



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
Consejo Departamental de la Libertad



AMV CONSULTORES  
Capacitación y Consultoría

DIPLOMADO TEORICO-PRACTICO

# ANALISIS QUIMICO METALURGICO DE MINERALES

## PLAN DE ESTUDIOS

Muestreo, preparación de la muestra y determinación de humedad en concentrados

Análisis de minerales por ensayo al fuego

Análisis de minerales por volumetría

Análisis de minerales por absorción atómica

Pruebas metalúrgicas

Análisis de minerales por gravimetría

Análisis químico de Au por el método de retalla (Newmont)

Análisis de Au y Ag en bullones, precipitados y en carbón activado

Validación de métodos de ensayo en el marco de la norma ISO/IEC 17025:2017



El análisis químico metalúrgico de minerales es una herramienta esencial en la industria minera y metalúrgica para determinar la composición química y el contenido metálico de los minerales. Proporciona información crucial para la extracción, procesamiento y control de calidad de los minerales y los productos metalúrgicos.

## DIRIGIDO A

Ingenieros Químicos, Metalúrgicos, todas las ramas de la Ingeniería, así como profesionales y estudiantes en General que quieran adquirir o ampliar sus conocimientos.

## OBJETIVOS

- ✓ Conocer los fundamentos del análisis químico metalúrgico
- ✓ Ejecutar técnicas analíticas por vía clásica o instrumental.
- ✓ Aplicar procedimientos de análisis químico en el trabajo de laboratorio

## CONTENIDO DEL CURSO

El presente programa de capacitación consta de los siguientes cursos los cuales han sido diseñados para que el participante pueda desde el inicio capacitarse, actualizarse y perfeccionarse en temas relativos al análisis de minerales.

### I. Muestreo, preparación de la muestra y determinación de humedad en concentrados

#### 1. Objetivos del muestreo

- Impacto del muestreo en los resultados operacionales
- Terminología técnica del muestreo y conceptos básicos
- Definición de Precisión y Exactitud
- Definición Cualitativa de Representatividad de la muestra
- Normas (JIS, ASTM, ISO)

#### 2. Muestreo Correcto

##### Muestreo de materiales particulados

- Definición de muestreo equiprobabilístico
- Toma insesgada de muestras (modelos)
- Errores en la estimación de parámetros
- Tamaño mínimo de muestras
- Estrategia de muestreo (Planes de muestreo)

##### Errores de preparación

- Errores de contaminación
- Errores por pérdidas
- Errores por alteración de la composición química
- Errores por alteración de composición física
- Errores por interpretación de procedimientos
- Errores por fraude o sabotaje

#### 3. Muestreo Manual

- Tipos de Dispositivos Normalizados de Muestreo
- Características de diseño y Uso (apertura, forma, tamaño, etc.)
- Cantidad de muestra
- Frecuencia de muestreo
- Muestreo de material sólido (Correas, Pilas, Camiones, etc.)

#### 4. Muestreo Automático

- Definición de incremento
- Métodos de muestreo incremental
- Tipos de cortadores (toma de muestras automática)
- Características de diseño de los cortadores
- Divisores o reductores de muestra

#### 5. Preparación de muestras

- Protocolos y Nomogramas de preparación
- Secado de Muestras
- Reducción de tamaño de partículas
- División de muestras
- Pesaje
- Envasado
- Control de la precisión de la preparación

**Práctica en laboratorio (Virtual)**

**Examen final**

## II. Análisis de Minerales por Ensayo al Fuego

- Aspectos generales en la fundición de minerales auríferos.
- Preparación de flux. Obtención de régulo de mineral sulfurado por fundición.
- Proceso copelación. Mecanismos de reacción implicados en la obtención del doré.

