



LB-SP-GPD-LQC-0106

CONTROL DE COLUMNAS HEAP



CUADRO DE APROBACIÓN

Código: LB-SP-GPD-LQC-0106	Revisión: 11	
Elaborado Por: Laboratorio químico metalúrgico	Revisado Por: Ximena Moreira	Aprobado Por: Maritza Jofre concha
Fecha : 01/05/2013	Fecha: 20-09-2024	Fecha: 20-09-2024

CUADRO DE TRAZABILIDAD IDENTIFICACIÓN DE CAMBIOS

Fecha de primera Edición:08/06/2010			
Revisión	Fecha	Descripción del Cambio	Responsable
01	22/05/2013	Cambio de portada	Jefa de laboratorios
02	05/06/2014	Actualización de procedimiento	Jefa de Laboratorio
03	01/12/2014	Cambio de formato	Jefa Laboratorios
04	20/04/2016	Cambio de portada	Jefe Laboratorio
05	15/02/2018	Revisión de procedimiento	Jefe de Laboratorios
06	21/07/2020	Revisión de procedimiento	Jefe de Laboratorios
07	12/04/2021	Revisión de procedimiento	Jefe de Laboratorios
08	16-11-21	Revisión y actualización	Jefe de Laboratorios
09	16-11-21	Revisión y actualización	Jefe de Laboratorios
10	15-07-2024	Cambio de Codificación	Jefe de Laboratorio
11	20-09-2024	Actualización de acuerdo con control documental (sin vigencia)	Jefe de Laboratorios

ÍNDICE

I. __ PROPÓSITO	4
II. __ ALCANCE	4
III. __ RESPONSABILIDADES.....	4
IV. __ TERMINOLOGÍA Y/O SIGLAS	4
V. __ REFERENCIAS.....	4
VI. __ DESCRIPCION DEL DOCUMENTO/ACTIVIDAD	5
6.1. RIESGOS ASOCIADOS A LA ACTIVIDAD	10
6.2. EQUIPO DE TRABAJO.....	11
6.3. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP)	11
6.4. MAQUINARIA, HERRAMIENTAS Y MATERIALES	11
6.5. FICHAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS	12
6.6. METODOLOGÍA DE TRABAJO	13
6.7. OTROS.....	14
VII. __ ANEXOS	14

I. PROPÓSITO

Establecer la metodología para el correcto control y supervisión de las soluciones obtenidas de Columnas Heap o de Producción

II. ALCANCE

Lo estipulado involucra y obliga a todo el personal de Laboratorio Químico Metalúrgico dependiente de Gerencia Planificación y Desarrollo de Compañía Minera Lomas Bayas.

III. RESPONSABILIDADES

- **Muestrero de Proceso:** Mantener limpio y en buenas condiciones el material a utilizar. Uso correcto de EPP específico para la tarea. Aplicar procedimiento y ART que corresponda antes de iniciar el trabajo. Notificar al Instructor del Laboratorio cualquier anomalía.
- **Supervisor de Terreno:** Realizar las gestiones necesarias para la preparación y/o mantención preventiva de los equipos y estructura, y mantener una correcta aplicación de los procedimientos o tareas encomendadas. Además de asegurar la correcta confección y revisión en terreno de la ART y medidas de control. Instruir al operador para el correcto control de muestras.
- **Supervisor de Laboratorio:** Supervisar que se cumpla con el procedimiento estipulado, de existir alguna anomalía notificar a Jefatura del Laboratorio.
- **Jefe de Laboratorio:** Realizar las gestiones necesarias para la realización de la actividad.

