos. Puesto que esto impide el choque de las partículas y que formen así masas mayores, llamadas flóculos, las partículas no sedimentan.
64	Defina Coagulación	Desestabilización de un coloide producida por la eliminación de las dobles capas eléctricas que rodean a todas las partículas coloidales, con la formación de núcleos microscópicos.
65	Defina Floculación	Aglomeración de partículas desestabilizadas primero en microflóculos, y más tarde en aglomerados voluminosos llamados flóculos.
66	Describa las etapas de precipitación del coloide	<ul style="list-style-type: none"> • Desestabilización. Las teorías sobre el mecanismo de este fenómeno se basan en la química coloidal y de superficies. • Transporte de núcleos microscópicos para formar agregados densos. La teoría del transporte está basada en la mecánica de fluidos.

67	Nombre 2 ejemplos de especies coloidales	<ul style="list-style-type: none"> • Arcillas • Sílice • Hierro • Metales pesados
68	¿Qué es el potencial Z?	El potencial Z es una medida de la fuerza de repulsión que se origina en los coloides. Cuanto mayor es, en valor absoluto, mayor es la carga de la partícula. A medida que disminuye el potencial Z las partículas pueden aproximarse aumentando la posibilidad de una colisión.
69	Defina floculante	Un floculante reúne partículas en una red, formando puentes de una superficie a otra y enlazando las partículas individuales en aglomerados. La floculación es estimulada por un mezclado lento que junta poco a poco los flóculos. Un mezclado demasiado intenso los rompe y rara vez se vuelven a formar en su tamaño y fuerza óptimos. Una buena floculación favorece el manejo del lodo final para su desecación, filtrado, etc.
70	¿Qué es un espesador?	Es un estanque cilíndrico con un fondo inclinado y un mecanismo de rotación de las rastras que conducen los sólidos a la descarga central abierta. Un rebalse periférico ubicado en la parte superior del estanque sirve para evacuar el líquido clarificado. Generalmente, un pozo circular localizado en el centro de la superficie del espesador recibe la alimentación y está diseñado de tal modo que minimiza la agitación, obteniéndose así un rebalse claro.
71	Indique las dimensiones usuales de los espesadores	El tamaño de los espesadores oscila entre 2,5 (m) hasta 150 (m) de diámetro, existiendo también diseños especiales de hasta 250 (m) de diámetro. La profundidad varía entre 3 (m) en los diámetros pequeños hasta 10 (m) o más para las unidades mayores.
72	Explique brevemente el funcionamiento de un	Conforme entra el flujo de alimentación en el espesador, los sólidos van decantando hacia

	espesador	el fondo. El líquido clarificado rebose por la parte superior y los sólidos se evacuan por la descarga inferior.
73	La figura muestra la situación de las 4 zonas de pulpa de sedimentación en un espesador, describa cada una de ellas	<p>Zona A es un líquido de rebose limpio, está libre de sólidos en la mayoría de las aplicaciones.</p> <p>Zona B consta de una pulpa de consistencia poco uniforme cuya concentración se aproxima a la de la alimentación.</p> <p>Zona C es un estado intermedio en el cual la pulpa está en una condición transitoria entre sedimentación por caída libre y compresión.</p> <p>Zona D muestra la pulpa en compresión, produciéndose un desplazamiento del agua por compresión de los sólidos que fuerzan al líquido a salir de sus intersticios.</p>  <p>SECCION DE UN ESPESADOR CONTINUO MOSTRANDO LA SITUACION DE LAS CUATRO ZONAS DE PULPA EN SEDIMENTACION</p> <p>  ZONA A: AGUA LIMPIA O SOLUCION  ZONA B: PULPA DE CONSISTENCIA DE ALIMENTACION  ZONA C: PULPA EN TRANSICION DE B a D  ZONA D: PULPA EN COMPRESION </p>
74	Nombre los elementos de un espesador continuo.	<ul style="list-style-type: none"> • Anillo o Cuello de alimentación • Tanque • Brazos • Cono o trinchera • Canal de rebose • Mecanismo motriz • Dispositivo de elevación
75	Describe las funciones del anillo o cuello de alimentación y del tanque.	Anillo o Cuello de alimentación: sirve para disipar la energía cinética que lleva el flujo de alimentación, así como para proporcionar a la entrada del tanque una condición de

		<p>relativa tranquilidad y dirigir la pulpa a una profundidad adecuada dentro del espesador.</p> <p>Tanque: proporciona el tiempo de residencia necesario para producir sólidos sedimentados y líquido clarificado. El fondo inclinado ayuda al movimiento de los sólidos concentrados hacia el punto de descarga.</p>
76	Los brazos de un espesador tienen 3 funciones, descríbalas	<ul style="list-style-type: none"> • Mover los sólidos sedimentados hacia el punto de descarga. • Mantener un grado de fluidez en el espesador para asegurar la separación hidráulica, • Aumentar la concentración de los sólidos en la descarga al establecer una especie de canalizaciones en la pulpa de la zona de compresión, que permiten la salida del agua atrapada.
77	Los brazos de un espesador tienen 3 funciones, descríbalas	<ul style="list-style-type: none"> • Mover los sólidos sedimentados hacia el punto de descarga. • Mantener un grado de fluidez en el espesador para asegurar la separación hidráulica, • Aumentar la concentración de los sólidos en la descarga al establecer una especie de canalizaciones en la pulpa de la zona de compresión, que permiten la salida del agua atrapada.
78	<p>Describa el funcionamiento de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cono o trinchera • Canal de rebose • Mecanismo motriz • Dispositivo de elevación 	<p>Cono o trinchera: con sus rastras, tienen una acción similar a la de los brazos pero en la zona de la descarga.</p> <p>Canal de rebose: recoge el rebose clarificado y lo lleva a su salida correspondiente. El diseño más adecuado es el de rebose uniforme por toda la periferia del tanque.</p> <p>Mecanismo motriz: proporciona la fuerza de accionamiento (par) para girar los brazos y rastras en contra de los sólidos sedimentados.</p>

