

INSTRUCTIVO

"DETERMINACIÓN DE ORO"

Dirección de Servicios Especializados
Octubre 2025

Dirección: De las Malvas E15-142 y de los Perales - Monteserrín





FIRMAS DE RESPONSABILIDAD

	Nombre / Cargo	Firma
Elaborado por:	Diego Barona Analista Técnico de Servicios Especializados 3	
Revisado por:	Camilo Zapata Director de Servicios Especializados	
Aprobado por:	Geovanna Villacreces Subdirectora Técnica	

Dirección: De las Malvas E15-142 y de los Perales - Monteserrín

Código postal: 170503 / Quito-Ecuador Teléfono: +593-2 297 6100







GLOSARIO

Ensayo al fuego: Es un proceso que consiste en fundir a la muestra usando reactivos adecuados para obtener dos fases líquidas: una escoria constituida principalmente por silicatos complejos y una fase metálica constituida por plomo, el cual colecta el oro (Au); que posteriormente serán sometidos a ensayos químicos.

Fundición: Es un proceso físico que consiste en calentar y reducir la mena mineral para obtener un metal puro, y separarlo de la ganga y otros posibles elementos.

Copelación: Es un proceso de refinado en la metalurgia en el que las menas o metales aleados se tratan a temperaturas muy altas y en operaciones controladas para separar los metales nobles como el oro, a partir de los metales de base como plomo, cobre, zinc, arsénico, antimonio o bismuto, presentes en el mineral.

Doré: Es una mezcla impura y sin refinar de oro metálico.

Tostación: Es un paso en la transformación de ciertas menas metálicas. Más específicamente, el tostado es un proceso metalúrgico que implica reacciones sólido-gas a temperaturas elevadas con el fin de purificar el componente metálico.

Espectrómetro de Absorción Atómica: Es un equipo analítico que permite medir las concentraciones específicas de un material en una mezcla para la determinación cualitativa y cuantitativa de elementos químicos.

Muestra: Es una parte o cantidad pequeña de algo que se considera representativa del total y que se toma o se separa de ella con ciertos métodos para someterla a estudio, análisis o experimentación.

Contra muestra: Porción de muestra que pasó por todo el proceso de preparación mecánica, también conocida como pulpa.

Sobrante muestra: Muestra residuo del proceso de molienda, después de tomar una porción para pulverización. También es conocida como rechazo.

Método: Modo ordenado y sistemático de proceder para llegar a un resultado o fin determinado.

Dirección: De las Malvas E15-142 y de los Perales - Monteserrín





Cadena de custodia: Es un documento (interno o externo) en el que queda evidenciado el recorrido que tienen las muestras con sus respectivos responsables.

Declaración de conformidad: Cuando los resultados serán utilizados para evaluar cumplimiento con alguna especificación, norma nacional o internacional. Ejemplo: cumple, no cumple.

Regla de decisión: Corresponde a la regla que describe cómo se toma en cuenta la incertidumbre de medición cuando se realiza declaración de conformidad. Esta incertidumbre corresponde al valor asociado a la medida, dentro del cual se puede encontrar el valor verdadero.

CONSIDERACIONES A TOMAR EN CUENTA

- a. El Laboratorio Químico del IIGE se encuentra ubicado en la dirección: De las Malvas E15-142 y De los Perales, sector Monteserrín, Quito – Ecuador. El horario ordinario de trabajo es de lunes a viernes de 08:00 a 16:30.
- b. El Laboratorio Químico del IIGE, se encuentra acreditado ante el Servicio de Acreditación Ecuatoriano SAE, mediante el certificado de acreditación N° SAE LEN 20-012, cuyo alcance es para el ensayo de determinación de oro por espectrometría AA en rocas, sedimentos, relaves y concentrados.
- c. El rango de trabajo en la determinación de oro es de 0,033 a 353 mg/kg.
- d. La cantidad mínima de muestra para su recepción es de 100 gramos y la máxima dependerá del criterio técnico del solicitante.
- e. Los métodos de referencia usados son: ASTM E1335 (Standard Test Methods for Determination of Gold in Bullion by Fire Assay Cupellation Analysis), Standard Methods 3111 (Metals by Flame Atomic Absorption Spectrometry). Una parte del proceso se realiza por fundición el mismo que es conocido como ensayo al fuego.

