



UES

Universidad Estatal de Sonora
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu

MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Evaluación de Yacimientos Minerales

Laboratorio

Programa Académico
Plan de Estudios
Fecha de elaboración
Versión del Documento

Ingeniería en Geociencias
2021
30/06/2025



Dra. Martha Patricia Patiño Fierro
Rectora

Mtra. Ana Lisette Valenzuela Molina
**Encargada del Despacho de la Secretaría
General Académica**

Mtro. José Antonio Romero Montaña
Secretario General Administrativo

Lic. Jorge Omar Herrera Gutiérrez
**Encargado de Despacho de Secretario
General de Planeación**

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN	4
IDENTIFICACIÓN	6
<i>Carga Horaria del alumno.....</i>	<i>6</i>
<i>Consignación del Documento.....</i>	<i>6</i>
MATRIZ DE CORRESPONDENCIA.....	6
NORMAS DE SEGURIDAD Y BUENAS PRÁCTICAS.....	7
<i>Reglamento general del laboratorio.....</i>	<i>8</i>
<i>Reglamento de uniforme</i>	<i>8</i>
<i>Uso adecuado del equipo y materiales.....</i>	<i>9</i>
<i>Manejo y disposición de residuos peligrosos</i>	<i>10</i>
<i>Procedimientos en caso de emergencia.....</i>	<i>11</i>
RELACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO POR ELEMENTO DE COMPETENCIA	8
PRÁCTICAS	3
FUENTES DE INFORMACIÓN	25
NORMAS TÉCNICAS APLICABLES	25
ANEXOS	27

INTRODUCCIÓN

Como parte de las herramientas esenciales para la formación académica de los estudiantes de la Universidad Estatal de Sonora, se definen manuales de práctica de laboratorio como elemento en el cual se define la estructura normativa de cada práctica y/o laboratorio, además de representar una guía para la aplicación práctica del conocimiento y el desarrollo de las competencias clave en su área de estudio. Su diseño se encuentra alineado con el modelo educativo institucional, el cual privilegia el aprendizaje basado en competencias, el aprendizaje activo y la conexión con escenarios reales.

Con el propósito de fortalecer la autonomía de los estudiantes, su pensamiento crítico y sus habilidades para la resolución de problemas, las prácticas de laboratorio integran estrategias didácticas como el aprendizaje basado en proyectos, el trabajo colaborativo, la experimentación guiada y el uso de tecnologías educativas. De esta manera, se promueve un proceso de enseñanza-aprendizaje dinámico, en el que los estudiantes no solo adquieren conocimientos teóricos, sino que también desarrollan habilidades prácticas y reflexivas para su desempeño profesional.

Señalar en este apartado brevemente los siguientes elementos según corresponda:

- **Propósito del manual**

El manual de prácticas de laboratorio para Ingeniería en Geociencias, brindará a los estudiantes una guía funcional que les permita ejecutar de manera autónoma y responsable todas las fases de sus actividades prácticas desde la planificación hasta la evaluación.

Además, clarifica procedimientos, normas de seguridad y objetivos de aprendizaje, facilitando la asimilación de conocimientos, el aprendizaje y el desarrollo de habilidades técnicas esenciales para su formación profesional.

- **Justificación de su uso en el programa académico**

El estudio de yacimientos minerales es un eje fundamental para la formación de profesionales en Geociencias. Este manual contribuye a la integración de conocimientos teóricos con la experiencia práctica en campo y laboratorio, fortaleciendo el pensamiento estratégico y la capacidad analítica del estudiante. Su uso permite alinear las prácticas con los estándares profesionales e internacionales, como la norma NI43-101, fomentando así un desempeño acorde con los requerimientos del sector minero.

- **Competencias a desarrollar**

- **Competencias blandas:** Habilidades transversales que se refuerzan en las prácticas, como:
 - Trabajo en equipo en actividades de interpretación geológica y toma de decisiones.
 - Comunicación efectiva oral y escrita mediante reportes técnicos y presentaciones.
 - Uso responsable y eficiente de tecnologías geológicas aplicadas (software de modelado, SIG, etc).
 - Pensamiento crítico para la solución de problemas aplicados a la exploración y evaluación de yacimientos.

- **Competencias disciplinares:** comprenden los conocimientos que permiten al estudiante identificar, analizar e interpretar procesos geológicos relacionados con la formación y evaluación de yacimientos minerales, como:
 - Aplicación de fundamentos teóricos sobre procesos de formación de yacimientos minerales.
 - Identificación y descripción de alteraciones hidrotermales, mineralogía de mena y texturas mineralizadas.
 - Elaboración e interpretación de modelos geológicos en 2D y 3D.
 - Análisis de datos geoquímicos, geológicos y estructurales para la estimación de recursos.

