



Universidad
Continental

Yacimientos Mineros y Metalogenia II

Guías de

Laboratorio



Visión

Ser una de las 10 mejores universidades privadas del Perú al año 2020, reconocidos por nuestra excelencia académica y vocación de servicio, líderes en formación integral, con perspectiva global; promoviendo la competitividad del país.

Misión

Somos una universidad privada, innovadora y comprometida con el desarrollo del Perú, que se dedica a formar personas competentes, íntegras y emprendedoras, con visión internacional; para que se conviertan en ciudadanos responsables e impulsen el desarrollo de sus comunidades, impartiendo experiencias de aprendizaje vivificantes e inspiradoras; y generando una alta valoración mutua entre todos los grupos de interés.

Universidad Continental

Material publicado con fines de estudio

AAUC00588



Normas Básicas de Laboratorio

1. TRABAJO PREVIO AL LABORATORIO

Es necesario señalar en primer lugar, la necesidad de inculcar al alumno dos normas de trabajo previo a su entrada al laboratorio:

- 1.1. Lectura pormenorizada de la guía de laboratorio.
- 1.2. Preparación de su cuaderno de laboratorio

Cada alumno debe tener este cuaderno que llevara al laboratorio debidamente preparado, después de transcribir los puntos esenciales de su guía en el mismo; de esta forma se conseguirá que el rendimiento experimental sea mucho más fructífero.

También consideramos como un trabajo previo, por parte del profesor, la distribución de los alumnos en equipos. Es evidente que esta distribución está en función del número de equipos disponibles y del número de alumnos existentes.

2. NORMAS GENERALES DE COMPORTAMIENTO

Desde el primer momento el alumno debe adquirir la idea de que el laboratorio es un lugar de trabajo serio que requiere, por su parte, tomar una actitud responsable en la que se conjuguen amigablemente el interés, el respeto y la disciplina, observando en todo momento las normas que el profesor establezca, tanto para la distribución como para la realización de un trabajo responsable y eficazmente útil. Señalamos como importantes los siguientes:

- 2.1. Los alumnos de cada equipo deben responsabilizarse del material que reciben antes de comenzar su trabajo y comprobar que este completo y completamente limpio y ordenado cuando hayan de devolverlo.
- 2.2. Los alumnos han de seguir estrictamente las instrucciones recomendadas en su guía de laboratorio.
- 2.3. En ningún caso debe manipular aparatos, productos o material que no les haya sido entregado por el profesor para la realización de su experiencia.
- 2.4. Al finalizar el trabajo, además de comprobar su equipo y la limpieza del mismo, los alumnos deben asegurarse de que en el ambiente utilizado exista **Orden**: "Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar" y **Limpieza**: "Quitar, desalojar cosas extrañas"

3. NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD

Es conveniente establecer, a priori, ciertas normas generales que indiquen al alumno la forma en que ha de comportarse para evitar riesgos innecesarios que afecten directa o indirectamente a su seguridad personal.

- 3.1. Contar con su EPPs completo.
- 3.2. No tocar compuestos químicos ni otro tipo de material o equipos que no les haya sido asignados para la realización de su experiencia.
- 3.3. No probar nunca un compuesto químico, salvo indicación expresa del profesor.
- 3.4. Informar de cualquier accidente, por pequeño que sea, al profesor.



- 3.5. Advertir la peligrosidad que encierra el manejo de ciertas sustancias como ácidos, bases fuertes y reactivos de flotación que pueden producir quemaduras, intoxicación y/o envenenamiento.
- 3.6. Comprobar cuidadosamente la etiqueta de un producto químico antes de sacar nada de su contenido.
- 3.7. Para percibir el olor de las sustancias se abanica el aire con la palma de la mano desde la boca del recipiente que contiene la sustancia hasta la nariz, y de ninguna manera acercar directamente la cara al recipiente.



Índice

| | |
|--|----|
| VISIÓN | 2 |
| MISIÓN | 2 |
| NORMAS BÁSICAS DE LABORATORIO | 3 |
| ÍNDICE | 5 |
| PRIMERA UNIDAD | |
| Guía de práctica N° 1: Técnicas de muestreo | 6 |
| Guía de práctica N° 2: Análisis granulométrico | 8 |
| SEGUNDA UNIDAD | |
| Guía de práctica N° 3: Molienda de minerales | 10 |
| TERCERA UNIDAD | |
| Guía de práctica N° 4: Flotación de minerales | 12 |
| CUARTA UNIDAD | |
| Guía de práctica N° 5: Sedimentación | 17 |



Guía de práctica N° 1

Técnicas de muestreo

Sección:Docente: Ing. Luis Campos Aguirre

Fecha :/...../.....