Dirección: De las Malvas E15-142 y de los Perales - Monteserrín

Código postal: 170503 / Quito-Ecuador Teléfono: +593-2 297 6100





- f. La determinación de oro se realiza en muestras de rocas, sedimentos, relaves y concentrados. Las muestras de relaves y concentrados corresponden a muestras de roca que han sido sometidas a procesos minero-metalúrgico. No se realizan ensayos a muestras diferentes a las indicadas como: carbón, crisoles, metales y otros.
- g. La preparación mecánica (reducción del tamaño de partícula) se realiza mediante secado, trituración, molienda y pulverización, por lo cual es considerado como un ensayo destructivo.
- h. Las muestras recibidas son trituradas y molidas en su totalidad, posteriormente se pulveriza una porción representativa entre 50 y 150 ml. El material de procesamiento que tiene contacto directo con la muestra (mandíbulas, discos, anillos) es ACERO.
- i. El proceso de fundición es realizado con 15 ó 30 gramos de muestra pulverizada. Puede realizarse con menor masa, con o sin preparación mecánica de acuerdo a la naturaleza de la muestra o solicitud del cliente, ante lo cual, el ensayo no estará cubierto por la acreditación de ser el caso.
- j. El solicitante, después de aceptado su requerimiento, tendrá 20 días laborables para realizar el ingreso de las muestras, caso contrario deberá iniciar nuevamente el proceso de solicitud de ensayo.
- k. El Laboratorio Químico, de acuerdo a su capacidad operativa designará una fecha para el ingreso de muestras e indicará el tiempo aproximado de entrega de resultados. Como referencia se indica que el tiempo que demora la ejecución del ensayo desde el momento de ingreso de muestras es de 5 a 9 días laborables, este tiempo puede variar de acuerdo al número de ensayos solicitados.
- I. El ingreso y retiro de muestras se lo debe realizar en las instalaciones del Laboratorio Químico del IIGE. El retiro de muestras se lo debe realizar en el término de 60 días posteriores a la entrega del Reporte de Resultados, caso contrario el IIGE no se responsabiliza por dichas muestras.
- m. Una vez que el solicitante de los ensayos retire las pulpas y/o sobrantes de muestras y/o se venza el plazo de almacenamiento, se entenderá que

Dirección: De las Malvas E15-142 y de los Perales - Monteserrín

Código postal: 170503 / Quito-Ecuador





- los resultados de los ensayos se encuentran a satisfacción y no se podrá realizar un nuevo ensayo (re-análisis).
- n. La determinación de oro es realizada por un grupo de personas calificadas que intervienen en las diferentes etapas de la determinación analítica, desde la recepción de muestras hasta la entrega del reporte de resultados.
- El Laboratorio Químico se reserva el derecho de conservar una porción aproximada de 30 gramos por muestra como respaldo.
- El Laboratorio Químico no realiza informes de resultados, en su defecto realiza reportes de resultados.
- q. El Laboratorio Químico no se realiza informes simplificados.
- r. El Laboratorio Químico no realiza opiniones ni interpretaciones.
- s. El Laboratorio Químico no realiza toma de muestras ni muestreo.
- t. Se ha establecido las siguientes tasas para los servicios a prestarse, cuyos costos son los siguientes:

Preparación Mecánica (hasta 3 kg) \$ 12,50 Preparación Mecánica (kg adicional) \$ 2,00 Ensayo al fuego \$ 22,50







I. INTRODUCCIÓN

El artículo 10 de la Ley de Minería creó al Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico, como institución pública encargada de realizar actividades de investigación, desarrollo tecnológico e innovación en materia Geológica, Minera y Metalúrgica.

