

Manual para el uso, fabricación y mantenimiento de la retorta de tubo



Proyecto: “Desarrollo del Plan Nacional de Acción de Minamata para reducir y, hasta donde sea posible, eliminar el uso del mercurio en la minería artesanal de oro en Costa Rica, para proteger la salud y el ambiente, en concordancia con la Ley 8904.”

Créditos

DIRECCIÓN NACIONAL DEL PROYECTO

Shirley Soto Montero, Directora de Gestión de Calidad Ambiental

COMITE DIRECTIVO DEL PROYECTO

Ronny Rodríguez Chaves, Viceministro de Energía, Administración Chaves Robles

Pablo Bermúdez Vives, asesor Viceministerio de Energía

Raquel Díaz, asesora Viceministerio de Energía

Ileana María Boschini López, Directora de Geología y Minas

Mario Gómez Venegas, Dirección de Geología y Minas

Ulises Álvarez Acosta, Secretario General, Secretaría Técnica Nacional Ambiental

Gerardo Calero Valverde, Secretaría Técnica Nacional Ambiental

Ricardo Morales Vargas, Dirección de Protección Radiológica y Salud Ambiental, Ministerio de Salud.

Paula Solano Gamboa, Dirección de Protección Radiológica y Salud Ambiental, Ministerio de Salud.

María del Mar Solano Trejos, Dirección de Gestión de Calidad Ambiental

José Alberto Rodríguez Ledezma, Dirección de Gestión de Calidad Ambiental

COORDINACIÓN NACIONAL DEL PROYECTO

Alejandra Fernández Sánchez

EQUIPO CONSULTOR

Mario Molina, Centro de Investigación en Electroquímica y Energía Química (CELEQ), Universidad de Costa Rica

DISEÑO, DIAGRAMACIÓN E ILUSTRACIÓN

Andrés Artavia Tencio

Agradecimientos

Agradecemos al Comité Directivo del proyecto, instituciones públicas, organizaciones no gubernamentales, academia, empresas, laboratorios, por su colaboración en la elaboración de este documento.

Un agradecimiento especial a las personas mineras de la comunidad de Abangares que facilitaron la información requerida por los equipos consultores para hacer posible este Plan Nacional de Acción. A la Municipalidad de Abangares, por medio de su gestor ambiental, José Francisco Bogantes que colaboró en la coordinación con el sector minero.

También agradecemos al Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM/GEF), al Programa de las Naciones Unidas para Medio Ambiente (UNEP) y al Centro Coordinador del Convenio de Basilea, Centro Regional del Convenio de Estocolmo para América Latina y Caribe con sede en Uruguay (BCCC-SCRC), por su apoyo financiero, técnico y administrativo, durante la ejecución del Proyecto.

Tabla de contenido



Manual para el uso, fabricación y mantenimiento de la retorta de tubo	4
El proceso de separación del mercurio en la amalgama	4
Destilación simple	5
Destilación de mercurio	6
Partes de la retorta	7
¿Cómo funciona la destilación simple en la retorta de tubo?	8
Uso de la retorta	9
Instalación	9
Antes de usar la retorta con amalgama	10
Equipo de protección personal	10
Separación del mercurio de una amalgama en la retorta de tubo	11
Recuperación del mercurio y el esponje de oro	14
Fabricación de la retorta de tubo	17
Preparar la base de la retorta	19
Preparar la copa para colocar la amalgama	19
Armar el soporte de la copa	19
Preparar la parte superior del tubo	20
Concentrador de calor	21
Mantenimiento	22



MANUAL PARA EL USO, FABRICACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA RETORTA DE TUBO

Este manual describe el proceso de separación o recuperación del mercurio de una amalgama obtenida en el proceso de extracción de oro por minería artesanal.

EL PROCESO DE SEPARACIÓN DEL MERCURIO EN LA AMALGAMA

El proceso de la separación del mercurio de la amalgama con el oro es un proceso de separación conocido como destilación simple; pero en el caso del mercurio el proceso, aunque “simple”, requiere de conocimientos y cuidados especiales.

Veamos en qué consiste la destilación simple antes de comprender los cuidados requeridos para separar el mercurio del oro por medio del uso de la retorta.



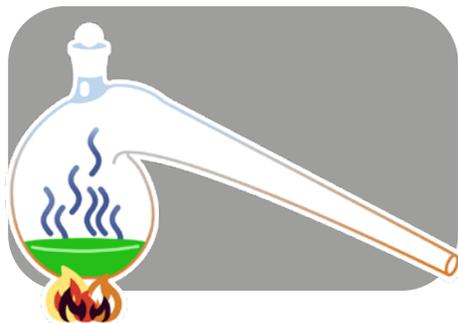
DESTILACIÓN SIMPLE

La destilación simple permite separar un líquido más volátil de una disolución de líquidos o de sólido en un líquido. Se utiliza un recipiente cerrado con una salida tubular. Dependiendo de la temperatura de ebullición del líquido se requiere de un sistema que enfríe el tubo de salida para hacer que el líquido que se va evaporando, se enfríe y vuelva a su estado líquido. Si la temperatura de ebullición del líquido es relativamente alta el aire del ambiente es suficiente para enfriar el tubo.

A continuación, se detallan los procesos que ocurren durante una destilación simple. Para este ejemplo se representa una disolución de color verde, formada por un líquido volátil de color azul y uno menos volátil de color amarillo. La destilación separa el líquido azul del líquido amarillo, pues el líquido que está en el tubo de salida es el líquido azul puro.

1.

El instrumento más simple para realizar una destilación es una retorta. Inicialmente se coloca la disolución a separar dentro del recipiente, se cierra, y se prepara para calentar el reservorio del líquido. Además del líquido, la retorta contiene aire en su interior.