Duración: 90 minutos

Instrucciones: Por ningún motivo dejar de cumplir con las indicaciones del profesor durante la ejecución del trabajo en Laboratorio. Finalizado el trabajo en Laboratorio, se procederá a dejar limpio el área de trabajo y lavarse las manos. No ingerir alimentos durante la práctica de Laboratorio.

1. Propósito /Objetivo

- Conocer y ejercitar técnicas de muestreo en seco empleados con minerales.

2. Fundamento Teórico

Los procedimientos de muestreo implican ciertas técnicas, las cuales es necesario tener en cuenta a fin de obtener en forma adecuada y con el menor error posible la porción de un "todo" que tendrá la responsabilidad de representar a la cantidad total.

La representatividad de una muestra respecto al total de mineral se reflejará en tres aspectos a considerar:

- Contenido de mineral (leyes),
- Características mineralógicas y
- Tamaño analizado (perfiles de tamaño).

Las técnicas de muestreo manuales más comunes aplicados en mineralurgia son:

- Roleo,
- Coneo y cuarteo,
- Cuarteador de Jones (rifleado)
- Paleo fraccionado y alternado,
- Método del damero.
- Tubo de corte.

3. Equipos, Materiales y Reactivos

3.1. Equipos

| Íte m | Equipo | Característica | Cantidad |
|-------|---------|--------------------------|----------|
| 1 | Balanza | De precisión x 3 dígitos | 1 |
| 3 | Estufa | Eléctrica 0°C a 150°C | 1 |

3.2. Materiales

| Íte m | Material | Característica | Cantidad |
|-------|-------------------------------|----------------------|----------|
| 1 | Mineral | Polimetálico | 5 Kg |
| 2 | Lona de jebe y/o plástico | De 1.50 m x 1.50 m | 4 |
| 3 | Platina de fierro | De 1 m x 0.08 m | 4 |
| 4 | Cuarteador Jones y accesorios | Metálico | 1 |
| 5 | Espátula | Metálico de 4" | 4 |
| 6 | Espátula | Metálico de 1" | 4 |
| 7 | Brocha | De cerda de 4" | 4 |
| 8 | Brocha | De cerda de ½" | 4 |
| 9 | Cucharones | De aluminio x 0.5 Kg | 4 |
| 10 | Bandeja inoxidable | De 30cm x 22cm x 5cm | 4 |
| 11 | Pizeta | De PVC x 1 litro | 4 |
| 12 | Waype | De tela | 4 |
| 13 | Papel kraft | Pliegos | 4 |



4. Indicaciones/instrucciones:

- 4.1 La sección se dividirá en 4 grupos.
- 4.2. Cada grupo tendrá 90 minutos para ejecutar la experiencia.

5. Procedimientos:

5.1. Técnicas de muestreo

Primero

Cada grupo recibirá una muestra de mineral triturado a -10 mesh. Pesar 4 Kg de muestra en la balanza correspondiente.

Segundo

Efectuar la homogenización del mineral en la lona de acuerdo al procedimiento de roleo, por espacio de 5 minutos.

Tercero

Con las indicaciones del profesor, proceder a practicar las técnicas de reducción de peso de muestra hasta obtener la muestra representativa.

Cuarto

Presentar en papel kraft su muestra representativa

Quinto

Esbozar un esquema de cada sistema de muestreo, registrando los pesos de mineral obtenido en cada etapa o secuencia de trabajo (diagrama del árbol).

6. Cuestionario

- 1. ¿Cuál es la sección de la planta industrial que se encarga del muestreo?
- 2. Las técnicas de cuarteo manual, tienen vigencia actual? ¿Por qué? Explicar
- 3. De los métodos de muestreo utilizados en laboratorio. ¿Cuál tendría mayor precisión? ¿Cuál será el más errático?
- 4. ¿Qué errores se cometen usualmente al efectuar un muestreo?
- 5. ¿Cuál será la diferencia, en cuanto a las características del material, entre muestrear en una planta concentradora y una planta embotelladora de refrescos?

7. Conclusiones

- 7.1.....
- 7.2.....
- 7.3.....

8. Sugerencias y /o recomendaciones

.....
.....

Referencias bibliográficas consultadas y/o enlaces recomendados

- Rivera Zevallos, J (2003). Compendio de conminución, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. CONCYTEC, Lima - Perú
- Castillo, J. (2003) Concentración de minerales. Lima – Perú: Tecsup.