IV. REFERENCIAS

- LB-SP-GGN-ALL-0007: GESTION DE RIESGO.
- LB-IV-GPD-LQC-0001 [MATRIZ DE EVALUACION DE RIESGO LABORATORIO](#)

V. TERMINOLOGÍAS Y/O REFERENCIAS

- **Control de columnas:** Control de datos cuantitativos generados por pruebas metalúrgicas realizadas en las columnas.
- **Solución de Alimentación:** Volumen de solución de refino, el cual se irriga la columna de lixiviación.
- **Solución de PLS:** Volumen de solución que se obtiene por drenaje, producto de la irrigación con solución de alimentación a la columna.
- **Flujo:** Volumen de solución que pasa por un determinado tiempo.
- **Tasa:** Flujo de solución por área de trabajo.
- **Refino:** Solución pobre en cobre producto del proceso SX
- **ART:** Análisis de Riesgos de Trabajos. Documento obligatorio de completar antes de cada tarea encomendada por el Supervisor directo. Con el propósito de evaluar los riesgos y las condiciones adversas de las tareas, el medio y entorno físico donde se realizará la actividad respectiva.

VI. DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD

Generalidades:

El control de soluciones de las columnas de lixiviación Heap está basado en todas las actividades comprendidas durante las etapas de lixiviación, drenaje y lavado para cada columna en operación. Estas actividades son: reposición de volúmenes diarios de soluciones de alimentación y colección de solución rica (PLS); chequeo y control de los flujos de alimentación y obtención de muestras para su análisis químico respectivo

Condiciones de seguridad: Revisar periódicamente condiciones de plataformas de columnas, inspeccionando pasamanos, escaleras, barandas, plataforma, enchufes. Dando aviso de inmediato de cualquier anomalía.

Actividad:

- Metalurgista de Ch-lix debe entregar al supervisor de terreno de laboratorio carpeta de Control de Columnas, en donde están descritos todos los parámetros operacionales establecidos en el programa y en donde el muestrero de proceso a cargo del control de columnas, deberá llevar un registro diario de los controles que realiza, indicando por escrito todas las observaciones relevantes que se presenten.
- Para irrigar la columna se utilizarán soluciones provenientes de la piscina de Refino Rom uno (1). Para el almacenamiento de estas soluciones se utilizarán estanques de 5 m³, Cubos de 1 m³ o tambores plásticos de 200 litros. La concentración de ácido de refino deberá ser ajustada en cada estanque, cubo o tambor plástico, dependiendo de la cantidad a requerir y esta concentración será definida por el metalurgista de acuerdo a la programación de las pruebas metalúrgicas.
- Una vez que la columna se encuentra cargada con el mineral a lixiviar, se debe proceder a irrigar la columna. El programa de trabajo indica la tasa de riego que se debe utilizar. A partir de este valor se debe calcular el flujo con el cual se debe irrigar la(s) columna(s) y el volumen a alimentar para obtener un riego continuo durante 24 horas de operación.
- Para la irrigación de soluciones se utilizarán bombas peristálticas y/o de diafragma. El uso de estas quedará definido por el Jefe de Laboratorio Químico-Metalúrgico y según el requerimiento de la prueba.
- Una vez conocido el flujo y el volumen de solución de alimentación para cada columna se debe obtener el volumen de solución a alimentar a cada columna a partir del estanque de almacenamiento llamados TK (estanque de 5m³), cubos o recipientes plásticos según corresponda
- Para alimentar y/o coleccionar las soluciones se deben utilizar recipientes de 20, 50 o 200 litros aproximadamente según la etapa a realizar (LIXIVIACIÓN, DRENAJE, LAVADO). Estos deben estar previamente identificados con su peso (balde vacío sin tapa), solución a contener (PLS, ALIMENTACIÓN, DRENAJE, LAVADO) y con el número de la columna a la cual corresponden.
- La cantidad de solución a alimentar será obtenida y controlada por peso de la solución. Para esto se debe tomar inicialmente una muestra para medir densidad de solución.
- Para medir densidad de solución se debe obtener una muestra de 500 mL aproximadamente. Luego la muestra se debe agregar a una bureta o probeta y mediante Densímetro se debe

medir la densidad de la solución por lectura directa. Registrar este valor en el Libro de Control y carpeta de la Columna.