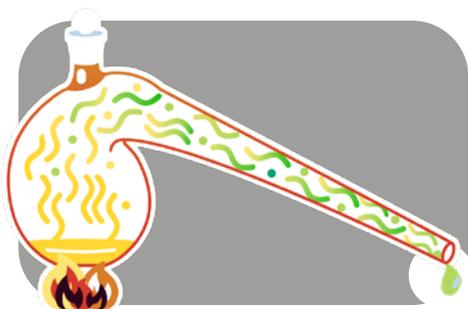
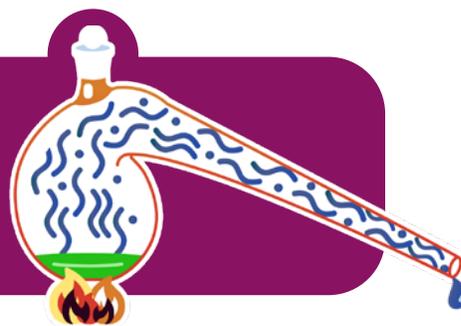


2.

Al aplicar calor a la disolución, el líquido más volátil de color azul (el que se evapora más rápido) comienza a salir de la disolución, va llenando la retorta y desplazando el aire.

3.

Cuando los vapores de líquido azul llegan al tubo de salida, se enfrían y vuelven a su estado líquido. El líquido azul continuará saliendo de la disolución en forma de vapor y volviéndose líquido en el tubo de salida, hasta que se agote de la disolución.



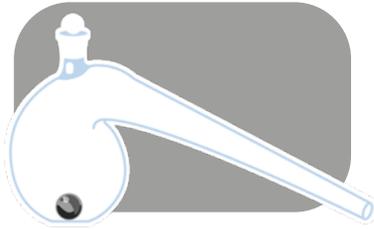
4.

Al retirar la fuente de calor y enfriarse, queda el líquido amarillo en el fondo de la retorta.



DESTILACIÓN DE MERCURIO

En el caso de la separación del mercurio la amalgama se considera una disolución de un sólido (el oro) en un líquido (el mercurio); entonces el comportamiento es ligeramente diferente.

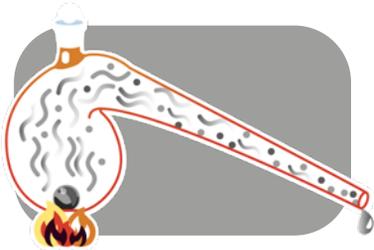


1.

La amalgama se coloca en el recipiente y se prepara para su calentamiento

2.

Al calentar los vapores de mercurio salen de la amalgama, desplazan al aire y van llenando el recipiente. Inicialmente el mercurio se volverá líquido en las paredes y regresará al fondo, hasta que todas las paredes estén calientes y no permitan que el vapor se vuelva líquido.

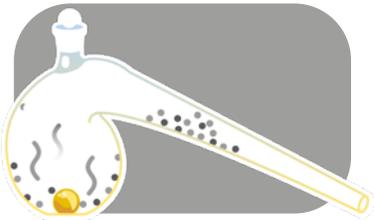


3.

Cuando todo el recipiente esté caliente los vapores llegan a la salida y se vuelven líquido. Más vapores salen de la amalgama y empujan hacia la salida los vapores que habían salido previamente.

4.

La cámara de evaporación continúa llena de vapores mientras se mantenga el calor en el recipiente.

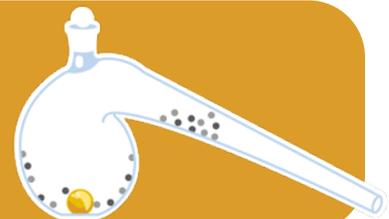


5.

Al retirar el calentamiento el sistema se enfría y los vapores se depositan como gotitas en las paredes internas. Si el recipiente se abre antes de que se enfríe por completo los vapores de mercurio salen del recipiente.

6.

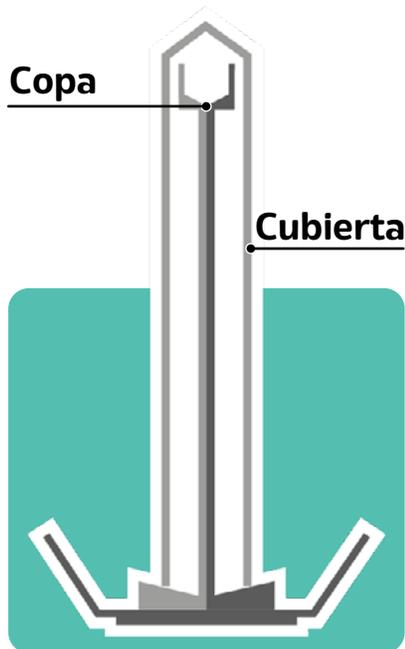
Cuando el recipiente se enfría por completo el mercurio residual estará en las paredes en forma de gotas pequeñas y permanecerá allí hasta el siguiente uso o podría salir hacia el ambiente si la retorta no se almacena adecuadamente.



Los vapores de mercurio son muy tóxicos, no se debe abrir la retorta mientras esté caliente.

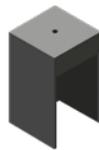


PARTES DE LA RETORTA DE TUBO



Los detalles para su construcción y mantenimiento se muestran en la sección [“Fabricación de la retorta de tubo”](#) de este manual.

Para su uso, se recomienda los siguientes accesorios:



- Concentrador de calor (los detalles de sus dimensiones en la sección [“Fabricación de la retorta de tubo”](#) de este manual).