Guía de práctica N° 2

Análisis granulométrico

Sección:Docente: Ing. Luis Campos Aguirre

Fecha :/...../.....

Duración: 90 minutos

Instrucciones: Por ningún motivo dejar de cumplir con las indicaciones del profesor durante la ejecución del trabajo en Laboratorio. Finalizado el trabajo en Laboratorio, se procederá a dejar limpio y ordenado el área de trabajo y lavarse las manos. No ingerir alimentos durante la práctica de Laboratorio.

1. Propósito /Objetivo

- Aprender y ejercitar las técnicas del análisis granulométrico como herramienta de estudio de operaciones de conminución y su empleo en concentración de minerales.

2. Fundamento Teórico

En las diversas etapas del procesamiento de minerales, el tamaño de partículas constituye una de las variables de mayor relevancia operacional; de aquí entonces, la necesidad de definir y cuantificar adecuadamente esta variable y su distribución en peso.

En las diversas etapas de conminución del mineral orientadas a liberar las especies valiosas, a objeto de separarlas de la ganga, se generan partículas de variados tamaños. Por lo tanto, para caracterizar el comportamiento metalúrgico del material en cada operación individual, se requiere cuantificar la cantidad de partículas de un determinado tamaño con respecto al total de partículas de la muestra. Esta propiedad se denomina "Distribución Granulométrica" o comúnmente "granulometría" del material.

Para la cuantificación de la distribución granulométrica, se debe calcular lo siguiente:

- Porcentaje en peso retenido en cada malla,
- Porcentaje en peso retenido acumulado por malla y
- Porcentaje en peso acumulado pasante por malla.

3. Equipos, Materiales y Reactivos

3.1. Equipos

| Íte m | Equipo | Característica | Cantidad |
|-------|---------|------------------------|----------|
| 1 | Balanza | De precisión 3 dígitos | 1 |
| 2 | Ro-tap | Vibratorio colgante | 1 |
| 3 | Estufa | Eléctrica 0°C a 150°C | 1 |

3.2. Materiales

| Íte m | Material | Característica | Cantidad |
|-------|---------------------------|---------------------------|----------|
| 1 | Lona de jebe y/o plástico | De 1.5 m x 1.5 m | 4 |
| 2 | Set de mesh Tyler | N°20,40,60,100,140,200 | 1 |
| 3 | Platina de fierro | De 1 m x 0.08 m | 4 |
| 4 | Espátula | Metálico de 4" | 4 |
| 5 | Espátula | Metálico de 1" | 4 |
| 6 | Brocha | De cerda de 4" | 4 |
| 7 | Brocha | De cerda de 1/2" | 4 |
| 8 | Bandejas inoxidable | De 30 cm x 22 cm x 5 cm | 8 |
| 9 | Cucharones | De aluminio de 0.5 Kg | 4 |
| 10 | Papel | Logarítmico y milimetrado | 8 |
| 11 | Waype | De tela | 4 |
| 12 | Papel kraft | Pliegos | 4 |



4. Indicaciones/instrucciones:

- 2.1 La sección se dividirá en 4 grupos.
- 2.2. Cada grupo tendrá 90 minutos para ejecutar la experiencia.

5. Procedimientos:

5.1. Análisis granulométrico

Primero

Proceder a cuartear un mineral seco con un peso aproximado entre 250 a 300 g

Segundo

Seleccionar un set de 5 – 6 mesh Tyler. Registrar el tamaño de las aberturas en micras.

Tercero

Colocar la muestra en el set de mallas y tamizar en el Ro-tap durante 15 a 20 minutos.

Cuarto

Pesar cada porción retenida en cada malla.

Quinto

Registrar un cuadro en el que detallaran las mallas, % pasante y % retenido.

Sexto

Graficar en papel logarítmico: % peso acumulado pasante vs tamaño de malla.

Séptimo

Determinar gráficamente y por interpolación el tamaño de partícula en micras por el que pasa el 80% del material (K80).

6. Cuestionario

- 1. ¿Cuáles serían los posibles errores en el análisis de malla realizado en el laboratorio?
- 2. Representar gráficamente la secuencia completa para efectuar un análisis de malla a partir de 20 Kg de una muestra de relave (muestra molido), incluyendo las etapas de muestreo y suponiendo que éste análisis se efectuará con 200 gramos de relave.

7. Conclusiones

- 7.1.....
- 7.2.....
- 7.3.....

8. Sugerecias y /o recomendaciones

.....
.....
.....