- **Competencias profesionales:** Aplicación de los conocimientos adquiridos en escenarios reales o simulados, en concordancia con el perfil de egreso del programa, como:
 - Evaluación técnica y económica de un yacimiento con base en estándares internacionales (NI43-101).
 - Construcción y validación de modelos geológico-mineros aplicables a la industria.
 - Integración de datos de exploración en escenarios reales o simulados para la toma de decisiones.
 - Desarrollo de propuestas fundamentadas para la explotación responsable y estratégica de recursos minerales.

IDENTIFICACIÓN

Nombre de la Asignatura		Evaluación de Yacimientos Minerales	
Clave	052CE017	Créditos	8
Asignaturas Antecedentes	042CP050 Ingeniería Económica 052CE018 Exploración de Yacimientos	Plan de Estudios	2021

Área de Competencia	Competencia del curso
Evaluar la viabilidad económica de las operaciones de exploración, explotación y procesamiento de minerales, para mantener las condiciones operativas apropiadas durante el desarrollo de las actividades de producción y cierre de minas, acordes de lo estipulado en la legislación minera, laboral, ambiental, las normas de seguridad industrial, dentro de los procesos administrativos en comunicación constante con la sociedad, con liderazgo y pensamiento estratégico	Evaluar reservas de yacimientos minerales, para apoyar el estudio de factibilidad económica de explotación, con base al modelo geológico y los métodos de cálculo de reservas minerales, asimismo a la normatividad ambiental, minera, laboral, y las especificaciones estipuladas en NI 43 101 canadiense, con pensamiento estratégico, analítico y trabajo en equipo, en trabajo de campo, laboratorio y gabinete de un proyecto minero.

Carga Horaria de la asignatura

Horas Supervisadas			Horas Independientes	Total de Horas
Aula	Laboratorio	Plataforma		
4	2	1	0	7

Consignación del Documento

Unidad Académica	Unidad Académica Hermosillo
Fecha de elaboración	30/06/2025
Responsables del diseño	Dr. David García Martínez M.C Perla Adelina Sánchez Medrano
Validación	
Recepción	Coordinación de Procesos Educativos

MATRIZ DE CORRESPONDENCIA

Señalar la relación de cada práctica con las competencias del perfil de egreso

PRÁCTICA	PERFIL DE EGRESO
<ol style="list-style-type: none"> 1. Muestreo e identificación de rocas y minerales de mena y ganga presentes en un yacimiento tipo. 2. Identificación y clasificación de alteraciones hidrotermales en muestras de mano. 3. Análisis de la asociación roca-alteración-mineralización. 4. Logueo, Correlación e Interpretación de Barrenos para el Modelado Geológico del Yacimiento. 5. Estimación, Evaluación Económica y Reporte Técnico de Recursos Minerales. 6. PRÁCTICA DE CAMPO: Reconocimiento Geológico y Muestreo Representativo para Estimación de Recursos 	<p>Efectuar estudios geológicos enfocados a la búsqueda de recursos minerales de interés económico, aplicando las técnicas de exploración geológica directa e indirecta, con responsabilidad y pensamiento estratégico que contribuyan a la definición del modelo geológico y evaluación del potencial económico de yacimientos minerales, implementando la logística y metodología pertinentes de exploración.</p> <p>Implementar métodos de explotación minera para realizar el proceso de extracción de un yacimiento mineral, seleccionando y diseñando con responsabilidad la alternativa idónea desde una perspectiva técnica, económica medioambiental, social y financiera; maximizando la productividad mediante el cálculo y uso de equipo minero de vanguardia.</p> <p>Determinar los parámetros de procesamiento metalúrgico de minerales a través de pruebas a nivel laboratorio que permitan, mediante la toma de decisiones, aplicarlos a nivel industrial de acuerdo con las necesidades del entorno, utilizando los fundamentos metalúrgicos y de diseño de plantas.</p> <p>Intervenir en los estudios de viabilidad económica de extracción y procesamiento metalúrgico de reservas minerales, utilizando un pensamiento estratégico con el fin de evaluar la factibilidad del proyecto de acuerdo con las técnicas de Ingeniería Económica y de evaluación de proyectos mineros.</p> <p>Supervisar las operaciones de exploración, explotación y procesamiento de minerales, para mantener las condiciones operativas apropiadas durante el desarrollo de las actividades de producción y cierre de minas, acordes a lo estipulado en la legislación minera, laboral, ambiental y las normas de seguridad industrial, dentro de los procesos administrativos en comunicación constante con la sociedad, con liderazgo y pensamiento estratégico.</p>

NORMAS DE SEGURIDAD Y BUENAS PRÁCTICAS

Reglamento general del laboratorio

Artículo 1. Normas obligatorias para el ingreso y permanencia al laboratorio.

- El docente deberá informar previamente al alumno sobre la práctica a realizar, incluyendo las medidas de seguridad correspondientes al uso del material y equipo.
- Todos los docentes deberán solicitar con anticipación el uso del laboratorio al encargado correspondiente.
- La cantidad máxima de alumnos permitidos por área de laboratorio es de 20. Cualquier incremento será responsabilidad del docente a cargo.
- Está estrictamente prohibido que el alumno ingrese o permanezca en el laboratorio sin la presencia de un docente o encargado.
- Durante cada práctica, los alumnos deberán mantener limpia y ordenada su área de trabajo.
- Es obligatorio que el alumno porte su credencial del IMSS y presente la constancia de vigencia correspondiente.