- Recipiente: deber lo suficientemente amplio para la contener la base de la retorta



- Atomizador de agua



- Brocha



- Recipientes para contener el mercurio



- Soplete



- Embudo



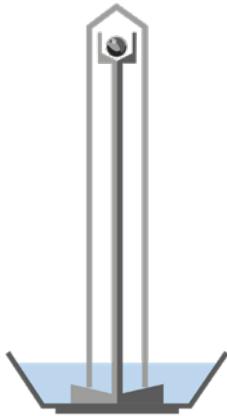
- Recipiente para almacenamiento del equipo (cubeta aproximadamente 5 galones)



¿CÓMO FUNCIONA LA DESTILACIÓN SIMPLE EN LA RETORTA DE TUBO?

En la retorta de tubo hay una sola sección tubular, y la zona de evaporación está en la parte superior. El calor se aplica por fuera del tubo, a la altura de la copa donde se coloca la amalgama y la parte inferior del tubo se sumerge en agua.

1.



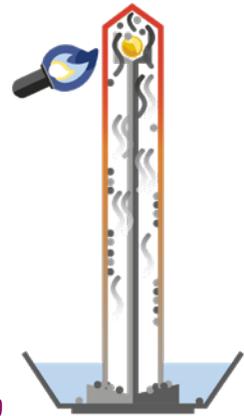
La amalgama se deposita en la copa y la retorta se coloca en un recipiente con agua.

2.



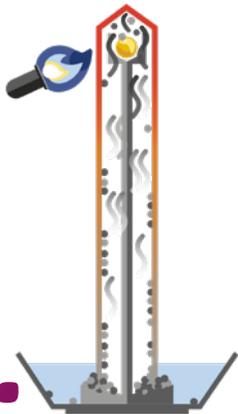
Inicialmente cuando el aire se calienta se expande y una parte del aire sale por la parte inferior en forma de burbujas.

3.



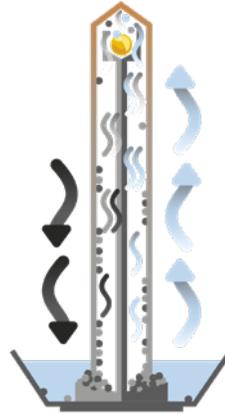
El vapor de mercurio sale de la amalgama y va llenando la parte superior, entonces baja y se condensa en las paredes o al tocar la parte inferior que se mantiene fría por el agua.

4.



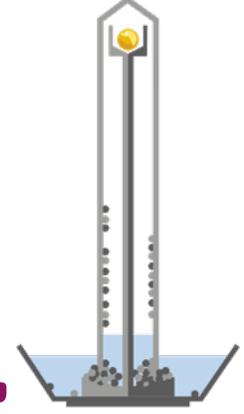
El calentamiento continúa y el mercurio se va acumulando en la parte inferior de la retorta.

5.



Al retirar el calentamiento, el interior se enfría y se crea un vacío que causa que el agua ingrese y desplace los vapores de mercurio.

6.



El vapor de mercurio es sustituido por vapor de agua y el mercurio se deposita en la parte inferior, el soporte y paredes internas, la parte superior queda prácticamente libre de mercurio.



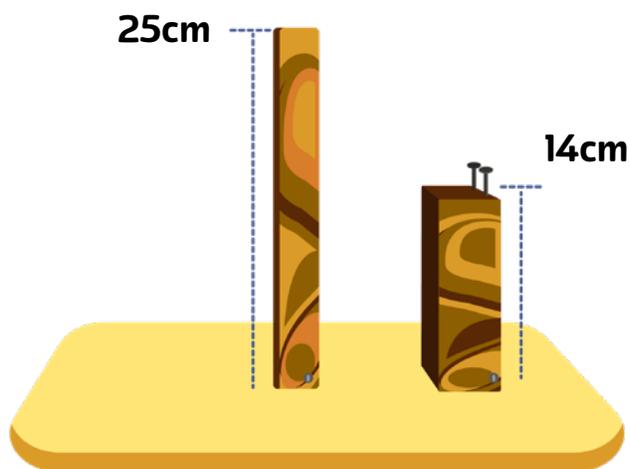
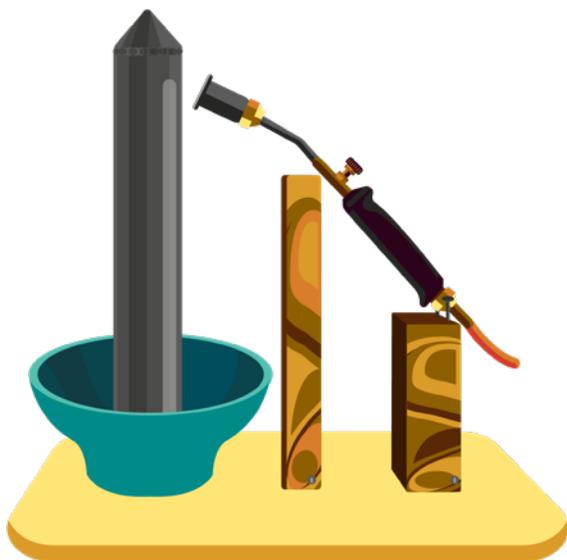
USO DE LA RETORTA

La retorta que se describe en este manual se conoce como retorta de tubo. La forma más práctica y segura para utilizar esta retorta es en una instalación fija.

INSTALACIÓN

La mejor manera de utilizar la retorta es fabricar un soporte que permita mantener el soplete en una misma posición durante el periodo de calentamiento.

Una forma sencilla es colocar dos piezas rectangulares de madera sobre una tabla amplia en la pieza de menor tamaño se colocan dos clavos o tornillos que se encargarán de sostener el soplete y evitar que gire, como se muestra en la siguiente imagen.



Esta base permite colocar y retirar fácilmente el soplete sin necesidad de ningún otro elemento adicional, solamente sosteniendo el soplete entre dos clavos en la pieza de menor tamaño.