Referencias bibliográficas consultadas y/o enlaces recomendados

- Rivera Zevallos, J. (2003). Compendio de conminución, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. CONCYTEC, Lima - Perú
- Castillo, J. (2003) Concentración de minerales. Lima – Perú: Tecsup.



Guía de práctica N° 3

Molienda de minerales

Sección:Docente: Ing. Luis Campos Aguirre

Fecha :/...../.....

Duración: 180 minutos

Instrucciones: Por ningún motivo dejar de cumplir con las indicaciones del profesor durante la ejecución del trabajo en Laboratorio. Finalizado el trabajo en Laboratorio, se procederá a dejar limpio y ordenado el área de trabajo y lavarse las manos. No ingerir alimentos durante la práctica de Laboratorio.

1. Propósito /Objetivo

Al finalizar esta práctica el alumno debe de ser capaz de conocer y analizar las operaciones que se efectúan en la molienda previa a la flotación.

2. Fundamento Teórico

Los requerimientos de liberación de los minerales en tamaños de 38 a 300 micras nos permiten determinar el grado de molienda necesaria para el proceso de concentración.

El grado de molienda se refiere al porcentaje retenido o pasante en una determinada malla seleccionada como referencia de control. Igual concepto se aplica para la trituración.

Para la flotación de minerales es común hablar del grado de molienda en las mallas 48 o 65 para el control de los finos.

Cuando se logra un grado de molienda en un molino experimental para un determinado mineral, es importante registrar las condiciones de trabajo en % de carga de bolas, % de distribución de bolas, peso de bolas, tamaño de molino, velocidad crítica, dilución de pulpas, densidad de pulpas, etc.

3. Equipos, Materiales y Reactivos

3.1. Equipos

| Ítem | Equipo | Característica | Cantidad |
|------|-----------------|------------------------|----------|
| 1 | Balanza digital | De precisión 3 dígitos | 1 |
| 2 | Molino de bolas | Tipo Denver D-12 | 1 |
| 3 | Ro - tap | Vibratorio colgante | 1 |
| 4 | Balanza Marcy | Con 12 diales | 1 |

3.2. Materiales

| Ítem | Material | Característica | Cantidad |
|------|---------------------|-------------------------|----------|
| 1 | Mineral preparado | a - 10 mesh | 20 Kg |
| 2 | Set de mesh | N° 20,40,60,100,140,200 | 6 |
| 3 | Probeta | 1000 ml | 1 |
| 4 | Bandejas inoxidable | De 30 cm x 22 cm x 5 cm | 4 |
| 5 | Piceta | Por 1 litro | 4 |
| 6 | Baldes | De PVC x 1 litro | 4 |
| 7 | Brocha | De cerda x 4" | 4 |
| 8 | Brocha | De cerda x 1/2" | 4 |
| 9 | Espátula | Metálico x 4" | 4 |
| 10 | Espátula | Metálica x 1" | 4 |
| 11 | Cucharón | De aluminio x 0,5 Kg | 4 |
| 12 | Waype | De tela | 4 |
| 13 | Papel kraft | Pliegos | 4 |



3. Indicaciones/instrucciones:

- 2.1 La sección se dividirá en 4 grupos.
- 2.2 Cada grupo tendrá 180 minutos para ejecutar cada experiencia.

4. Procedimientos:

Primero

Al molino experimental determinar:

- Medio de molienda (diámetros de medios de molienda).
- Dimensiones en largo y diámetro.
- Cálculo de velocidad crítica y velocidad de operación.

Segundo

Cada grupo recibirá una muestra de mineral preparado a – 10 mesh como feed del molino: con 250 g determinar el porcentaje – 200 mesh.

Tercero

Efectúe 4 moliendas del mineral a tiempos diferentes, de acuerdo a lo que indique el profesor.

Las condiciones de cada molienda son:

- Mineral : 1000 g
- Dilución L/S : ½
- Tiempo : los que indique el profesor

Cuarto

Cada producto de molienda será tamizado con las mallas 200 y 65. Debajo de cada malla se colocara un balde y se tamizará en húmedo. El producto + 200 m y + 65 m serán colocados con cuidado en una bandeja, se drenará el agua y los productos serán secados en la estufa.

Quinto

El material – 200 mesh será descartado y su peso será calculado por diferencia de pesos. El peso + 65 mesh será calculado directamente.