A través del Decreto Ejecutivo Nro. 399 de 22 de mayo de 2018, se fusiona el Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables al Instituto de Investigación Geológico Minero Metalúrgico, y, una vez concluido el proceso de fusión por absorción, se modificó su denominación para pasar a llamarse "Instituto de Investigación Geológico y Energético", el cual tiene como misión: "Generar y promover conocimiento en el ámbito de la geología y la energía, mediante investigación científica asistencia técnica y servicios especializados para el aprovechamiento responsable de los recursos renovables y no renovables, contribuyendo a la toma de decisiones en beneficio de la sociedad", y como visión: "Ser el instituto de investigación geológico y energético de referencia a nivel regional, que aporta a la innovación y el desarrollo tecnológico para el aprovechamiento responsable de los recursos renovables y no renovables, con responsabilidad social, ambiental y el desarrollo de su talento humano comprometido con el progreso del país".

Dentro de la estructura institucional del IIGE, se encuentra la Dirección de Servicios Especializados -DSE-, cuya misión es "Prestar servicios especializados para la investigación, a través de asistencia técnica, ensayos de laboratorios, gestión de calidad y su vinculación con las personas naturales y/o jurídicas públicas y privadas en el ámbito geológico y energético". La Dirección de Servicios Especializados cuenta con el Laboratorio Químico, el cual realiza varios tipos de ensayos y análisis especializados en el ámbito geológico, minero y metalúrgico, entre ellos la determinación de oro.

Este instructivo tiene como objetivo informar al solicitante sobre el ensayo de "Determinación de oro", el flujo de trabajo que sigue el Laboratorio Químico del

Dirección: De las Malvas E15-142 y de los Perales - Monteserrín

Código postal: 170503 / Quito-Ecuador Teléfono: +593-2 297 6100





IIGE a partir de solicitud de ensayo hasta el Reporte de Resultados. Describe además, las etapas que se realizan durante la ejecución del ensayo para la determinación de oro por Espectrometría por Absorción Atómica (Ensayo al fuego).

II. PROCESO

Para la ejecución del ensayo se siguen los siguientes pasos:

- a) Solicitud y aceptación del ensayo.
- b) Ingreso de muestras al laboratorio.
- c) Determinación analítica.
- d) Reporte de resultados.
- e) Devolución del sobrante de muestras.



Figura 1. Diagrama de flujo para la ejecución del ensayo

a) Solicitud y aceptación del ensayo

Consiste en el cumplimiento de los siguientes puntos:

 El usuario deberá comunicarse con el Laboratorio Químico vía correo electrónico o número telefónico para solicitar la información correspondiente sobre el ensayo que desee realizar:

Correo electrónico: laboratorio.quimica@geoenergia.gob.ec

Teléfono: + (593 2) 3931390 Ext. 1752

2. El usuario deberá proporcionar un correo electrónico para recibir la información correspondiente a los ensayos solicitados. En el correo se le

Dirección: De las Malvas E15-142 y de los Perales - Monteserrín

Código postal: 170503 / Quito-Ecuador





indicará el nombre del ensayo y costos de acuerdo al requerimiento. Adicionalmente, se le adjuntará el "Formato de Oficio de Solicitud de Ensayo de Laboratorio" que deberá ser completado en caso de solicitar los ensayos.

- 3. En caso que el usuario necesite una proforma de los ensayos requeridos, deberá solicitarla vía correo electrónico indicando los datos de nombre o razón social, cédula de identidad o RUC, dirección, teléfono y correo electrónico. La proforma se le enviará al correo electrónico indicado. La solicitud de proforma lo debe realizar indicado además los ensayos requeridos al correo maria.orellana@geoenergia.gob.ec con copia a laboratorio.quimica@geoenergia.gob.ec
- 4. El usuario que desee que se realicen los ensayos por el Laboratorio Químico del IIGE lo realizará mediante la plataforma Gob.ec ó deberá completar el "Formato de Oficio de Solicitud de Ensayo de Laboratorio", enviado al usuario previamente. El oficio deberá estar dirigido al Director Ejecutivo del IIGE, y se podrá enviar vía QUIPUX, correo electrónico o entregarlo en físico directamente en las oficinas Matriz del IIGE ubicado en:

Instituto de Investigación Geológico y Energético - Matriz

Dirección: Av. de la República E7-263 y Diego de Almagro,

Edificio Sky, Planta Baja Horario: 08:00 – 16:30

Teléfono: + (593 2) 3931390

Si el oficio de solicitud es a través correo electrónico, se lo debe enviar a la dirección: iige.documentacion@geoenergia.gob.ec con copia a laboratorio.quimica@geoenergia.gob.ec y con los siguientes datos: Nombre completo, número de cédula, número de teléfono y correo electrónico.