El sistema debe ajustarse de forma tal que la llama del soplete se dirija hacia la base de la copa interna de la retorta. El calor se aplica al tubo externo que cubrirá la copa; pero debe aplicarse a la misma altura de la copa o ligeramente por debajo. Siempre se debe usar en una zona ventilada.

Cuando esté en operación, nunca aplica calor a la copa sin tener el tubo externo cubriéndola.



ANTES DE USAR LA RETORTA CON AMALGAMA

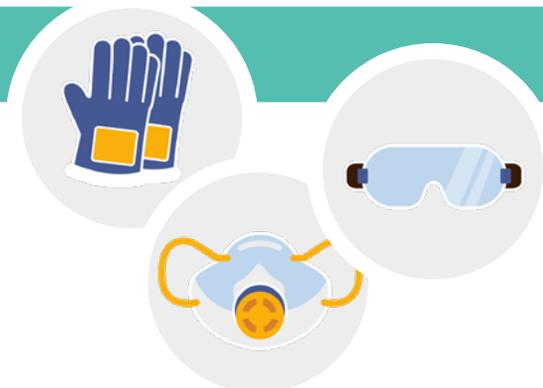
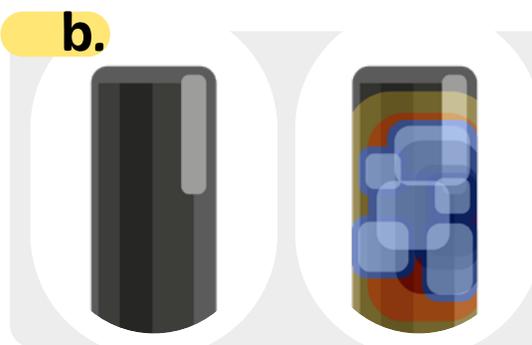
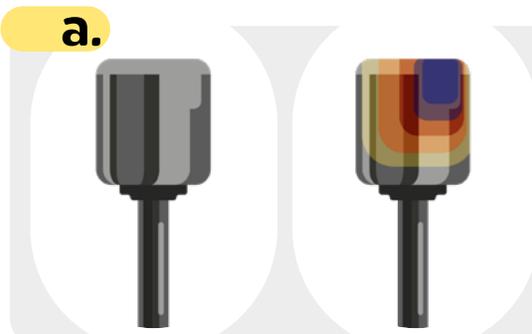
La retorta está construida en acero inoxidable y es posible que el mercurio caliente interactúe con el metal y se retenga en las paredes internas. Se debe crear una capa gruesa de óxido para reducir las posibilidades de interacción del mercurio con el metal.

Para preparar la retorta se debe calentar:

- La copa interna donde se coloca la amalgama
- La barra de metal que sostiene la copa
- Toda la superficie del tubo exterior

Se puede usar el soplete para calentar el metal.

El calentamiento se debe realizar hasta obtener color rojo en la superficie del metal **(a)**, al enfriarse el metal debe observarse una coloración azulada en la superficie **(b)**.



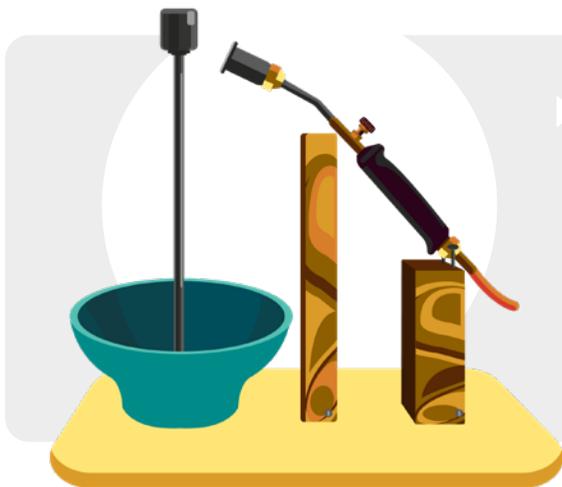
EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

Siempre que se trabaje con mercurio es necesario el uso de equipo de protección personal para evitar el contacto con partículas muy finas de mercurio y con vapores metálicos. El equipo mínimo recomendado son guantes de nitrilo, lentes de protección y mascarillas con protección para mercurio, normalmente con carbón activado.



SEPARACIÓN DEL MERCURIO DE UNA AMALGAMA EN LA RETORTA DE TUBO

Previo a la separación la amalgama se debe procesar como regularmente se hace, eliminar el exceso de mercurio y agua antes de colocarla en la retorta.



► **Preparar el sistema como se muestra en la figura.**

Colocar agua en el recipiente de forma tal que el nivel del agua esté 2 o 3 cm por encima de la base de la retorta.

El sistema se debe colocar en una superficie horizontal estable.

► **Preparar la amalgama**

La capacidad máxima de la retorta es de alrededor de 50 gramos de amalgama.

Si se eliminó todo el exceso de mercurio una forma esférica facilita la colocación de la amalgama en la retorta, la forma se mantiene en la esponja facilitando su extracción luego del calentamiento. Una forma ovalada evita el contacto con las paredes y también es aconsejable.





Colocar la amalgama en la copa

Se puede usar un papel para evitar que la esponja se pegue a la copa; sin embargo, la descomposición del papel puede generar algunas sustancias que tienden a permanecer en la superficie del mercurio. Una servilleta delgada o papel de filtro de café son una buena opción.



Si la copa se ha oxidado adecuadamente, calentándola como se indicó, el papel no es indispensable; pero si el contenido de oro es alto el uso del papel es más recomendable pues la esponja tiende a pegarse a la copa. También se puede usar polvo de carbón, o cal en el fondo para evitar la adherencia.