		Dispositivo de elevación de los brazos: permite a éstos extraerlos de la zona de los sólidos más concentrados, para disminuir el esfuerzo en el mecanismo de accionamiento. La elevación puede ser efectuada con el sistema motriz en funcionamiento.
79	Los brazos de un espesador tienen 3 funciones, descríbalas.	<ul style="list-style-type: none"> • Mover los sólidos sedimentados hacia el punto de descarga. • Mantener un grado de fluidez en el espesador para asegurar la separación hidráulica, • Aumentar la concentración de los sólidos en la descarga al establecer una especie de canalizaciones en la pulpa de la zona de compresión, que permiten la salida del agua entrampada.
80	Describa el funcionamiento del anillo	Anillo o Cuello de alimentación: sirve para disipar la energía cinética que lleva el flujo de alimentación, así como para proporcionar a la entrada del tanque una condición de relativa tranquilidad y dirigir la pulpa a una profundidad adecuada dentro del espesador. Tanque: proporciona el tiempo de residencia necesario para producir sólidos sedimentados y líquido clarificado. El fondo inclinado ayuda al movimiento de los sólidos concentrados hacia el punto de descarga.
81	¿Qué entiende usted por filtración?	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.
82	Mencione los métodos de filtración con respecto a la fuerza impulsora	a) Método de filtración gravitacional b) Método de filtración centrífugo c) Método de filtración por presión de vacío d) Método de filtración por presión del fluido a los dos lados de un diafragma

83	<p>Escriba los elementos que intervienen en la filtración</p> 	
84	<p>Según la figura indique las zonas activas existentes en una operación de filtrado</p> 	<p>A corresponde al entramado B es el diafragma C la torta D el fluido, generalmente con partículas en suspensión; p1 y p2 son las presiones que prevalecen en ambos lados de la superficie filtrante y que están relacionadas por la desigualdad $p1 > p2$.</p>
85	<p>Explique brevemente en qué consiste la filtración con formación de coque</p>	<p>La filtración con formación de coque se caracteriza porque el sólido de la suspensión es retenido en la superficie del medio filtrante como una capa denominada coque. Esto se produce naturalmente cuando los poros del medio filtrante tienen un tamaño menor que las partículas. La filtración con formación de coque se utiliza para suspensiones que poseen más de un 10% de sólidos en volumen.</p>
86	<p>Explique brevemente en qué consiste la filtración sin formación de coque</p>	<p>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.</p>
87	<p>Explique brevemente en qué consiste la filtración profunda</p>	<p>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.</p>

88	Mencione al menos 4 Factores que influyen en la filtración.	<p>a) Las propiedades del fluido, tales como su densidad, viscosidad y corrosividad.</p> <p>b) La naturaleza del sólido, tal como su tamaño, forma y distribución de tamaño.</p> <p>c) Las propiedades de la suspensión, tales como su concentración y compresibilidad.</p> <p>d) La cantidad de material a tratar.</p> <p>e) El valor del material y si el material valioso es el sólido, el fluido, o ambos.</p> <p>f) Si es necesario lavar el queque.</p> <p>g) Si es importante o no la contaminación del producto.</p>
89	Mencione los 3 tipos de medios filtrantes sintéticos usados en la industria de la filtración	<p>a) Tejido: puede ser de tela cruzada o satín, ya que éste aumenta la resistencia a la tracción.</p> <p>b) No tejido: consiste en ensamblar varias capas de fibras.</p> <p>c) Compósitos: poliuretanos (polímeros micro porosos regulados) que han dado muy buen resultado.</p>
90	Indique al menos 5 características técnicas de los medios	<p>a) Trama.</p> <p>b) Peso/área.</p> <p>c) Permeabilidad al aire.</p> <p>d) Permeabilidad al agua.</p> <p>e) Porosidad.</p> <p>f) Resistencia a la tensión.</p> <p>g) Fácil descarga del queque.</p> <p>h) Mínima resistencia al flujo.</p> <p>i) Mínima humedad de queque.</p> <p>j) Máxima vida útil de la tela.</p> <p>k) Menor tendencia a la obstrucción</p> <p>l) Espesor de la tela.</p> <p>m) Resistencia a la temperatura.</p> <p>n) Resistencia al pH.</p> <p>o) Capacidad de suciedad</p>
91	Describa brevemente el funcionamiento del filtro de tambor	<p>El filtro de tambor consiste en un tambor rotatorio con su parte inferior sumergida en la suspensión. La superficie del tambor está cubierta por un medio filtrante denominado <i>tela filtrante</i>. La suspensión es succionada desde el interior del tambor, donde se ha generado un vacío. Mientras el filtrado pasa al interior del tambor y es evacuado a través de tuberías apropiadas, el sólido es retenido en la superficie cilíndrica formando un</p>