**Práctica en laboratorio (Virtual)**

**Examen final**

## III. Análisis de Minerales por Volumetría

### Cobre por Volumetría Yodométrica – Método Indirecto

- Fundamentos
- Ataque Químicos
- Preparación de Soluciones y Reactivos
- Estandarización de las Soluciones Porcentuales y Normal
- Interferentes
- Procedimiento
- Cálculos y Expresión de Resultados
- QA/QC

### Plomo y Zinc por volumetría por EDTA – Método Complexométrico

- Fundamentos
- Ataque Químicos
- Preparación de Soluciones y Reactivos
- Estandarización de las Soluciones Porcentuales y Normal
- Interferentes
- Procedimiento
- Cálculos y Expresión de Resultados
- QA/QC

**Práctica en laboratorio: Análisis de Cu, Pb y Zn (Virtual)**

**Examen final**

#### IV. Análisis de minerales por absorción atómica

- Fundamentos de la espectroscopia atómica
- Espectros electromagnéticos.
- Propiedades de las ondas electromagnéticas.
- Términos empleados en espectroscopia de absorción.
- Ley Lambert y Beer.
- Calibración y optimización del equipo de absorción atómica.
- Descripción de un espectrofotómetro de absorción atómica: lámparas LCH, lámparas EDL, sistema atomizador: cámara de premezcla, tipos y usos de quemadores, tipos de flama, sistema óptico.
- Relaciones entre la absorción y la concentración.
- Ley de Lambert-Beer Términos empleados en espectroscopia de absorción Ley de Lambert-Beer. Calibración y optimización del equipo de absorción atómica.
- Determinación de cobre en muestras de minerales. Curvas de calibración. Manejo manual y automático.
- Interferencias analíticas en absorción atómica Interferencias espectrales, físicas, químicas.
- Determinación de zinc y plomo.
- Técnicas de trabajo en absorción atómica: Aumento y disminución de sensibilidad.

##### **Práctica en laboratorio - Equipo Perkin (Virtual)**

- Limpieza de accesorios del equipo (Antes y después de las lecturas).
- Verificación y optimización de equipo de absorción atómica EAA
- Preparación de curvas de calibración
- Lectura de muestras.
- Cálculos y resultados.

##### **Examen final**

#### V. Pruebas metalúrgicas

- Introducción a las pruebas metalúrgicas.
- Introducción a los modelos geometalúrgicos.
- Protocolos de pruebas de molienda (Teoría básica: Grado de molienda, cálculo de tamaño de bola y carga moledora, análisis granulométrico y velocidad crítica a nivel de laboratorio).
- Protocolos de pruebas de flotación (Teoría básica: Tipo, reactivos, parámetros de control).
- Pruebas de flotación en laboratorio Cu, Pb y Zn - Au y Ag.
- Protocolos de pruebas de sedimentación.
- Protocolos de pruebas de cianuración en botellas y columnas (Teoría básica: Diseño experimental para desarrollo de pruebas, controles críticos en el proceso).
- Protocolos de pruebas de precipitación de metales, a partir de soluciones cianuradas.
- Protocolos de pruebas de detoxificación de soluciones cianuradas.
- Cálculos básicos en pruebas metalúrgicas.

##### **Práctica en laboratorio (Virtual)**

##### **Examen final**

#### VI. Análisis de minerales por gravimetría

##### **Examen final**

#### VII. Análisis químico de Au por el método de retalla (Newmont)

##### **Examen final**

#### VIII. Análisis de Au y Ag en bullones, precipitados y en carbón activado

##### **Examen final**

#### IX. Validación de métodos de ensayo en el marco de la norma ISO/IEC 17025:2017

##### **Examen final**

## MODALIDAD

- ✓ El participante tendrá a su disposición un Aula Virtual (Acceso ilimitado), donde podrá ingresar por medio de un Usuario y Contraseña que se le enviará a su correo electrónico, en donde encontrará las herramientas necesarias, evaluaciones continuas para consolidar los conocimientos.
- ✓ Se facilitará la descarga del material académico, como diapositivas, normativas y recursos complementarios que siempre estará disponible en nuestra plataforma virtual.

## INFORMACIÓN GENERAL

- ✓ **Modalidad** : Virtual - Asíncrono
- ✓ **Duración** : 05 meses
- ✓ **Certificación** : Colegio de Ingenieros del Perú - CDLL y AMV Consultores.