Calentar el tubo exterior

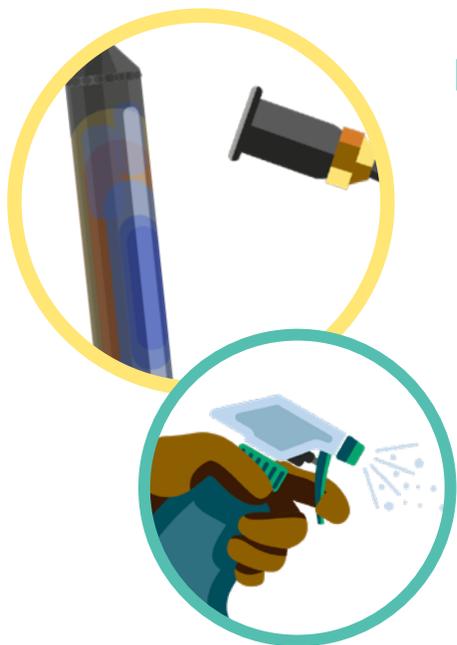
Una vez que se coloca el tubo externo y el concentrador de calor sobre el tubo, se inicia el calentamiento. Una vez que se nota la coloración roja en el tubo se inicia el conteo del tiempo.

Para 25 gramos de amalgama o menos, se recomienda calentar por 25 minutos. Si se colocan más de 25 gramos de amalgama se recomienda calentar por una cantidad de minutos igual a los gramos de amalgama que se colocan en la copa. (Ver nota al final de esta sección).

Observar la superficie del agua

Si el calentamiento es muy rápido o si hay exceso de mercurio es posible que con las primeras burbujas salgan gotas muy pequeñas de mercurio que son arrastradas por las burbujas de aire hasta la superficie y flotan. Esto no es un problema, sin embargo se puede utilizar el atomizador de agua para rociar las gotas de mercurio y hacer que bajen al fondo del recipiente.





▶ Dejar enfriar la retorta

Cuando pase el tiempo de calentamiento recomendado, se apaga el soplete y se retira el concentrador de calor. Es aconsejable dejar que el sistema se enfríe al contacto con el aire para dar tiempo a que el vapor del agua ayude a hacer descender los vapores de mercurio.

De ser necesario un enfriamiento más rápido, se puede rociar con agua la superficie externa del tubo. Se debe iniciar enfriando la parte inferior atomizando hasta que el agua no se seque de inmediato (el tubo permanece mojado entre una aplicación y otra). Conforme el tubo se va mojando, se rocía agua más arriba y se continúa subiendo de la misma manera hasta llegar a la parte superior.

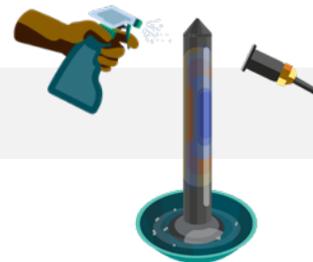
1.



2.



3.



Por ningún motivo se debe iniciar el enfriamiento desde la parte superior hacia abajo, pues el choque térmico puede generar fracturas en el acero que con el tiempo pueden generar fugas de los vapores de mercurio.



Nota: En pruebas de laboratorio se encontró que el tiempo necesario para la separación del mercurio depende de la composición del mineral; si éste es más rico en oro se requiere menos tiempo, por otro lado, puede requerir más tiempo si hay cobre presente. Se recomienda hacer pruebas con el material que se procesa.

Para verificar si el tiempo utilizado es adecuado se debe pesar la esponja obtenida, volverla a colocar en la retorta y calentar por 20 minutos. Después enfriar, pesar de nuevo.

- Si el peso obtenido después del segundo calentamiento es menor se debe aumentar el tiempo de calentamiento.
- Si el peso obtenido después del segundo calentamiento se mantiene, se puede disminuir el tiempo de calentamiento.





RECUPERACIÓN DEL MERCURIO Y EL ESPONJE DE ORO

Se recomienda utilizar una protección de tres barreras de agua para garantizar una recuperación cercano al 100 % del mercurio y disminuir la contaminación que se pueda generar. La primera barrera es el agua que se agrega al recipiente durante el calentamiento; la segunda barrera la forma un embudo y recipiente para recolectar el mercurio. La última barrera es una cubeta de 5 galones con agua en el fondo, esta cubeta además se requiere para almacenar la retorta después de utilizarla.

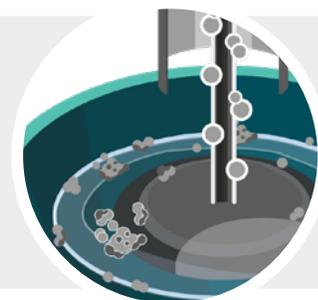


▶ Retirar el tubo exterior, sacudiéndolo previamente y retirar la esponja.

Cuando la retorta se enfría se mantienen gotas de mercurio en las paredes del tubo. Antes de retirar el tubo se debe levantar aproximadamente 1 cm de la base (sin sacarlo del agua) y golpearlo dejándolo caer para que las gotas de mercurio más grandes caigan al agua; esto se hace varias veces. Luego de sacudir el tubo este se retira con un movimiento suave y continuo tratando de que las paredes no toquen la copa (Ver nota al final). El tubo se debe colocar en una cubeta de 5 galones con agua en el fondo. Al retirar el tubo, la esponja queda en la copa y se puede retirar fácilmente.

▶ Observar la superficie en busca de mercurio flotante.

Al retirar el tubo es muy probable que gotas de mercurio pequeñas queden flotando en el agua, es importante hacer que las gotas bajen al fondo.