Quinto

Con los resultados y condiciones de las pruebas de molienda se pide:

- Elabore un gráfico de la curva tiempo de molienda (eje x) vs % - 200 m y % + 65 m (eje y)

5. Cuestionario

1. ¿Porque es importante realizar pruebas de molienda en laboratorio?
2. Para su trabajo de molienda determinar: F_{80} , P_{80} , Ratio de reducción y Consumo de energía en Kw-H, si $W_i = 12$.
3. ¿Qué pasaría si una molienda se realiza con un alto porcentaje de sólidos? Y qué pasaría si el porcentaje de sólidos es muy bajo?

7. Conclusiones

- 7.1.....
- 7.2.....
- 7.3.....

8. Sugerencias y /o recomendaciones

.....
.....

Referencias bibliográficas consultadas y/o enlaces recomendados

- Rivera Zevallos, J (2003). Compendio de cominución, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Lima, Perú: CONCYTEC.
- Werner, J. (1996) Preparación mecánica de minerales. Lima, Perú: Tecsup,



Guía de práctica N° 4

Flotación de minerales

Sección:Docente: Ing. Luis Campos Aguirre

Fecha :/...../.....

Duración: 180 minutos

Instrucciones: Por ningún motivo dejar de cumplir con las indicaciones del profesor durante la ejecución del trabajo en Laboratorio. Finalizado el trabajo en Laboratorio, se procederá a dejar limpio y ordenado el área de trabajo y lavarse las manos. No ingerir alimentos durante la práctica de Laboratorio.

1. Propósito /Objetivo

- Estudiar las técnicas de flotación empleadas en las plantas concentradoras del país, para el beneficio de minerales Ag – Pb - Cu – Zn.
- Adiestrar al alumno en la metodología práctica que se sigue en la realización de flotación experimental a nivel de laboratorio.
- Estudiar y evaluar el comportamiento metalúrgico del mineral sulfurado según la flotación standard

2. Fundamento Teórico

La flotación es un proceso de separación de minerales a partir de pulpas por medio de burbujas y en base a sus propiedades hidrofílicas e hidrofóbicas.

Las formas de separación pueden ser de flotación colectiva (bulk) con 2 o más componentes y la flotación selectiva o diferencial con una especie en cada uno de los productos obtenidos por etapas.

Las variables del proceso de flotación son:

- Naturaleza del mineral,
- Tamaño de la partícula (influencia de gruesos y lamas),
- Densidad de pulpa y/o porcentaje de sólidos,
- Calidad de agua,
- Tiempo de flotación,
- Calidad y dosificación de reactivos,
- pH,
- Temperatura de la pulpa,
- Aireación

3. Equipos, Materiales y Reactivos

3.1. Equipos

| Ítem | Equipo | Característica | Cantidad |
|------|----------------------------------|------------------------|----------|
| 1 | Balanza digital | De precisión 3 dígitos | 1 |
| 2 | Molino de bolas | 12" Ø | 1 |
| 3 | Equipo de flotación experimental | D – 12 | 1 |
| 4 | Celdas de flotación | De 0,5 Kg y 1 Kg | 1 |
| 5 | Balanza Marcy | Con 12 diales | 1 |
| 6 | Cronometro | Casio H 53 | 1 |

**3.1. Materiales**

| Íte m | Material | Característica | Cantidad |
|-------|--------------------------------|---------------------------|----------|
| 1 | Mineral (- 10 mesh) | Polimetálico: Ag-Pb-Cu-Zn | 5Kg |
| 2 | Ph metro de campo y/o mesa | HANNA USA | 1 |
| 3 | Bandejas inoxidable | De 30 cm x 22 cm x 5 cm | 6 |
| 4 | Baldes | De PVC x 10 litros | 4 |
| 5 | Pizeta | De 1 litro | 2 |
| 6 | Espátula | Metálica x 4" | 2 |
| 7 | Cuchara | De aluminio de 0.5 Kg | 2 |
| 8 | Desgrumador | Metálico de 3"Ø x 30 cm | 1 |
| 9 | Probeta | Pirex x 100 ml | 2 |
| 10 | Probeta | Pirex x 1000 ml | 1 |
| 11 | Vasos de precipitación | Pirex x 250 ml | 2 |
| 12 | Vasos de precipitación | Pirex x 100 ml | 6 |
| 13 | Matraz Erlenmeyer | Pirex x 250 ml | 2 |
| 14 | Pipetas | Pirex x 1 ml | 4 |
| 15 | Pipetas | Pirex x 5 ml | 4 |
| 16 | Pipetas | Pirex x 10 ml | 4 |
| 17 | Pipetas | Pirex x 20 ml | 4 |
| 18 | Bombillas para pipetas | De goma | 4 |
| 19 | Goteros | Descartables x 1 ml | 6 |
| 20 | Jeríngas | Descartables x 1 ml | 6 |
| 21 | Reporte de prueba experimental | Formato | 1 |