		<p>queque. Durante el giro es posible lavar el queque rociando agua en su superficie y permitiendo que se seque de la misma forma anterior. Una vez completado un giro, y antes de entrar nuevamente en la suspensión, un mecanismo raspa la superficie descargando el queque en una tolva.</p>
92	<p>Describa brevemente el funcionamiento del Filtro de discos.</p>	<p>El filtro de discos consiste en un eje central que soporta un número determinado de discos, cada uno de los cuales está conectado a un equipo de vacío.</p> <p>a) Los discos giran y al estar en contacto con la pulpa, captan el sólido (formación del queque) por efecto del vacío.</p> <p>b) Cuando están en contacto con la atmósfera se mantiene el vacío (secado del queque). El lavado es opcional.</p> <p>c) Para la descarga del queque se utiliza soplado de aire y raspadores.</p>
93	<p>Describa brevemente como opera un Filtro de banda horizontal.</p>	<p>Consisten en una superficie sin fin de drenaje hecha de caucho perforado, conectada al vacío, que soporta una banda separada hecha de una tela filtrante apropiada. La pulpa se alimenta por gravedad sobre el filtro y la filtración comienza inmediatamente, por efecto de la presión de la capa de pulpa y el vacío. En estos filtros es posible lavar el queque.</p>
94	<p>Enumere las zonas de operación de los filtros de banda</p>	<p>a) Zona de formación b) Zona de lavado c) Zona de secado d) Zona de descarga e) Zona de lavado de tela</p>
95	<p>¿Cómo se calcula la razón de lavado de los filtros de banda?</p>	<p>$\text{razon de lavado} = \frac{\text{tph de agua de lavado}}{\text{tph de solidos seco}}$</p>
96	<p>¿Qué es un filtro hiperbárico?</p>	<p>Es un filtro a vacío, ya sea de disco, tambor o banda, inmerso en una cámara de presión. Con este tipo de filtros se puede obtener humedades de 8% y menores.</p>
97	<p>Enumere los tipos de filtros a presión</p>	<p>a) Filtros prensa de placas verticales b) Filtros prensa de placas horizontales c) Filtro prensa de disco.</p>

98	Mencione las fases de la filtración por presión en los filtros de placas verticales	a) Cerrado b) Alimentación c) Limpieza d) Soplado e) Descarga f) Lavado
99	Describa la secuencia operacional en la filtración por presión en placas horizontales	a) Cerrado b) Alimentación c) Limpieza d) Compresión e) Retracción del diafragma f) Lavado del queque g) Segunda etapa compresión h) Segunda etapa soplado y retracción del diafragma i) Descarga del queque j) Lavado de la correa
100	¿Cuáles son las principales variables en un proceso de filtración?	a) Variables de entrada b) Variables de salida c) Parámetros d) Perturbaciones e) Variables controlables
101	Indique en la imagen las principales variables que intervienen en el proceso de filtración.	
102	¿Qué entiende por secado de sólidos?	El secado de sólidos consiste en separar pequeñas cantidades de agua u otro líquido de un material sólido con el fin de reducir el contenido de líquido residual hasta un valor aceptablemente bajo. El secado es habitualmente la etapa final de una serie de operaciones y, con frecuencia, el producto que se extrae de un secador pasa a empaquetado.
103	Explique la clasificación de los secadores	Los equipos de secado pueden clasificarse en:

		<p>a) Secadores en los que el sólido se encuentra directamente expuesto a un gas caliente (generalmente aire)</p> <p>Los secadores que exponen los sólidos a un gas caliente se llaman adiabáticos o secadores directos;</p> <p>b) Secadores en los que el calor es transmitido al sólido desde un medio externo tal como vapor de agua condensante, generalmente a través de una superficie metálica con la que el sólido está en contacto. Aquellos en los que el calor es transmitido desde un medio externo reciben el nombre de no adiabáticos o secadores indirectos.</p>
104	Describa las formas en que los sólidos se exponen a la superficie caliente o a otra fuente de calor en los secadores no adiabáticos	<p>a) Los sólidos se esparcen sobre una superficie horizontal estacionaria o que se desplaza lentamente y se “cuecen” hasta que se secan. La superficie calor tal como vapor de agua o agua caliente. Alternativamente, el calor puede aplicarse por medio de un calentador radiante situado encima del sólido.</p> <p>b) Los sólidos se mueven sobre una superficie caliente, generalmente cilíndrica, por medio de un agitador o un transportador de tornillo o de palas.</p> <p>c) Los sólidos deslizan por gravedad sobre una superficie inclinada caliente o bien son transportados en sentido ascendente por la superficie y deslizándose posteriormente hasta una nueva localización.</p>
105	¿Qué entiende por transferencia de calor?	Se ha descrito a la transferencia de calor como el estudio de las velocidades a las cuales el calor se intercambia entre fuentes de calor y receptores, tratados usualmente de manera independiente.
106	Defina transmisión de calor por conducción	La conducción es el modo de transferencia térmica en el que el calor se mueve o viaja desde una capa de temperatura elevada del cerramiento a otra capa de inferior