*\*En el diploma no se menciona la modalidad de estudios.*



## EXPOSITORES



### Juan V. Salazar Jaime

Ingeniero Químico con 16 años de experiencia en Minería y otros rubros con posgrado en Ingeniería de la Calidad y Gestión Ambiental, con especialización en Sistemas de Gestión ISO/IEC 17025, ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001 en la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), Universidad Agraria la Molina (UNALM) y la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM). Experto Técnico en el Instituto Nacional de la Calidad (INACAL), Superintendente de Calidad y Mejora de Procesos - Corporación Copper Cave.

Con entrenamientos en Metrología Química en diferentes Institutos Nacionales de Metrología de la región, como el CENAM de México, INMETRO de Brasil, INM de Colombia, INTI de Argentina, entre otros.



### Erika Betsabeth Bustamante Aquino

Ingeniera Química con amplia experiencia en análisis de laboratorio en muestras ambientales y de minerales, análisis instrumentales, supervisión, manejo de personal y gestión de calidad.

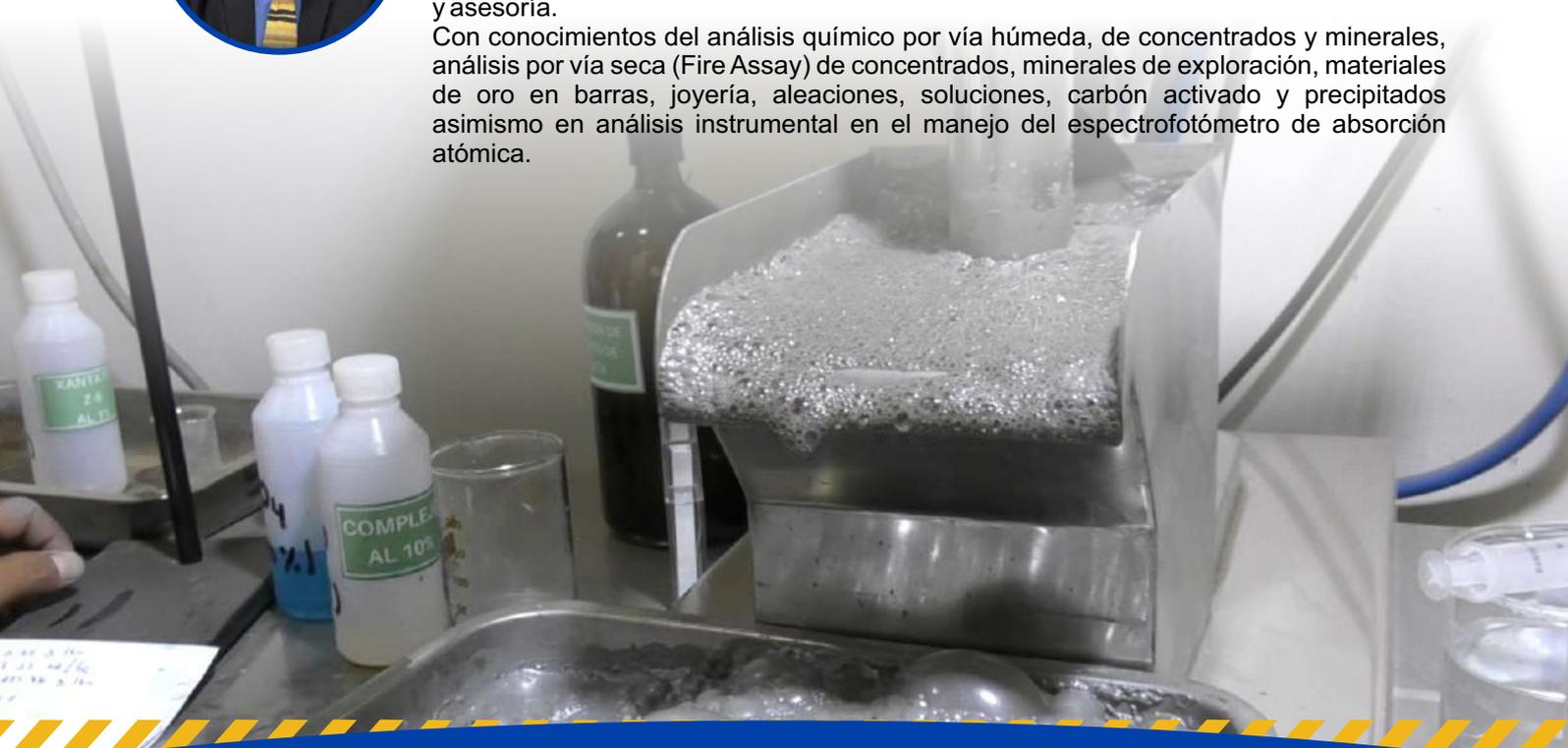
Experiencia en implementación y mantenimiento de la norma NTP ISO 17025 y participación como auditor interno, con conocimientos en sistemas de ISO 14000 e ISO 9000. Asesora en el desarrollo y ejecución de métodos de ensayos instrumentales, fisicoquímicos, medioambientales y geoquímicos, así como en implementación de sistemas de gestión de calidad. Inscrita en el padrón de evaluadores y expertos técnicos del INACAL-DA a partir del 26/11/2020 en los ensayos de Química Instrumental de Minerales.