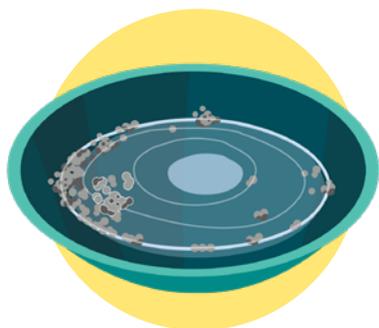
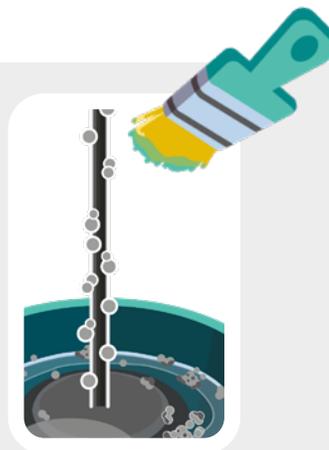
▶ Hacer bajar las gotas de mercurio flotantes con golpes de agua utilizando el atomizador.

Para hacer que las gotas de mercurio bajen se usa el atomizador. Se hace una aspersion rápida y energética sobre la superficie del agua, golpeando y desestabilizando la superficie. Si el mercurio llegó al borde puede quedar sostenido en el plástico. Se deben rociar los bordes del recipiente también.



▶ **Limpiar las gotas de mercurio que quedan en el soporte de la copa.**

Las gotas en la superficie del soporte se bajan utilizando una brocha. Inicialmente, la **brocha se moja en el agua** y se pasa de arriba hacia abajo limpiando el soporte. Luego se usa el atomizador de agua para terminar de remover gotas que quedan en el soporte y en la brocha. No se debe hacer aplicaciones muy fuertes de agua pues pueden enviar las gotas pequeñas fuera del recipiente.



▶ **Retirar el soporte del agua.**

Luego de limpiar toda la superficie del soporte se retira del agua, con cuidado de que todo el mercurio quede en el recipiente, para ello se utiliza la brocha y el atomizador.

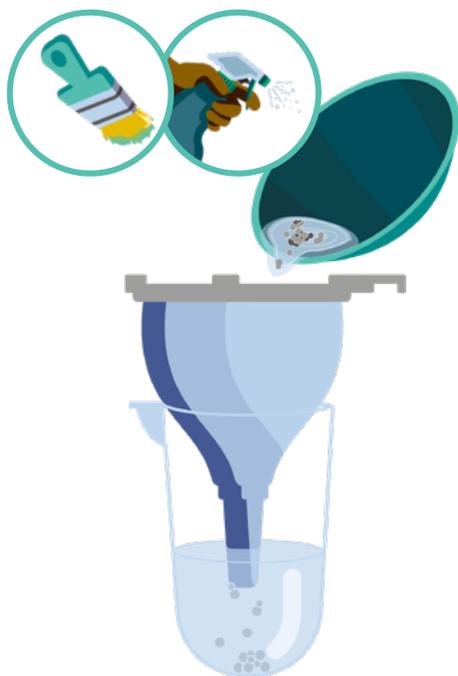
▶ **Limpiar la superficie del agua y las paredes del recipiente,** para asegurar que todo el mercurio llegue al fondo de agua.

Con movimientos circulares del recipiente se puede lograr la integración de la mayoría del mercurio que queda en gotas pequeñas. Esto facilita el siguiente paso.





Nota: Es sumamente importante que el tubo se retire hasta que la retorta esté completamente fría. Al retirar el tubo, el mercurio en las paredes internas puede tocar la copa y si la copa está caliente provocará que parte del mercurio se evapore al aire. Si se usa agua para enfriar el tubo, no basta con que el tubo esté frío, se debe dar periodos de tiempo desde que se agrega el agua y dejar que el calor fluya de la copa hacia el tubo, entonces volver a enfriar el tubo y continuar repitiendo esto hasta que el agua en el exterior del tubo no se evapore rápidamente. El proceso de enfriamiento tarda al menos 20 minutos aunque se use agua.



► **Trasvasar el mercurio a un recipiente más pequeño, utilizando una segunda barrera de agua.**

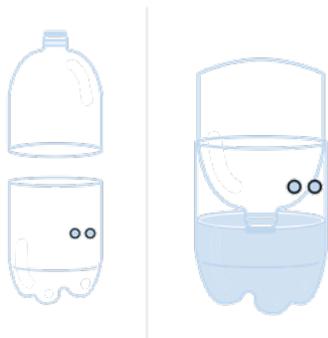
Para un trasvase con seguridad se utiliza el sistema de la figura adjunta. La punta del embudo debe estar sumergida. Se pasa el mercurio del recipiente utilizado con la retorta a este segundo recipiente a través del embudo; así el mercurio se ve forzado a sumergirse y las gotas de mercurio no flotan, se van al fondo del segundo recipiente, el agua en exceso sobresale del recipiente inferior prácticamente libre de mercurio metálico.

Se utiliza la brocha y el atomizador para asegurar el trasvase de todo el mercurio incluyendo las gotas más finas. Al final se vacía un poco de agua del segundo recipiente y se retira el embudo, lavando la superficie interior y la punta con el atomizador.

Se recomienda que el excedente de agua se recoja en la cubeta donde se colocó el tubo, en caso de que por accidente parte del mercurio se derrame; así quedaría en la cubeta y se podría recuperar posteriormente.

► **Integrar el mercurio en una masa continua.**

Es aconsejable que los bordes del segundo recipiente sean redondeados. Haciendo girar el mercurio en el fondo del recipiente se logra la integración de las gotas pequeñas de mercurio, facilitando su trasvase al recipiente final de almacenamiento.



► **Una alternativa es fabricar la barrera con una botella de refresco de 3 litros.**

Se corta aproximadamente por la mitad la botella, la parte superior se introduce en la parte inferior formando un embudo y se abren unos agujeros en la parte inferior para la salida del agua. En este caso se pasa el mercurio del recipiente donde se colocó la retorta y se acumula en la parte inferior de la botella.