		temperatura debido al contacto directo de las moléculas del material.
107	Defina transmisión de calor por convección	Cuando el aire de un ambiente se pone en contacto con la superficie de un cerramiento a una temperatura distinta, el proceso resultante de intercambio de calor se denomina transmisión de calor por convección.
108	Defina transmisión de calor por radiación	Se denomina transmisión de calor por radiación cuando la superficie del cerramiento intercambia calor con el entorno mediante la absorción y emisión de energía por ondas electromagnéticas. El calor se transmite a través del vacío, o atravesando un medio transparente como el aire.
109	Nombre los tipos de humedad de un sólido	<p>a) Humedad de equilibrio</p> <p>b) Humedad libre</p> <p>c) Humedad límite</p> <p>d) Humedad no límite</p>
110	Defina humedad de equilibrio	Humedad del sólido cuando su presión de vapor se iguala a la presión de vapor del gas (aire – vapor de agua). Es decir, humedad del sólido cuando está en equilibrio con el gas
111	Defina humedad libre	Es la humedad del sólido, que está en exceso con relación a la humedad de equilibrio. Es ésta la humedad que se puede evaporar y depende de la concentración de vapor en la corriente gaseosa.
112	Defina humedad límite	Es la humedad del sólido que ejerce una presión de vapor de equilibrio menor que aquella que ejerce el líquido puro a la misma temperatura.
113	Defina humedad no límite	Es la humedad del sólido que ejerce una presión de vapor igual a la del líquido puro a la misma temperatura.
114	Describa los componentes de una correa transportadora	Las correas transportadoras continuas están constituidas básicamente por una banda sinfín flexible que se desplaza apoyada sobre unos rodillos de giro libre. El desplazamiento de la banda se realiza por la acción de arrastre que le transmite uno de los

		<p>tambores extremos, generalmente el situado en "cabeza". Todos los componentes y accesorios del conjunto se disponen sobre un bastidor, casi siempre metálico, que les da soporte y cohesión.</p> <p>Se denominan cintas fijas a aquéllas cuyo emplazamiento no puede cambiarse. Las cintas móviles están provistas de ruedas u otros sistemas que permiten su fácil cambio de ubicación; generalmente se construyen con altura regulable, mediante un sistema que permite variar la inclinación de transporte a voluntad.</p>
115	Nombre los equipos presentes en una planta de secado	<p>a) Correas transportadoras para el transporte de concentrado húmedo.</p> <p>b) Secador rotatorio del tipo directo o indirecto.</p> <p>c) Sistema de Combustible</p> <p>d) Recuperadores de polvo como: filtros de manga, precipitadores electrostáticos o ciclones.</p> <p>e) Sistemas de transporte neumático para el producto seco de concentrado.</p>
116	¿Cómo se pueden clasificar las operaciones de secado?	<p>Las operaciones de secado se pueden clasificar de diferentes maneras. Una de ellas es clasificar las operaciones de secado en continuas y discontinuas.</p> <p>Otra clasificación es de acuerdo al método de transmisión de calor a los sólidos húmedos, esto es en secadores directos y secadores indirectos.</p>
117	¿Cuáles son las variables que afectan al secado en un secador rotatorio?	<p>a) Temperatura</p> <p>b) Humedad</p> <p>c) Velocidad del aire</p> <p>d) Permanencia del material dentro del secador</p>
118	Nombre los principales componentes de una planta de secado	<p>a) Generador de Gases Calientes</p> <p>b) Planta de Combustibles</p> <p>c) Tambor rotatorio (Secador directo e indirecto)</p> <p>d) Buzón de descarga</p> <p>e) Recuperadores de Polvo: Filtros de manga, f) Precipitador Electrostático y Ciclones</p> <p>g) Sistema de extracción de gases:</p>

		Ventilador h) extractor tipo Inducido VTI. i) Ductos
119	¿Cómo se clasifican los sistemas de transporte neumático?	a) Sistemas de fase diluida b) Sistemas de fase densa: Régimen de flujo inestable Régimen de flujo inestable/estable Régimen de flujo estable
120	Describa brevemente como opera un secador indirecto	Un tipo de secador indirecto posee una carcasa rotatoria inclinada, como los secadores directos, pero en lugar de elevadores está provisto de tubos que contienen vapor o agua caliente. La alimentación se calienta por contacto directo con los tubos sobre los cuales fluye formando una delgada capa. Se inyecta aire a través del secador en cantidad suficiente para eliminar el vapor de agua. El aire abandona el secador prácticamente saturado, por lo cual la cantidad requerida, suele ser mucho menor que en un secador rotatorio directo
121	Describa como se realiza la detención de un secador indirecto	Durante la operación, el refractario del fogón permanece a una alta temperatura. Si es enfriado bruscamente sufrirá serios daños. Para detener el equipo debe bajarse la carga a un mínimo y después detener la alimentación de carga y el quemador. Los ventiladores se detienen cuando el equipo esté suficientemente frío.