- Luego, con la solución en la bureta o probeta, utilizar 250 ml aproximadamente para muestra para análisis químico de la solución de alimentación fresca y el resto de la solución se elimina.
- La masa de solución para alimentar durante 24 horas de riego continuo a la columna se obtiene por cálculo entre el volumen y densidad de solución. El volumen de solución para 24 horas de operación a alimentar se encuentra definido en la Carpeta de Control de Columna.
- Una vez que se determina cuanto es el peso de la solución de alimentación a obtener, según la densidad de la solución, se procede a ubicar el balde limpio y vacío en la balanza. La balanza debe registrar valores cero. Luego registrar el peso del balde y agregar solución de alimentación hasta completar la masa de solución para alimentar a la columna durante las 24 horas de operación.
- Luego se debe ubicar un nuevo balde vacío de 20, 50 o 200 litros, de peso conocido y previamente identificado en la **descarga** de la columna. Este coleccionará las soluciones ricas producto de la lixiviación (PLS) de la columna. Esta operación se debe realizar cada vez que se repone una nueva solución de alimentación.
- Una vez que se ha cumplido el ciclo de lixiviación diario, es decir, 24 horas de operación, se deben reemplazar todos los baldes (Alimentación y PLS) de cada columna en operación. Para esto primeramente se debe ubicar la nueva solución de alimentación a la columna siguiendo los pasos descritos anteriormente.
- Luego en la parte inferior de la columna se debe retirar el balde con la solución coleccionada PLS y ubicar un nuevo balde vacío, identificado y limpio en la descarga de la columna.
- Pesar la solución PLS en la balanza (balanza con valores cero inicialmente). Registrar el peso de la solución de PLS más el balde y el peso del balde vacío en la Carpeta de Control de la Columna. Luego de esto obtener una muestra para medir densidad y obtener una muestra identificada de 250ml aproximadamente para análisis químico.
- Dentro del control rutinario diario se encuentra el chequeo y ajuste de los flujos de alimentación. Esta operación se debe realizar durante la operación de las columnas como mínimo 1 vez por turno, para soluciones tanto de alimentación y/o de PLS. Los flujos se deben ajustar de acuerdo a los valores nominales establecidos en el programa, esto con el fin de asegurar la óptima operación de las columnas. Los valores obtenidos durante esta tarea deben quedar registrados en la Carpeta de Control de Columna indicando la hora y columna a la cual corresponde el control. En la carpeta de control se debe registrar el valor del flujo chequeado y el valor del flujo ajustado. Cualquier otra modificación en el programa de control de flujos será realizada por el Metalurgista Chan-Lix.
- Para el chequeo de flujos se debe utilizar un cronómetro y una probeta de 10 ml. La probeta se debe ubicar en la salida de la manguera que alimenta a la columna, a la vez que se comienza a medir el tiempo en segundos cuando cae la primera gota de solución. Transcurrido un minuto (1min) se debe medir el volumen coleccionado en la probeta por lectura directa. Este volumen corresponderá al volumen en un minuto (ml/min). Este valor se debe comparar con el valor del flujo nominal de cada columna y ajustar cuando corresponda hasta llegar a valores cercanos al valor del flujo nominal definido en el programa.
- En el caso de encontrarse con columnas en las cuales no se ha alimentado la totalidad de la solución de alimentación a la hora del control diario (después de 24 horas de operación) se debe registrar en la Carpeta de Control lo sucedido, anotando el peso, densidad e identificación de la solución de alimentación restante (solución no alimentada). Luego agregar la nueva

solución de alimentación, más la solución restante al nuevo balde. Debe quedar registrado en la Carpeta de la Columna el peso de la solución restante y el peso de la solución nueva de alimentación. Luego para comenzar a alimentar la columna se debe recalcular el flujo de alimentación para que el volumen de solución se consuma en 24 horas.