3.2. Reactivos

| Íte m | Reactivo | Característica | Cantidad |
|-------|--------------------------------|--------------------|----------|
| 1 | Xantato Isopropilico de sodio | Z-11 sólido | 40 g |
| 2 | Xantato Amilico de potasio | Z - 6 sólido | 40 g |
| 3 | Xantato isobutílico de sodio | Z-14 sólido | 40 g |
| 4 | Promotor Aerofloat 31 | Líquido | 40 g |
| 5 | Promotor Aerofloat 242 | Líquido | 40 g |
| 6 | Promotor Aerofloat 208 | líquido | 40 g |
| 7 | Aerofine 3418 | Líquido | 40 g |
| 8 | Promotor aero 404 | Líquido | 40 g |
| 9 | Aerofroth 70 | Líquido | 40 g |
| 10 | Metil isobutil carbinol (MIBC) | Líquido | 40 g |
| 11 | Aceite de pino | Líquido | 40 g |
| 12 | Cal | Sólido | 500 g |
| 13 | Carbonato de sodio | Sólido | 250 g |
| 14 | Silicato de sodio | Líquido | 40 g |
| 15 | Sulfato de cobre | Sólido | 500 g |
| 16 | Sulfuro de sodio | Sólido | 100 g |
| 17 | Cianuro de sodio Marca AERO | Granular o escamas | 250 g |
| 18 | Bisulfito de sodio | Sólido | 250 g |
| 19 | Sulfato de Cinc | Sólido | 500 g |
| 20 | Floculante | Sólido | 40 g |
| 21 | Carbón activado | Sólido pulverizado | 1 Kg |

4. Indicaciones/instrucciones:

- 4.1. La sección se dividirá en 4 grupos según indique el profesor.
- 4.2. Cada grupo desarrollara cada parte en que consta la práctica de acuerdo a las indicaciones del profesor.
- 4.3. Cada grupo deberá verificar el buen funcionamiento de los equipos previo a la prueba.
- 4.4. Cada grupo tendrá 180 minutos para ejecutar cada experiencia.



4. Procedimientos:

Primero

Preparación de reactivos:

- Los reactivos generalmente se prepara en soluciones de concentración pre determinada y pueden ser ajustados según sea necesario.
- Los reactivos se preparan únicamente para cada prueba experimental, después de ello se desechan debido a la contaminación que sufren por estar expuestos al medio ambiente ocasionando variaciones de sus propiedades físicas y especialmente las químicas.

Segundo

Molienda:

- Retirar las bolas del molino y lavar su interior.
- Pesar 1 Kg de mineral polimetálico.
- Moler durante el tiempo que se indique para cada grupo.
- Dilución de molienda: $L/S = 1/2$.
- Agregar los reactivos que se indican en la hoja de reporte experimental.
- Medir el pH de la molienda.
- Separar la pulpa de las bolas, utilizando la menor cantidad de agua posible.

Tercero

Acondicionamiento:

- La adición de la pulpa producida por el molino se trasvasará directamente al acondicionador.
- Iniciar el acondicionamiento controlando tiempo y pH.
- Acondicionar por 5 minutos con los reactivos de acuerdo a las dosificaciones que se le indique.
- Dosificar los reactivos en el siguiente orden: Reguladores, depresores, colectores y/o promotores, agentes espumantes y modificadores; de acuerdo a la indicación del profesor.
- Medir el pH de la pulpa en el acondicionador y ajuste a los requerimientos de alcalinidad de flotación de los sulfuros.

Cuarto

Flotación de Minerales de Cobre

a. Flotación Rougher Cu

- Transferir la pulpa del molino a la celda de flotación.
- Iniciar el acondicionamiento, controlando tiempo (5 min.) y pH.
- Adicionar el colector y/o promotor, que se indique en cuadro de dosificaciones,
- Agregar el espumante un minuto antes de finalizar el acondicionamiento, diluyendo la pulpa.
- Abrir la llave de aire e iniciar la flotación rougher.
- Platear el concentrado y observar su composición mineralógica.
- Finalizar a los 5 minutos.
- Desalojar el relave final y transferir el concentrado Rougher a una celda de menor capacidad.

b. Flotación Cleaner Cu

- Efectuar la flotación cleaner (limpieza) agregando los reactivos necesarios.
- Filtrar, secar y pesar el concentrado y relave obtenidos.

c. Balance Metalurgico

- Con los pesos obtenidos y las leyes estimadas efectuar el balance metalúrgico de la prueba.