Nombre del participante:

Porcentaje total:

COMPETENCIA 1

Los aspectos que se evaluarán son los siguientes:

		Si	No
	Verifica el estado físico/mecánico de las celdas y equipos auxiliares (bombas, válvulas, etc.), mediante chequeo preventivo a la entrada y durante el turno, detectando desperfectos y/o anomalías.		
	Opera las celdas de flotación y equipos auxiliares, coordinando con todas las áreas reinicio y detención de equipos, estableciendo operación segura y eficiente de los equipos.		
	Realiza ajuste de variables y parámetros de operación utilizando las herramientas y panel de control adecuadas, para normalizar la operación.		
	Verifica incorporación y dosificación de reactivos midiendo caudal en terreno, para optimizar la recuperación, y corrigiendo dosificación cuando se requiera.		
	Verifica operación de las celdas, bombas y equipos auxiliares detectando operaciones fuera de régimen, mediante inspección en terreno y lectura de instrumentos de control.		
	Identifica condiciones operacionales y de seguridad involucradas en la operación.		
Sub total 1 /6			

COMPETENCIA 2

Los aspectos que se evaluarán son los siguientes:

		Si	No
	Verifica el estado físico/mecánico de los equipos de remolienda (molino convencional, molino vertical, hidrociclones, bombas, analizadores de partículas, y otros) revisando detalladamente cada equipo y sus respectivas partes constituyentes, mediante chequeos preventivos en terreno a la entrada y durante el turno, detectando síntomas y desperfectos.		
	Opera el molino de remolienda y equipos auxiliares, coordinando con todas las áreas reinicio y detención de equipos, estableciendo operación segura y eficiente de equipos.		
	Realiza ajuste de variables y parámetros de operación		

	utilizando las herramientas y panel de control adecuadas, para normalizar la operación.		
	Verifica incorporación y dosificación de reactivos midiendo caudal en terreno, para optimizar la recuperación, corrigiendo dosificación cuando se requiera.		
	Verifica operación de la batería de hidrociclones y bombas, para detectar condiciones fuera de rango y corregirlas.		
	Detecta condiciones operacionales que puedan representar un riesgo para las personas o equipos, para evitar daños mayores.		
Sub total 2 /6			

COMPETENCIA 3

Los aspectos que se evaluarán son los siguientes:

		Si	No
	Verifica el estado físico/mecánico de los espesadores (rastras, bombas, bombas, etc.) y equipos auxiliares, mediante chequeo preventivo a la entrada y durante el turno, detectando anomalías y desperfectos.		
	Opera los espesadores y equipos auxiliares, coordinando con todas las áreas reinicio y detención de equipos, estableciendo operación segura y eficiente de equipos.		
	Realiza ajuste de variables y parámetros de operación en los espesadores, utilizando las herramientas y panel de control adecuadas, para normalizar la operación.		
	Verifica incorporación y dosificación de reactivos midiendo caudal en terreno, para optimizar la recuperación, y corrigiendo dosificación cuando se requiera.		
	Verifica que variables y parámetros de operación de los espesadores (torque, porcentaje de sólidos, nivel agua clara, etc.) se mantengan dentro de los rangos de trabajo establecidos, ajustándolos cuando sea necesario.		
	Identifica condiciones operacionales y de seguridad involucradas en la operación, para evitar daños a personas y equipos.		
Sub total 3/6			

COMPETENCIA 4

Los aspectos que se evaluarán son los siguientes:

		Si	No
	Verifica el estado físico/mecánico del filtro (tela, placas, bombas, flanges, tuberías, etc.) y equipos auxiliares, mediante chequeo preventivo a la entrada y durante el turno, detectando desperfectos y/o anomalías.		
	Opera los filtros y equipos auxiliares, coordinando con todas las áreas reinicio y detención de equipos, estableciendo operación segura y eficiente de equipos.		
	Realiza ajuste de variables y parámetros de operación en los filtros, utilizando las herramientas y panel de control adecuadas, para normalizar la operación.		
	Verifica variables y parámetros de operación de los filtros se mantengan dentro de los rangos de trabajo establecidos, ajustándolos cuando sea necesario.		
	Realiza mediciones de variables de proceso para detectar y corregir variables fuera de rango en la operación del filtro de molibdeno.		
Sub total 4 /6			

COMPETENCIA 5

Los aspectos que se evaluarán son los siguientes:

		Si	No
	Verifica el estado físico/mecánico del secador (quemador, filtros de mangas, ciclón de fino, aspas, etc.) y equipos auxiliares (sistema de transporte neumático, ventiladores, etc.), mediante chequeo preventivo a la entrada y durante el turno, detectando desperfectos y/o anomalías.		
	Verifica que parámetros y variables de operación del secador de molibdeno se mantengan dentro de los rangos de trabajo establecidos, ajustándolos cuando sea necesario.		
	Realiza ajuste de parámetros y variables operacionales en PLC al secador de molibdeno y equipos auxiliares, utilizando las herramientas y panel de control adecuadas, para normalizar la operación.		
	Monitorea que los parámetros de operación del secador de molibdeno y equipos auxiliares se mantengan dentro de los rangos de operación establecidos, y corregirlos cuando sea necesario.		
	Identifica condiciones operacionales y de seguridad involucradas en la operación, para evitar daños a personas y equipos.		
Sub total 5 /6			

COMPETENCIA 6

Los aspectos que se evaluarán son los siguientes:

		Si	No
	Verifica estado físico/mecánico del sistema de envasado, carguío y despacho (báscula, estado de maxi sacos, grúa horquilla, etc.), revisando detalladamente cada equipo y sus respectivas partes constituyentes, mediante chequeos preventivos en terreno a la entrada y durante el turno, detectando síntomas y desperfectos.		
	Verifica que parámetros y variables de proceso de envasado, carguío y despacho de concentrado de molibdeno, se mantengan dentro de los rangos de trabajo establecidos, ajustándolos cuando sea necesario.		
	Realiza ajuste de parámetros y variables operacionales en PLC al secador de molibdeno y equipos auxiliares, utilizando las herramientas y panel de control adecuadas, para normalizar la operación.		
	Identifica condiciones operacionales y de seguridad involucradas en la operación, durante operación de carguío y despacho de concentrado, para evitar daños a personas y equipos.		
Sub total 6 /6			