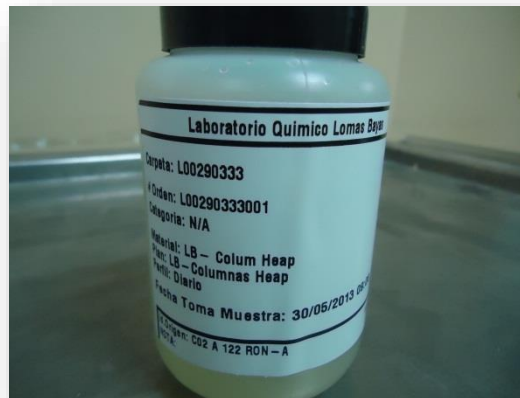
- Para recalcular el flujo de acuerdo al volumen nuevo a alimentar (solución restante+ solución nueva) se debe utilizar la siguiente formula:

$$F = \frac{V * 1000}{D * 24 * 60}$$

En donde:

- F: Flujo (ml/min).
 - V: Volumen total de alimentación (volumen de solución restante más volumen de solución nueva) en litros.
 - D: Número de días a alimentar.
- De no quedar solución restante, sólo se debe considerar la alimentación nueva y en la Carpeta de Control de las Columnas se debe registrar, en la sección de solución restante, valores igual a cero.
 - Una vez que se termina el ciclo de lixiviación de alguna columna en operación, comienza la etapa de drenaje y luego de esta la etapa de lavado de la columna.
 - Si a la hora de detención de la alimentación a alguna columna, según el programa de la prueba para dar inicio al drenaje, el operador observa que la solución de alimentación de la columna no ha sido irrigada en su totalidad (solución restante), se debe registrar el peso, densidad y obtener una muestra para análisis químico de ésta solución restante. Esta solución no debe ser alimentada a la columna cuando esto ocurra, es decir, debe ser retirada del sistema.
 - La etapa de drenaje se encuentra definida en el programa de la prueba en la carpeta de columna (Para el caso de estudio de drenaje, durante esta etapa se debe controlar diariamente sólo el peso de las soluciones de drenaje de la columna, sin obtener muestra para análisis químico durante esta etapa).
 - Al finalizar esta etapa, (definida en la Carpeta de Control de Columna) se debe retirar el balde que contiene esta solución y se debe obtener el peso de la solución, densidad y muestra para el análisis químico de la solución, estos últimos deben quedar registrados en la Carpeta de Control.
 - Una vez terminado el ciclo de drenaje, comienza la etapa de lavado de la columna. Una vez retirado el balde con la solución de drenaje de la etapa anterior se debe ubicar un balde de 50 o 200 litros (dependiendo la altura de la columna) identificado, limpio y de peso conocido en la descarga de la columna. Luego se comienza a alimentar solución de lavado a cada columna.
 - La solución de lavado se compone principalmente de agua de proceso y ácido sulfúrico en una concentración de 2 g/l. Esta solución debe ser preparada por el operador de columnas. Durante esta etapa se realizan los mismos controles que en la etapa de lixiviación, es decir, chequeo de flujos, control de peso y control de densidad.
 - El Tiempo y la tasa de riego durante la etapa de lavado de columnas, deben quedar definidos en el programa de trabajo de cada columna, el cual se encuentra en la Carpeta de Columna.
 - Una vez que se ha alimentado la totalidad de la solución de lavado a cada columna se procede a detener la etapa de lavado y comienza la etapa de drenaje de soluciones de lavado. Esta etapa estará definida por la cantidad de días en drenaje que debe estar la columna los cuales serán definidos por el Metalurgista de Chan-Lix.
 - Una vez terminado el ciclo de drenaje de la etapa de lavado, se procede a retirar el balde con la solución obtenida, se pesa, se mide densidad y se obtiene una muestra para análisis químico.