- 5. Una vez ingresada la solicitud el usuario recibirá un oficio de respuesta para que pueda proceder con el pago de los servicios solicitados.
- El usuario podrá realizar el pago de los servicios vía transferencia electrónica, depósito o en efectivo directamente en las oficinas matriz del IIGE.
 - Si realiza depósito o transferencia electrónica deberá realizar el pago en la siguiente cuenta bancaria:

Dirección: De las Malvas E15-142 y de los Perales - Monteserrín

Código postal: 170503 / Quito-Ecuador Teléfono: +593-2 297 6100





Datos Cuenta Banco del Pacífico

Tipo: Corriente

Número de Cuenta: 8342512

Nombre: Instituto de Investigación Geológico y Energético

RUC: 1768155230001

Sublínea: 140204 (solo para llenar papeleta de depósito)

IMPORTANTE: El solicitante debe pedir la emisión de su factura al correo electrónico maria.orellana@geoenergia.gob.ec con copia a laboratorio.quimica@geoenergia.gob.ec, en el cual deberá indicar su nombre o razón social, número de identificación, dirección, teléfono y además deberá adjuntar el oficio de respuesta y el comprobante de pago.

- 7. Una vez realizado el pago, el usuario deberá comunicarse con el Laboratorio para coordinar la entrega de las muestras.
- 8. El usuario al momento de la entrega de las muestras deberá disponer de la factura / comprobante de pago correspondiente, la solicitud y el Oficio de Respuesta de la Solicitud de Ensayo de Laboratorio.
- El Laboratorio indicará una fecha estimada de ejecución del ensayo y el procedimiento para retirar sus muestras y/o reportes de resultados correspondientes de ser el caso.

b) Ingreso de muestras

Consiste en el acto de entrega recepción de las muestras físicas, esta acción queda registrada en la cadena de custodia interna de laboratorio (este documento será proporcionado por el Laboratorio Químico al ingreso de las muestras). Las muestras deben ser entregadas en el Laboratorio Químico ubicado en la dirección: De las Malvas E15-142 y De los Perales, sector Monteserrín, Quito – Ecuador, según la fecha asignada en el oficio de respuesta. La fecha de recepción de la muestra no corresponde necesariamente a la fecha de realización del ensayo. El horario de atención del laboratorio es de lunes a viernes de 08:00 a 16:30, sin embargo, se sugiere realizar la entrega de las

Dirección: De las Malvas E15-142 y de los Perales - Monteserrín

Código postal: 170503 / Quito-Ecuador





muestras de las 08:00 a 15:00 debido a que el detalle y tiempo de revisión de los ítems de ensayo es extenso.

En el caso que el solicitante no pueda entregar por sí mismo la o las muestras, podrá realizar una delegación ya sea oficio o al correo electrónico laboratorio.quimica@geoenergia.gob.ec, indicando este particular.

c) Determinación Analítica (etapas)

Consiste en un proceso físico & químico que se dan a las muestras, aquí se realizan las siguientes etapas:

- 1. Secado
- 2. Trituración y molienda
- 3. Homogenización y cuarteo
- 4. Pulverización
- 5. Envasado de contra muestras
- 6. Tostación
- 7. Fundición
- 8. Copelación
- 9. Disolución
- 10. Lectura instrumental
- 11. Análisis de datos
- Secado: Consiste en la eliminación de la humedad de la muestra con el uso de estufas de convección, la o las muestras deben permanecer en este paso de 1 a 3 días.