Pauta de observación conductual

EVALUACIÓN CONDUCTUAL DE SALIDA (**)

Instrucciones para el instructor :

Antes de completar ésta evaluación tenga presente que

- Éste instrumento tiene como objetivo evaluar el nivel de logro alcanzado por el alumno en relación a las competencias conductuales definidas durante su proceso de formación en el Programa de Entrenamiento.
- Antes de completar ésta evaluación, asegúrese de haber leído y comprendido la definición de las competencias que usted evaluará y los indicadores de conducta asociados a cada competencia.
- A modo de facilitar la calificación que usted realice cada indicador de conducta es evaluado a través de una escala de resultado (logrado, medianamente logrado, no logrado). La categoría N/A ("No aplica") corresponde en aquellos indicadores que no fueron entrenados u observados durante el proceso de entrenamiento.
- Por cada indicador de conducta marque una X en el casillero que corresponda según su evaluación.

Nombre Completo del Alumno (a)	
N° Cédula de Identidad del Alumno (a)	
Nombre Programa de Entrenamiento	
Fecha en que se realiza la evaluación	
Instructor (a) Evaluador (a)	

Competencia	Indicadores de conducta	Logrado	Medianamente Logrado	No Logrado
Seguridad Capacidad de realizar el trabajo manteniendo una actitud proactiva hacia el autocuidado y la prevención de los riesgos asociados a las personas y los equipos en cada una de las actividades.	Evalúa las condiciones de seguridad en su entorno de trabajo, equipos y herramientas reportando inmediatamente en caso de desvíos para que se apliquen las medidas correctivas.			
	Identifica acciones riesgosas en otras personas solicitándoles que modifiquen su conducta o informando inmediatamente a una jefatura (instructor).			
	Aplica medidas correctivas para prevenir y/o controlar los riesgos analizando previamente que sean viables y no constituyan mayor riesgo para las personas, los equipos y el medioambiente.			
	Realiza mantenimiento preventivo de los equipos verificando que se encuentren en óptimas condiciones informando inmediatamente al detectar una falla.			
	Trabaja respetando las instrucciones, procedimientos y estándares establecidos para cada actividad.			
	Verifica que todos sus EPP y otros dispositivos de seguridad cumplan con los requerimientos obligatorios para realizar la actividad informando inmediatamente a su jefatura (instructor) ante cualquier desviación o extravío.			
Productividad Capacidad de trabajar hacia el logro de los	Realiza las tareas que le son asignadas dentro de los estándares y plazos establecidos optimizando el uso del tiempo y recursos disponibles.			
	Verifica la información sobre el estado operativo de los equipos, herramientas y materiales que utiliza.			
	Mide variables eléctricas evitando desperdiciar recursos, optimizando el uso del tiempo y			

objetivos dentro de los plazos y estándares de calidad establecidos, optimizando el uso del tiempo y recursos disponibles.	herramientas disponibles. Ejecuta tareas según pauta de trabajo cumpliendo con los plazos y estándares establecidos.			
Trabajo en Equipo	Comunica oportunamente al instructor y/o a sus compañeros las acciones que realiza para asegurar la correcta coordinación en la ejecución de las tareas.			
Capacidad de establecer relaciones de colaboración con otras personas logrando coordinar acciones en conjunto para cumplir las metas.	Realiza actividades de mantención en cooperación y comunicación directa con el instructor y sus compañeros.			
	Aunque realice trabajos individuales, comprende que su labor está vinculada (e impacta directamente) al trabajo de su equipo y los resultados finales que obtengan.			
	Comunica sus ideas en forma adecuada escuchando las opiniones de sus pares, jefaturas y/o colaboradores.			
	Explica claramente cuál es su rol en el equipo de trabajo.			
Rigurosidad	Identifica procedimientos generales y específicos en pauta de trabajo, según la tarea a realizar.			
Disposición para realizar sus actividades con dedicación siguiendo los instructivos y procedimientos establecidos.	Antes de ejecutar una actividad revisa las instrucciones, estándares y procedimientos que aplican.			
	Realiza las actividades respetando las normas, estándares y procedimientos establecidos.			
	Registra sistemáticamente la planificación de sus actividades completando órdenes de trabajo, informes de inspección y bitácora del equipo según procedimiento.			
	Mantiene una correcta limpieza y orden en su equipo, área de trabajo y espacios compartidos con otras personas.			
Orientación al cliente interno	Identifica claramente cuáles son sus potenciales clientes internos en su área de trabajo u otras áreas relacionadas.			
Capacidad de comprender los requerimientos de su cliente interno y dirigir sus esfuerzos para responder a las necesidades del cliente de manera eficiente y oportuna.	Realiza preguntas que le permiten comprender los requerimientos de su cliente.			
	Analiza la información entregada por el instructor para realizar una actividad de mantención que cumpla con las exigencias y estándares establecidos.			
	Realiza una actividad de mantención a interruptores cumpliendo con los plazos y estándares establecidos.			