- El ciclo de muestreo de todas las soluciones de alimentación y de PLS durante las etapas de lixiviación y lavado debe quedar definido por el Metalurgista chan-lix.
- En los primeros 5 PLS se deben obtener muestras para análisis químicos en duplicado. Esto es aproximadamente 250 ml por cada muestra del duplicado.
- En cuanto a las muestras estas deben ser enviadas al laboratorio químico para ser analizadas por Cobre Total, Ácido libre (H⁺), pH, potencial y para los primeros diez PLS adicionar análisis por sólidos en suspensión. Cualquier otra especie a analizar será definida por el Metalurgista.
- Las muestras deben ingresar al laboratorio con planilla de análisis de Columnas Heap, con los análisis anteriormente descritos.
- Cada identificación de muestra que contenga la planilla de análisis deberá ser registrada en software Starlims por parte del operador a cargo del control de estas, para que posteriormente sean registrados los análisis por parte del Analista Químico.
- Las muestras que sean enviadas al laboratorio químico para su análisis deben ser rotulada con etiquetas de la siguiente forma:



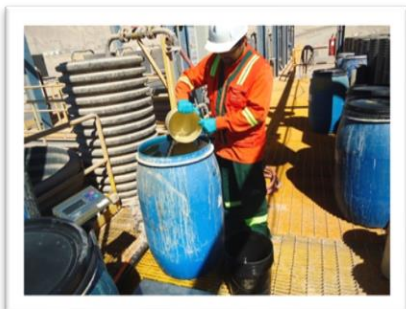
En la Etiqueta van los siguientes registros:

- Carpeta: Corresponde al nro. de carpeta que se registra en starlims, cuando el operador registra las muestras.
Ej: L00290333.
 - correlativo de operación. Para esto la rotulación debe ser dependiendo del tipo de solución (Alimentación, PLS, Drenaje, Lavado).
Ej.: C20-P-48
C20: Numero de la columna.
P: Drenaje PLS (A: Alimentación, LAV: Lavado)
48: Corresponde al día de drenaje 48 de la solución de PLS
 - Fecha del control y toma de la muestra
- Es responsabilidad del operador mantener la operación de las columnas en óptimas condiciones. Esto es supervisión continua de la operación y estado de bombas, operación de los flujos, revisión de estado de mangueras y en general de todas las actividades concernientes en este instructivo.

Fotos del Proceso

1. Alimentación de columnas Heap con solución de refinó de concentración específica para cada columna y control de peso de solución.

CONTROL DE COLUMNAS HEAP



2. Se agrega solución a baldes que alimentan las columnas.



3. Pesar la solución PLS en la balanza (balanza con valores cero inicialmente). Registrar el peso de la solución de PLS más el balde y el peso del balde vacío en la Carpeta de Control



4. Se mide Densidad de muestras drenada y se registra dato en planilla de control.

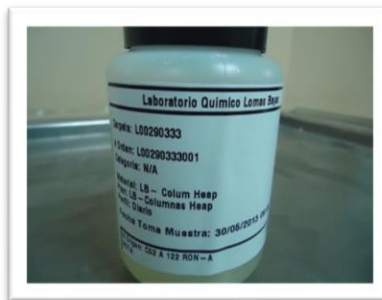


CONTROL DE COLUMNAS HEAP

5. Se trasvasija la solución a frascos para ingresar al laboratorio.



6. Se registra en Star-Lims datos muestra y se ingresa con planilla de análisis químico.



6.1. RIESGOS ASOCIADOS A LA ACTIVIDAD

Actividad	Resumen			
	Máximo Riesgo Inherente	Máximo Riesgo Residual	Máx. Consecuencia Potencial (PMC)	Mayor Categoría de Impacto
Control de columnas HEAP	17	12	3- Moderado	Salud y Seguridad

6.2. EQUIPO TRABAJO

- Muestrero Proceso
- Supervisor de Terreno.
- Supervisor de Laboratorio

6.3. EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP)

- Casco.
- Lentes de Seguridad
- Teñida Antiácido.