Quinto

Flotación de Mineral Polimetálico: Ag-Pb-Zn

a. Flotación Rougher Ag - Pb

- Transferir la pulpa del molino a la celda de flotación.
- Iniciar el acondicionamiento controlando tiempo y pH.
- Acondicionar por 5 minutos con los reactivos depresores de Zinc y Hierro, de acuerdo a las dosificaciones que se le indique.
- Adicionar el colector (Xantato) y/o promotor y continuar el acondicionamiento, por 3 minutos más, agregar el espumante 1 minuto antes de finalizar el acondicionamiento diluyendo la pulpa.
- Abrir la llave de aire e iniciar la flotación rougher hasta el agotamiento de Pb y baja cantidad de Zn y Fe en el plateo.

b. Flotación Cleaner Ag . Pb

- Efectuar las etapas de limpieza de Plomo agregando los reactivos que se le indique si fuera necesario.
- Desaguar todas las bandejas. Secar y pesar los productos.

c. Balance Metalúrgico

- Con los pesos obtenidos y las leyes estimadas efectuar el balance metalúrgico de la prueba.

d. Flotación: Rougher Zn

- Transferir la pulpa del relave de Pb a la celda de flotación.
- Iniciar el acondicionamiento controlando tiempo y pH.
- Acondicionar por 3 minutos con los reactivos depresores de Hierro, de acuerdo a las dosificaciones que se le indique.
- Adicionar el colector (Xantato) y activador (CuSO₄); continuado con el acondicionamiento, por 3 minutos más, agregar el espumante 1 minuto antes de finalizar el acondicionamiento diluyendo la pulpa.
- Abrir la llave de aire e iniciar la flotación rougher hasta el agotamiento de Zn y baja cantidad de Fe en el plateo.

e. Flotación Cleaner: Zn

- Efectuar las etapas de limpieza del Zn agregando los reactivos que se le indique si fuera necesario.
- Desaguar todas las bandejas. Secar y pesar los productos.

f. Balance Metalúrgico

- Con los pesos obtenidos y las leyes estimadas efectuar el balance metalúrgico de la prueba.

5. Cuestionario

1. Presentar el diagrama de flujo seguido en el laboratorio, indicando las principales operaciones y condiciones.
2. Reactivos de flotación utilizados:
 - a. Cálculo de consumo a nivel laboratorio.
 - b. Puntos de adición en cada etapa,
 - c. Describe brevemente la función de cada uno de los reactivos utilizados en la prueba.

7. Conclusiones

- 7.1.....
- 7.2.....
- 7.3.....



8. Sugerencias y /o recomendaciones

.....
.....
.....

Referencias bibliográficas consultadas y/o enlaces recomendados

- B.A. Willis, B.A. (1995) Procesamiento de minerales.
- Castillo, J. (2003). Concentración de minerales, Lima, Perú: Tecsup,
- Werner, J. (1996). Preparación mecánica de minerales. Lima, Perú: Tecsup.



Guía de práctica N° 5

Sedimentación

Sección:Docente: Ing. Luis Campos Aguirre

Fecha :/...../..... Duración: 120 minutos

Instrucciones: Por ningún motivo dejar de cumplir con las indicaciones del profesor durante la ejecución del trabajo en Laboratorio. Finalizado el trabajo en Laboratorio, se procederá a dejar limpio y ordenado el área de trabajo, y lavarse las manos. No ingerir alimentos durante la práctica de Laboratorio.

1. Propósito /Objetivo

- Adquirir el adiestramiento requerido a fin de ejecutar pruebas de sedimentación y filtrado.
- Evaluar las variables que influyen en las operaciones de sedimentación y filtración de pulpas minerales.
- Identificar los lazos de control del proceso de desaguado.

2. Fundamento Teórico

La operación de desaguado, con todas sus etapas tiene como objetivo entregar productos sólidos exentos de humedad y soluciones limpias y claras para los procesos metalúrgicos siguientes.

Los métodos de desaguado puede agruparse en dos etapas:

- Sedimentación
- Filtración

La sedimentación es más eficiente cuando hay una gran diferencia entre líquido y el sólido, siendo la mayor cantidad de agua removida por sedimentación, la cual produce una pulpa espesa de alrededor de 55 a 65% de sólidos.

La etapa de filtración produce un cake sólido con 10 a 20% de humedad.