Escala de Resultado:

Logrado: el alumno cumple a cabalidad con la conducta observada. Se vislumbra un alto desempeño.

Medianamente logrado: el alumno cumple frecuentemente con la conducta observada, sin embargo, requiere continuar desarrollando algunas habilidades y/o actitudes, o recibir supervisión directa para alcanzar el nivel esperado en la competencia evaluada.

No logrado: el alumno no alcanza el nivel mínimo requerido para ejecutar la conducta evaluada. Se sugiere re instrucción.

Retroalimentación: en ésta sección escriba los aspectos conductuales más sobresalientes del desempeño del alumno durante su proceso formativo, brechas detectadas acerca de actitudes que requiere continuar desarrollando, sugerencias para potenciales empleadores.

Firma del Instructor (a)

Timbre de la Institución Formativa

() Anexo Instructivo de Apoyo Evaluación Conductual de Proceso y Salida**

Instructivo de apoyo

Proceso de Evaluación Competencias Conductuales

Programa de Entrenamiento Mantenedores

I. Introducción

Éste instructivo tiene como objetivo entregar un apoyo a modo de consulta a los instructores que realicen las evaluaciones de proceso y salida de competencias conductuales en los Programas de Entrenamiento de Mantenedores.

1. Preparación de la evaluación

- Antes de completar la evaluación, asegúrese de comprender los objetivos de cada evaluación: de proceso y de salida.
- Objetivo de la evaluación de proceso: evaluar las competencias conductuales en determinados momentos del proceso formativo para entregar al alumno una retroalimentación continua y detectar brechas sobre su proceso de entrenamiento.
- Objetivo de la evaluación de salida: evaluar el nivel de logro alcanzado por el alumno en relación a las competencias conductuales definidas durante su proceso de formación en el Programa de Entrenamiento.
- Revise la definición de cada una de las competencias conductuales evaluadas y sus indicadores. Consulte anticipadamente a quien corresponda en caso de tener dudas.
- En el instrumento para la evaluación de proceso usted evaluará cada indicador de conducta en base a una escala likert de frecuencia (Siempre, Frecuentemente, Ocasionalmente, Rara Vez, Nunca)
- En el instrumento para la evaluación de salida usted evaluará cada indicador de conducta en base una escala de resultado (logrado, medianamente logrado, no logrado). En éste instrumento se agregó la categoría N/A (“No aplica”) en caso que hubiesen algunos indicadores que no fueron entrenados u observados durante el proceso de entrenamiento.
- En ambas evaluaciones por cada indicador de conducta observado usted tendrá que marcar una X en el casillero que corresponda según la evaluación que usted haga.

2. Inicio de la evaluación

Antes de comenzar la evaluación dé a conocer al alumno o alumna los objetivos de la evaluación, las competencias conductuales que serán evaluadas, los indicadores de conducta asociados a cada competencia, algunas de las actividades que usted observó como evidencia de desempeño; explicándole además la escala de evaluación utilizada.

Cada institución formativa determinará cuando se aplicarán las evaluaciones, no obstante, se recomienda que la evaluación de proceso se aplique cada tres meses y la evaluación de salida durante los dos últimos meses del proceso de formación.

3. Ejecución de la evaluación

Usted completará las evaluaciones en base a la observación que usted ha realizado del desempeño del alumno o alumna durante el período que se está evaluando (evaluación de proceso) o al finalizar su proceso formativo (evaluación de salida).

A modo de facilitar éste ejercicio evaluativo, a continuación se sugieren algunas actividades que usted puede observar y considerar como evidencias de desempeño para cada indicador de conducta evaluado.

Competencia	Indicadores de conducta	Actividad sugerida a observar
Seguridad Capacidad de realizar el trabajo manteniendo una actitud proactiva hacia el autocuidado y la prevención de los riesgos asociados a las personas y los equipos en cada una de las actividades.	Evalúa las condiciones de seguridad en su entorno de trabajo, equipos y herramientas reportando inmediatamente en caso de desvíos para que se apliquen las medidas correctivas.	Usar EPP antes de ingresar a Taller y Laboratorio, informa al instructor inmediatamente cuando no cuenta con EPP o está en mal estado.
	Identifica acciones riesgosas en otras personas solicitándoles que modifiquen su conducta o informando inmediatamente a una jefatura (instructor).	Reacción de los alumnos y alumnas cuando son sujeto de supervisión o monitoreo al realizar una tarea alta criticidad, interacción con energías , hombre máquina.
	Aplica medidas correctivas para prevenir y/o controlar los riesgos analizando previamente que sean viables y no constituyan mayor riesgo para las personas, los equipos y el medioambiente.	Aplicación de las normativas de housekeeping al terminar el taller.
	Realiza mantenimiento preventivo de los equipos verificando que se encuentren en óptimas condiciones informando inmediatamente al detectar una falla.	Completa órdenes de trabajo, informes de inspección y bitácora del equipo según procedimiento.
	Trabaja respetando las instrucciones, procedimientos y estándares establecidos para cada actividad.	Nombra los procedimientos involucrados previa lectura de la pauta de trabajo.
	Verifica que todos sus EPP y otros dispositivos de seguridad cumplan con los requerimientos obligatorios para realizar la actividad informando inmediatamente a su jefatura (instructor) ante cualquier desviación o extravío.	Utiliza los EPP en todo momento durante sus labores de mantención.
Productividad	Realiza las tareas que le son asignadas dentro de los estándares y plazos establecidos optimizando el	Taller de mantenimiento motor finaliza con el