Código : LB-SP-GPD-LQC-0106

Aprobado por : Maritza Jofre C

Última Revisión: 20-09-2024

Revisión : 11

10 de 14

Doc. de Consulta o Entrenamiento. Este Documento impreso es válido solo para el día 22/12/2025

- Zapatos de Seguridad antiácido
- Cubrenuca
- Protector solar.

6.4. EQUIPOS, HERRAMIENTAS Y/O MAQUINARIAS

- Columnas de 7, 3, 1 m de altura según corresponda
- Bombas peristálticas y/o de diafragma.
- Mangueras de 1/8", 1/4" y 1/2".
- Probetas de 1000, 2000 100 y 25mL.
- Cronómetro.
- Estanque para almacenar solución de alimentación.
- Baldes plásticos de 20, 50 litros y recipientes de 200 litros.
- Frascos plásticos de 250mL.
- Solución de alimentación piscina de refino rom 1 Lomas Bayas.
- Agua de proceso
- Ácido sulfúrico de consignación.
- Balanza (capacidad 60kg.).
- Carpeta de control de columna o libro de control

Medidas de Prevención.

- Chequear estado de ducha de emergencia.
- Revisión y uso correcto de elementos de protección personal
- Realizar inspección a Equipos a utilizar.
- Chequear disponibilidad de materiales.
- Revisar estado de herramientas a utilizar.
- Registro de la información.

6.5. FICHA TECNICA DE LOS EQUIPOS

- La Ficha Técnica de los Reactivos se encuentran en cada sala del laboratorio al alcance de los trabajadores. Además, también están en archivador de Fichas Técnica de Reactivos.
- En el Laboratorio metalúrgico se encuentran las planillas de control de columnas.

LOMAS BAYAS
UNA EMPRESA GLENORE

CONTROL DIARIO ALIMENTACION

PRUEBA NUMERO.:

MUESTRA: _____ HOJA: _____

[illegible]