Dirección: De las Malvas E15-142 y de los Perales - Monteserrín

Código postal: 170503 / Quito-Ecuador Teléfono: +593-2 297 6100





Figura 2. Secado

2. Trituración y molienda: Consiste en la reducción del tamaño de la muestra, mediante el uso de una trituradora de mandíbulas y un molino de discos. Toda la muestra es procesada. El material de trituración y molienda de los equipos utilizados es acero.



Figura 3. Trituración y molienda

3. Homogenización y cuarteo: Consiste en la obtención de una porción representativa de la muestra. Toda la muestra triturada y molida es homogenizada en una superficie de mezclado y reducida de cantidad con la ayuda de un cuarteador hasta obtener una cantidad de entre 50 y 100 ml.



Figura 4. Homogenización y cuarteo

Dirección: De las Malvas E15-142 y de los Perales - Monteserrín





4. Pulverización: Consiste en la reducción del tamaño de la porción representativa de la muestra triturada y molida, mediante el uso de una pulverizadora de anillos (acero). La muestra pulverizada obtenida es almacenada en un recipiente plástico.



Figura 5. Pulverización

5. Envasado de contra muestras: Consiste en colocar la muestra pulverizada en un recipiente hermético con toda la información técnica para su reconocimiento.



Figura 6. Pulverización

6. Tostación: Consiste en someter a la muestra pulverizada a alta temperatura para la oxidación de posibles sulfuros, mediante el uso de un horno.

Dirección: De las Malvas E15-142 y de los Perales - Monteserrín







Figura 7. Tostación

7. Fundición: Consiste en someter a la muestra tostada (previamente mezclada con reactivos) a elevadas temperaturas para obtener una fase metálica en la cual posiblemente está contenido el oro de la muestra. Se realiza mediante el uso de un horno.



Figura 8. Fundición

8. Copelación: Consiste en someter a la fase metálica de la fundición a elevada temperatura para obtener una esfera (denominada doré), en la cual posiblemente está contenido el oro de la muestra. Se realiza mediante el uso de un horno.



Figura 9. Copelación

Dirección: De las Malvas E15-142 y de los Perales - Monteserrín

Código postal: 170503 / Quito-Ecuador **Teléfono:** +593-2 297 6100





9. Disolución: Consiste en someter a la esfera (doré) que se obtuvo en la copelación, al ataque de ácidos con el objetivo de llevar a la muestra a una fase líquida.



Figura 10. Disolución

10. Lectura Analítica: Consiste en la medición instrumental con el espectrómetro de Absorción Atómica de la fase líquida que se obtuvo en la disolución, con el fin de obtener la concentración de oro presente en la muestra.



Figura 11. Lectura Analítica

11. Análisis de datos: Consiste en la revisión de los datos y controles de calidad que se obtuvieron en la lectura analítica. Si la revisión está correcta se elabora el reporte de resultados.

d) Reporte de resultados

Consiste en un documento que indica los valores que se obtuvieron en el ensayo e indica la concentración de oro que tiene la muestra. Este resultado se presenta en miligramos de oro contenidos por kilogramo de muestra (mg/kg) lo que

Dirección: De las Malvas E15-142 y de los Perales - Monteserrín

Código postal: 170503 / Quito-Ecuador





significa también, gramos de oro por tonelada de muestra (g/t) ó partes por millón (ppm). En el reporte se utiliza la coma ","como separador de decimales. El reporte de resultados será firmado electrónicamente y entregado mediante correo electrónico.

e) Devolución del sobrante muestras

Consiste en el retiro del sobrante de muestras del Laboratorio Químico del IIGE ubicado en la dirección: De las Malvas E15-142 y De los Perales, sector Monteserrín, Quito – Ecuador.

Para la entrega de sobrantes y/o contramuestras (pulpas), el solicitante deberá pedir la devolución de los mismos mediante oficio dirigido al Director Ejecutivo del IIGE, o mediante un correo electrónico a laboratorio.quimica@geoenergia.gob.ec, indicando este particular. Es importante indicar en la solicitud de retiro: persona que lo va a retirar, fecha en la que se realizará el retiro, y también toda información relacionada a la solicitud de ensayo como el número de muestras y/o sus códigos. Una vez que el solicitante de los ensayos retire las pulpas o sobrantes de muestras, entenderá que los resultados de los ensayos se encuentran a satisfacción del servicio y no será permitido realizar nuevos ensayos (re-análisis) de las muestras.