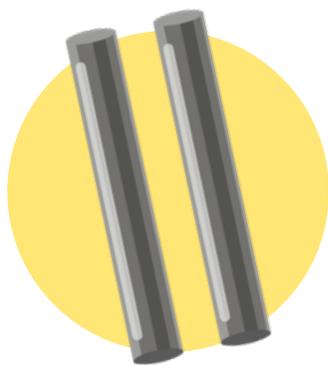


FABRICACIÓN DE LA RETORTA DE TUBO

La retorta de tubo no es muy conocida en el campo de la minería artesanal, sin embargo, hay algunas referencias que se pueden encontrar buscando en internet y algunos videos en Youtube.

La retorta utilizada en este manual fue diseñada en función de las referencias encontradas y se le hicieron algunas mejoras para facilitar el uso y disminuir las pérdidas de mercurio.

MATERIAL



El material recomendado para fabricar la retorta es el acero inoxidable. En algunas referencias se muestra la fabricación de una retorta con tubos de hierro oxidados.

En el uso cotidiano queda mercurio adherido a las paredes internas del tubo y tratar de limpiarlo es poco práctico, innecesario e inseguro. La mejor opción es guardar la retorta en un balde con agua y preferiblemente con tapa. Si la retorta se construye en hierro o acero al carbono, cuando se almacena en agua se forma óxido en las superficies y el mercurio se ensuciará, incluso en acero inoxidable, si la retorta se deja en agua por varios días, se forma un poco de óxido. Si el tubo está oxidado, las rugosidades retendrán mucho más mercurio que en una superficie lisa.

ACABADO

El acabado interno de la retorta debe ser **tan liso como sea posible**, para que la retención de mercurio sea mínima. En el exterior un acabado liso facilita la limpieza, pero en términos de seguridad o desempeño de la separación no afecta considerablemente.



FABRICACIÓN DE LA RETORTA CON CAPACIDAD PARA 50g DE AMALGAMA

► Para la fabricación se requiere:



35 cm de tubo de 38 mm
(1 ½ pulgadas) en 1,5 mm



33 cm de barra de 7,94 mm (5/16 pulgadas)



3 cm de barra redonda de 31,75 mm (1 ¼ pulgadas)



2,5 cm de barra redonda de 38 mm (1 ½ pulgadas)



2 cm de barra redonda de 75 mm (3 pulgadas)

Además se requiere acceso a un torno para maquinar el material y soldadura para unir las piezas. Se recomienda el uso de soldadura TIG, porque conserva mejor la estructura de los metales en la unión y la continuidad de la soldadura permite un mejor sellado.

Este último paso es crítico para evitar fugas de vapores de mercurio durante el proceso de calentamiento.



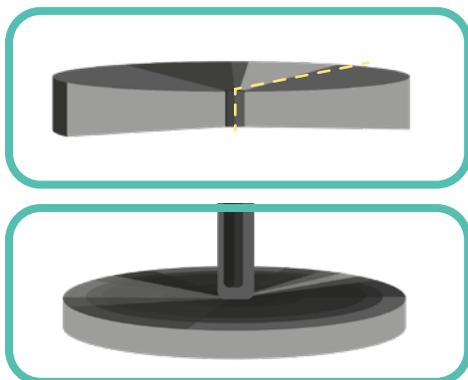
Soldadura



Torno



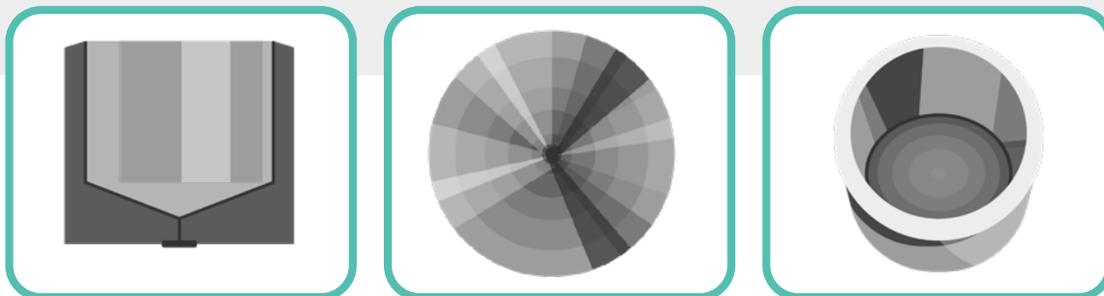
PREPARAR LA BASE DE LA RETORTA



- ▶ Al disco de barra de 75 mm se le hace una perforación de 5/16 de pulgada en el centro, se le aplanan una de las caras y a la otra cara se le hace un vaciado de 10-15 grados. La idea es formar un depósito donde se acumule el mercurio durante su uso.

PREPARAR LA COPA PARA COLOCAR LA AMALGAMA

- ▶ A la sección de barra de 1 ¼ pulgadas se le hace una perforación de al menos 2,5 cm de diámetro y 2,5 cm de profundidad, para formar la copa, y una de 5/16 en la parte inferior como guía para la varilla de soporte.