d Capacidad de trabajar hacia el logro de los objetivos dentro de los plazos y estándares de calidad establecidos, optimizando el uso del tiempo y recursos disponibles.	uso del tiempo y recursos disponibles.	correcto funcionamiento del equipo, cumpliendo con efectividad en el logro de la tarea.
	Verifica la información sobre el estado operativo de los equipos, herramientas y materiales que utiliza.	Cumplir la tarea de mantenimiento, según lo planificado, utilizando sólo los recursos asignados.
	Mide variables eléctricas evitando desperdiciar recursos, optimizando el uso del tiempo y herramientas disponibles.	Realiza diagnósticos certeros sin gastar tiempos y recursos extras.
	Ejecuta tareas según pauta de trabajo cumpliendo con los plazos y estándares establecidos.	Cumplir con los requisitos técnicos de las actividades prácticas, por ejemplo criterios de exactitud en las cantidades o porcentaje de sustancias utilizadas en laboratorio.
Trabajo en Equipo Capacidad de establecer relaciones de colaboración con otras personas logrando coordinar acciones en conjunto para cumplir las metas.	Comunica oportunamente al instructor y/o a sus compañeros las acciones que realiza para asegurar la correcta coordinación en la ejecución de las tareas.	Revisar pauta de trabajo con sus compañeros preguntando directamente al instructor la secuencia de acciones clarificando los roles y tareas.
	Realiza actividades de mantención en cooperación y comunicación directa con el instructor y sus compañeros.	
	Aunque realice trabajos individuales, comprende que su labor está vinculada (e impacta directamente) al trabajo de su equipo y los resultados finales que obtengan.	
	Comunica sus ideas en forma adecuada escuchando las opiniones de sus pares, jefaturas y/o colaboradores.	
	Explica claramente cuál es su rol en el equipo de trabajo.	
Rigurosidad Disposición para realizar sus actividades con dedicación siguiendo los	Identifica procedimientos generales y específicos en pauta de trabajo, según la tarea a realizar.	Usar manual de fabricante según especificaciones o procedimiento entregado, sin saltarse los pasos para no generar causa raíz de falla producto de la improvisación.
	Antes de ejecutar una actividad revisa las instrucciones, estándares y procedimientos que	Tomar apuntes y completa hoja de tareas.

instructivos y procedimientos establecidos.	aplican.	
	Realiza las actividades respetando las normas, estándares y procedimientos establecidos.	Realizar identificación de riesgos y registra las medidas de control tomadas.
	Registra sistemáticamente la planificación de sus actividades completando órdenes de trabajo, informes de inspección y bitácora del equipo según procedimiento.	Solicitar autorización para intervenir equipo.
	Mantiene una correcta limpieza y orden en su equipo, área de trabajo y espacios compartidos con otras personas.	Seguir paso a paso el procedimiento operativo planeado para el taller o laboratorio metalúrgico
Orientación al cliente interno Capacidad de comprender los requerimientos de su cliente interno y dirigir sus esfuerzos para responder a las necesidades del cliente de manera eficiente y oportuna.	Identifica claramente cuáles son sus potenciales clientes internos en su área de trabajo u otras áreas relacionadas.	Mencionar clientes internos en su área de trabajo.
	Realiza preguntas que le permiten comprender los requerimientos de su cliente.	Revisar órdenes de trabajo y preguntar al instructor para asegurar la correcta comprensión del requerimiento.
	Analiza la información entregada por el instructor para realizar una actividad de mantención que cumpla con las exigencias y estándares establecidos.	Completar en forma correcta órdenes de trabajo, informes de inspección y bitácora del equipo según procedimiento.
	Realiza una actividad de mantención a interruptores cumpliendo con los plazos y estándares establecidos.	

4. Entrega de retroalimentación :

Luego de realizar cada evaluación entregue una retroalimentación al alumno o alumna explicándole cuáles fueron los aspectos positivos más sobresalientes que usted observó y cuáles son las aquellas conductas que requiere continuar entrenando para lograr el nivel deseado que se espera en el Programa de Entrenamiento. Considere tiempo para que el alumno o alumna haga preguntas o consultas en relación a su evaluación.

Porcentajes de aprobación y calificación

Prueba de conocimientos:*Evaluación de conocimiento:*

Nº Preguntas correctas		Porcentaje de Aprobación (/121) x 100
Criterio de aprobación; mínimo 70% de respuestas correctas		
100 %	Posee los conocimientos requeridos para ejecutar las tareas y es capaz de transferirlos a otros.	
75 %	Posee los conocimientos requeridos para ejecutar las tareas.	
50 %	Posee algunos conocimientos para realizar las tareas.	
25 %	No posee los conocimientos requeridos para realizar las tareas.	

Evaluación de habilidad:

Totales	Puntajes	Ponderación	
Total Identificación	____/ 32	100 %	
Porcentaje total			
Criterio de aprobación: mínimo 70% de cumplimiento total.			

Porcentaje total del módulo:

Evaluación	Porcentaje	Porcentaje total
Conocimiento (40%)		
Habilidad (60%)		

Si usted quisiera transformar el porcentaje en una calificación, aplique la siguiente fórmula:

$(\% \text{ obtenido} / 100) \times 6+1$
--



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