Los factores que inciden en el buen desaguado son:

- El tamaño de las partículas y su distribución granulométrica; forma y características superficiales y la viscosidad del líquido.

La velocidad de sedimentación puede ser acelerada con el uso de reactivos denominados floculantes. Los floculantes causan el fenómeno de coagulación que causa la unión de partículas coloidales formando coágulos de mayor peso, lo que origina una sedimentación más rápida.

La acción de un floculante determinado en una pulpa de mena o producto de molino depende de una serie de variables:

- **Composición mineralógica:** Las arcillas y minerales de tipo arcilloso son más difíciles de sedimentar y filtrar.
- **Tamaño de partículas de los componentes minerales:** Cuanto más fino sea el tamaño de partícula, tanto más se demora la misma en sedimentar y tanto más floculante se requiere.
- **pH del líquido:** Un cambio de pH con frecuencia afecta la floculación o la dispersión.
- **Temperatura de la pulpa:** Las temperaturas elevadas generalmente mejoran la efectividad de los floculantes, proporcionando índices más rápidos de sedimentación y licores sobrenadantes más claros.
- **Porcentaje de sólidos en la pulpa:** Un aumento del contenido de sólidos no requiere necesariamente un aumento proporcional de la dosis de floculante.
- **Presencia de sales solubles:** Éstas tanto pueden ayudar como retardar la floculación, y ello depende de su naturaleza



3. Equipos, Materiales y Reactivos

3.1. Equipos

| Íte m | Equipo | Característica | Cantidad |
|-------|----------------------|---------------------|----------|
| 1 | Balanza de precisión | De 3 dígitos x 1 Kg | 1 |
| 3 | Filtro prensa | De 8"Ø x 16" | 1 |
| 4 | Compresor | De 10 cfm | 1 |

3.2. Materiales

| Íte m | Material | Característica | Cantidad |
|-------|-------------------------|-------------------------|----------|
| 1 | Mineral molido | Pulpa de 65% - 200 mesh | 1 Kg |
| 3 | Probeta | 1000 ml | 4 |
| 4 | Cronómetro | Casio H 53 | 4 |
| 5 | Pistón inmersor | Metálico | 4 |
| 6 | Cinta métrica y/o regla | Graduada x 30 cm | 4 |
| 5 | Bandejas inoxidable | De 30 cm x 22 cm x 5 cm | 4 |
| 6 | Espátula | Metálico de 4" | 4 |
| 7 | Espátula | Metálico de 2" | 4 |
| 8 | Brocha | De cerda x 4" | 4 |
| 9 | Brocha | De cerda x 2" | 4 |
| 10 | Waype | De tela | 4 |
| 11 | Papel kraft | Pliegos | 4 |

3.2. Reactivos

| Íte m | Reactivo | Característica | Cantidad |
|-------|------------|----------------|----------|
| 1 | Floculante | Sólido | 40 g |

4. Indicaciones/instrucciones:

4.1 La sección se dividirá en 4 grupos según indique el profesor.

4.2 Cada grupo tendrá 120 minutos para ejecutar cada experiencia.

5. Procedimientos:

Primero

Colóquese la pulpa en un recipiente graduado de 1 litro y mézclese bien.

Segundo

Dilúyase la dosificación deseada de solución floculante al 0.1% en 20 ml de agua.

Tercero

Añadir la solución floculante diluido a la pulpa

Cuarto

Mézclese la solución floculante con la pulpa utilizando un pistón inmersor.

Quinto

Regístrese el índice de sedimentación en función al tiempo.

Sexto

Mídase la turbidez del sobrenadante.

Septimo

Graficar: Volumen de sólidos sedimentados (cm³) vs Tiempo (min.)



6. Cuestionario

1. Identifique todos los lazos de control que puedan establecerse a fin de automatizar una operación de sedimentación.
2. Si una planta concentradora produce un concentrado con 10% de humedad con un tonelaje promedio de 2 TMS/hora. ¿Cuál sería?

- El volumen de agua en m³/hora que se tendría en el espesador, si la pulpa que ingresa al espesador tiene 80% de sólidos.

7. Conclusiones

- 7.1.....
- 7.2.....
- 7.3.....

8. Sugerencias y /o recomendaciones

.....
.....
.....
.....

Referencias bibliográficas consultadas y/o enlaces recomendados

- Branes, H. (1984). Pulpas en minería, Lima, Perú: UNMSM.
- Wills, B.A. (1995). Procesamiento de minerales.
- Booth, R.B. y Linke, W.F. (1964) Separating mineral fines with cationic polyacrylamides, E.U.A