### Victor Félix Canaza Álvarez

Licenciado Químico con amplia experiencia en áreas de control de Calidad, Laboratorios Químicos de ensayos de concentrados poli metálicos y Laboratorios de ensayos de minerales de exploración minera, capacitado para liderar equipos de personal bajo el criterio de eficiencia y calidad con aptitudes para realizar funciones de supervisor, jefatura y asesoría.

Con conocimientos del análisis químico por vía húmeda, de concentrados y minerales, análisis por vía seca (Fire Assay) de concentrados, minerales de exploración, materiales de oro en barras, joyería, aleaciones, soluciones, carbón activado y precipitados asimismo en análisis instrumental en el manejo del espectrofotómetro de absorción atómica.



## REQUISITOS DEL PARTICIPANTE

- ✓ Ficha de inscripción
- ✓ Copia simple de DNI
- ✓ Copia o imagen escaneada de ficha de matrícula o carné de estudiante (pregrado), bachiller, título profesional, según sea el caso.

## PASOS PARA INSCRIBIRSE

### PASO 1. Llene la ficha de inscripción

- ✓ Descargar la ficha de inscripción de nuestra página web [www.amvconsultoresperu.com](http://www.amvconsultoresperu.com), rellenarla con los datos solicitados y envíela junto al voucher de depósito escaneado (Paso 2) y los requisitos del participante al correo [info@amvconsultoresperu.com](mailto:info@amvconsultoresperu.com). Se le enviará un mensaje de confirmación indicando que su inscripción ha sido atendida.

### PASO 2. Pague los derechos académicos

- ✓ Deposite en la cuenta corriente en soles o dolares a nombre de **AMV CONSULTORES S.A.C.**

#### › Interbank

Soles: N°. 6003005365926      CCI: 003-600-003005365926-41  
Dólares: N°. 6003005365933      CCI: 003-600-003005365933-47

#### › VisaNet pago link

Tarjetas de crédito o débito

#### › Yape, Plin, Western Union, Paypal

Solicitar datos para envío



## ¿PORQUE ELEGIR AMV CONSULTORES?



Más de 10 años de experiencia en capacitaciones, auditorías e implementación SIG.



Tutoría permanente durante el programa de capacitación.



Staff de especialistas con experiencia 100% en campo.



Clases en vivo que quedan grabadas con acceso ilimitado.



Se facilitará las descargas de diapositivas y material complementario.

## ALGUNAS DE LAS EMPRESAS QUE TRABAJAN CON NOSOTROS



## CERTIFICACIÓN

Los participantes que hayan cumplido con los requisitos y evaluación del curso recibirán un diploma acreditado por el **Colegio de Ingenieros del Perú - CDLL** y **AMV Consultores S.A.C.** Con una duración de 384 horas académicas y 24 créditos. En el Diploma no se menciona la modalidad de estudios.



## INFORMES

Tel. 044 306991 | Cel. 983468139