Las muestras, incluido los sobrantes de ser el caso, deberán ser retiradas del Laboratorio Químico del IIGE, en el término de 60 días posteriores a la entrega del Reporte, caso contrario el IIGE no se responsabiliza por dichas muestras.

III. PERIODO DE EJECUCIÓN DEL ENSAYO

En la ejecución del ensayo se debe cumplir las etapas indicadas en el literal c), los cuales se indican en el siguiente diagrama de forma referencial:

Dirección: De las Malvas E15-142 y de los Perales - Monteserrín





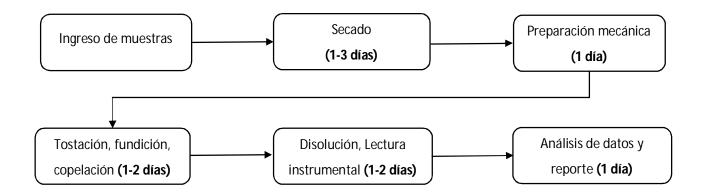


Figura 11. Diagrama de flujo del método de determinación de oro

En el diagrama de flujo se indica el tiempo aproximado en la ejecución del ensayo desde la recepción de las muestras, dando un estimado de 5 a 9 días, este tiempo puede variar de acuerdo a la capacidad del laboratorio.

IV. RESPONSABILIDADES

El Laboratorio Químico se compromete a:

- Proporcionar y llenar la cadena de custodia (documento interno) al momento del ingreso de las muestras.
- Ser responsable de la gestión de toda la información obtenida o creada durante la realización de actividades del laboratorio.
- Informar al cliente (solicitante), con antelación, acerca de la información que pretende poner al alcance del público. Excepto por la información que el solicitante pone a disposición del público, o cuando lo acuerdan el laboratorio y el solicitante, cualquier otra información se considera información del solicitante y se considera confidencial.
- Cuando sea requerido por ley para revelar información confidencial del solicitante, se notificará al mismo la información proporcionada, salvo que esté prohibido por ley.

Dirección: De las Malvas E15-142 y de los Perales - Monteserrín





- Informar al solicitante cuando el método solicitado se considere inapropiado o desactualizado.
- Cooperar con el solicitante para aclarar las solicitudes y realizar seguimiento del desempeño del laboratorio en relación con el trabajo realizado. Esto incluye: proporcionar acceso razonable a las áreas pertinentes del laboratorio para presenciar actividades de laboratorio específicas del solicitante.
- Indicar el estimado del tiempo de entrega de resultados antes que el solicitante ingrese sus muestras. El hecho de que el solicitante ingrese las muestras se entiende como su aceptación del mismo.
- Informar al solicitante de cualquier desviación del método.

El cliente (solicitante) se compromete a:

- Realizar la petición de ensayo mediante los canales oficiales respectivos y siguiendo los procedimientos establecidos por el IIGE.
- Ingresar las muestras o designar un delegado para esto.
- Llenar las cadenas de custodia (internas), en conjunto con el personal del Laboratorio Químico.
- Si requiere una declaración de conformidad:
 - o Realizar la solicitud antes del ingreso de las muestras al laboratorio.
 - Acordar con el laboratorio la regla de decisión que se requiera aplicar.
 (El laboratorio se reserva el derecho de establecer la regla decisión que considere más apropiada).
 - Una vez ingresadas las muestras ya no se podrá solicitar una declaración de conformidad o un cambio en la regla de decisión.
- Ser responsable de la información suministrada al laboratorio. (La información suministrada por el solicitante podría afectar a los resultados del ensayo).

Dirección: De las Malvas E15-142 y de los Perales - Monteserrín

Teléfono: +593-2 297 6100 www.geoenergia.gob.ec

Código postal: 170503 / Quito-Ecuador