ARMAR EL SOPORTE DE LA COPA

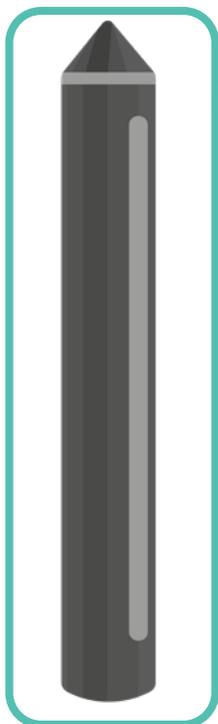
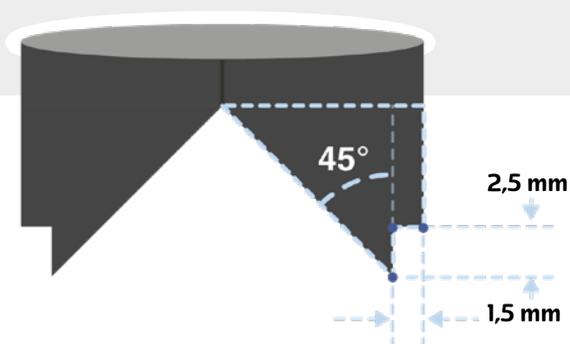
- ▶ Armar el soporte de la copa, soldando la copa y la base a los extremos de la barra de 5/16.



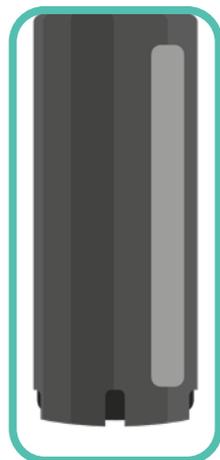


PREPARAR LA PARTE SUPERIOR DEL TUBO

- ▶ A la sección de barra de 1 ½ pulgadas se le tornea un cono interno a 45° y una grada de 1,5 mm (el grueso de la pared del tubo) con un largo de 2,5 mm, la grada debe entrar ajustada en el tubo de 1 ½ pulgadas. Esta sección será la parte superior interna del tubo. El acabado debe ser liso para que las gotas de mercurio se deslicen hacia abajo.

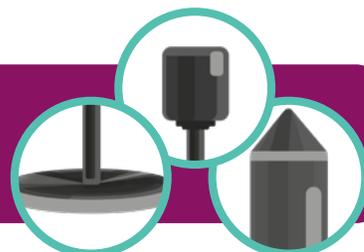


Introducir el tubo de 1 ½ pulgadas en la grada que se preparó y soldar alrededor, preferiblemente con soldadura TIG. La soldadura debe quedar continua para garantizar el sello del tubo y evitar fugas de vapores de mercurio.



- ▶ Una vez soldada la parte superior, colocar el tubo en el torno y formar el cono exterior. La idea es retirar material de la parte superior para que el sistema se enfríe más rápido cuando se retira el calentamiento, además el cono permite mantener el concentrador de calor en posición. En la parte inferior del tubo hacer tres o cuatro ranuras que servirán para el escape del aire al calentar el sistema y para la entrada del agua cuando se deja enfriar el sistema.

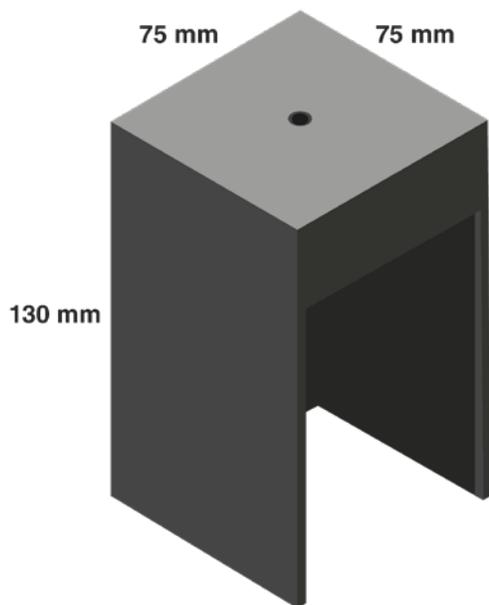
Es necesario eliminar cualquier rugosidad o filo en los bordes de la retorta y las soldaduras, entonces proceder a oxidar las paredes y la copa, calentando al rojo como se ha explicado con anterioridad.





CONCENTRADOR DE CALOR

- ▶ Para aprovechar el calentamiento del soplete y ahorrar gas se recomienda el uso de un concentrador de calor. Cualquier lata de metal (no puede ser aluminio) de dimensiones similares a lo que se va a describir a continuación puede cumplir esa función.



1. Cortar una sección de 13 cm de largo de un cuadrado de 75 x 75 mm.
2. Cortar de una de las caras del tubo un rectángulo de 100 x 75 mm y conservar ambas partes.
3. Cortar un cuadrado de 75 x 75 mm (aprovechar el rectángulo del paso anterior) y soldarlo como tapa del concentrador de calor.
4. Perforar un agujero de $\frac{1}{4}$ de pulgada en el centro de la tapa del concentrador.



MANTENIMIENTO

- ▶ La retorta diseñada requiere de un mantenimiento muy básico y si se usa adecuadamente se podrá usar por muchos años.

- **Evitar choques térmicos.**



Como se ha mencionado anteriormente no se debe rociar agua sobre la superficie caliente de la retorta, el choque térmico puede fracturar la estructura del acero o desprender la soldadura.

- **Si se deja mucho tiempo en el agua se tiende a formar óxido de hierro (se ve el color marrón/naranja típico del óxido de hierro); esto es normal.**



Para eliminar el óxido se puede limpiar la superficie del metal con una lija fina o con una alambrina.

Si se oxida el interior de la retorta y se requiere eliminar el óxido primero se debe eliminar la mayor cantidad de mercurio de las paredes interiores.



Golpes suaves en el tubo harán que la mayoría de las gotas más grandes caigan; hacer esto sobre la cubeta con agua.



Luego de eliminar la mayor cantidad de mercurio calentar la retorta en una zona muy ventilada, hasta obtener la tonalidad roja por el calentamiento, esto estabilizará las zonas donde permanece óxido de hierro, formando nuevamente el óxido de cromo y níquel.



Regularmente realizar una prueba de fugas, llenando el tubo con agua, secando la parte exterior y verificando que no salga líquido.