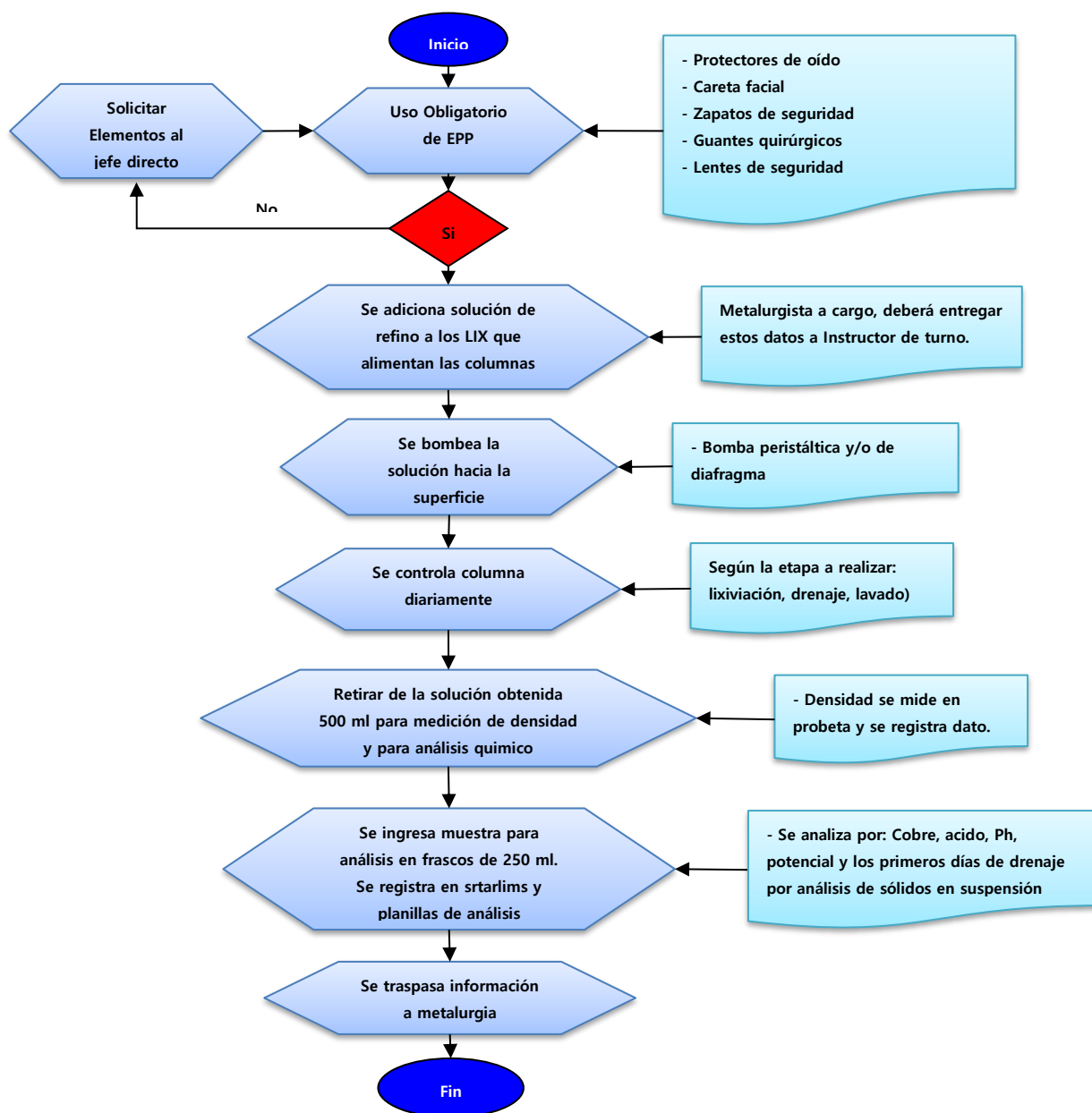
CONTROL DIARIO PLS

PRUEBA NUMERO.:

MUESTRA: _____ HOJA: _____

[illegible]

6.6 METODOLOGÍA DE TRABAJO



CONTROL DE COLUMNAS HEAP



6.7 OTROS

PLAN DE CONTINGENCIA O FALLA

Contingencia							
Suceso	Causa	Evento	Acción	Avisar	Numero de Contacto	Frecuencia Radial	Plan de acción
No se puede realizar Control de Columnas Heap	Corte general en faena	Corte de energía	Queda fuera de servicio	Encargado del laboratorio.	2628644	4	Se debe esperar una hora de lo contrario dar avisos a las áreas afectadas.
	Salta automático en la sala eléctrica			Manutención eléctrica	2628633	5	
	Defecto en: Caja de alimentación electrica	Falla eléctrica		Encargado del laboratorio.	2628644	4	Se debe coordinar reparación con electricos de turno o se debe coordinar el cambio de bomba
	Falla en electrica de Bomba			Manutención eléctrica	2628633	6	
	Corte de Agua	Matriz Rola Corte de suministro programado por planta BO	No se realiza Trabajo	Jefe de Turno SX-EW	2628624	4	Encargado de Laboratorio debера consultar o informar a Jefe de Turno SX-EW sobre la
	Falta de Acido Sulfurico	No llegan reactivos de Merck. No se piden reactivos a Merck	Se va a buscar Acido Sulfurico a la Planta SX-EW	Jefe de Laboratorio Representante de Merck	2628731 2259416		Jefe de Laboratorio debера comunicar o solicitar a la brevedad reactivo.

VII. ANEXOS

No aplica

Código : LB-SP-GPD-LQC-0106

Aprobado por : Maritza Jofre C

Revisión : 11

Última Revisión: 20-09-2024

14 de 14

Doc. de Consulta o Entrenamiento. Este Documento impreso es válido solo para el día 22/12/2025