Artículo 2. El control de acceso.

- El ingreso al laboratorio deberá realizarse de manera ordenada, y dicho orden deberá mantenerse durante toda la práctica.
- El tiempo de tolerancia para el ingreso será determinado por el docente o el encargado del laboratorio.
- El estudiante deberá registrar su asistencia en la bitácora correspondiente al inicio de cada práctica, así como anotar su nombre en el equipo asignado que utilizará durante la sesión.
- El estudiante deberá cumplir con el 100% de asistencia a las prácticas de laboratorio durante el semestre.
- Está prohibido ingerir alimentos o bebidas dentro del laboratorio.

Reglamento de uniforme

Artículo 3. Equipo de Protección Personal (EPP) obligatorio para laboratorio.

- Bata de laboratorio permanentemente (Uso durante toda la sesión, incluso en actividades no experimentales).
- Zapato de seguridad o zapato cerrado permanentemente.
- Lentes de seguridad.
- Guantes de nitrilo (Cuando: Manipulación de reactivos, muestras geológicas con fluidos, o productos químicos).
- Cubrebocas o mascarilla de respiración (Cuando: Exposición a polvos minerales (sílice, asbesto), vapores ácidos o solventes volátiles).
- Mandil de protección (Cuando: se realice una manipulación de reactivos corrosivos (ácidos/álcalis concentrados), Operación de cortadora diamantada, pulidora de rocas o desbaste de núcleos).

Artículo 4. Equipo de Protección Personal (EPP) esencial para Prácticas de Campo.

- Casco de seguridad (Cuando: se realice una visita a un proyecto minero) para protección permanente contra caídas de rocas y otros materiales.
- Zapatos de campo con casquillo (punta de acero) o calzado de seguridad: Uso obligatorio durante toda la jornada.
- Chaleco reflejante: Uso obligatorio para alta visibilidad en zonas de tránsito vehicular, maquinaria y campo.
- Lentes de seguridad: Protección contra proyecciones de esquirlas durante la toma de muestras.
- Guantes resistentes (Cuando: durante la manipulación de rocas, herramientas o materiales con riesgo de corte o abrasión).
- Ropa adecuada: Pantalón resistente y camisa o camiseta de manga larga para minimizar la exposición al sol, fauna, vegetación abrasiva.
- Gorra o sombrero de ala ancha: Protección contra la exposición solar prolongada.

Artículo 5. Prohibiciones para laboratorio.

- Queda prohibido el uso de accesorios personales durante las prácticas de laboratorio. Esto incluye, pero no se limita a: anillos, pulseras, collares, gorras, sombreros y cualquier dispositivo electrónico no autorizado.
- El uso del teléfono celular estará estrictamente limitado a fines académicos, como la toma de fotografías necesarias para la práctica. Queda prohibido su uso con fines personales o recreativos, ya que puede generar distracciones y aumentar el riesgo de accidentes.
- El alumnado con cabello largo deberá mantenerlo recogido de forma segura durante su permanencia en el laboratorio según sea el caso de la práctica.
- No se permitirá el ingreso al laboratorio con vestimenta inadecuada, como ropa rota o rasgada, ya que puede representar un riesgo para la seguridad personal.

Uso adecuado del equipo y materiales

Artículo 6. Limpieza y orden al finalizar

- Al terminar la sesión, el estudiante debe dejar limpio su espacio de trabajo, lavar todo el material utilizado (como vidriería o instrumentos), secarlo y devolverlo al encargado del laboratorio o a su lugar designado.

Artículo 7. Desconexión de equipos eléctricos

- Todo equipo que no esté en uso debe permanecer desconectado de la línea de corriente eléctrica para prevenir riesgos de cortocircuitos, incendios o daños.

Artículo 8. Cierre de servicios básicos

- Al concluir la práctica, verifique que las llaves de gas y agua queden completamente cerradas, y asegúrese de que no existan fugas en conexiones o mangueras.

Manejo y disposición de residuos peligrosos

Artículo 9. Clasificación de residuos peligrosos

Todo residuo que por sus características físicas, químicas o biológicas represente un riesgo para la salud humana o el medio ambiente deberá ser clasificado como residuo peligroso. Esto incluye reactivos químicos, muestras contaminadas, materiales con metales pesados, ácidos, bases y solventes.

Artículo 10. Etiquetado y contención

Todos los residuos peligrosos deben ser depositados en recipientes debidamente identificados, resistentes, con tapa y etiqueta visible que especifique:

- Nombre del residuo
- Fecha de generación
- Área de procedencia
- Responsable de su manejo

Artículo 11. Separación y almacenamiento temporal

Los residuos deberán separarse por tipo (ácidos, bases, solventes, metales, etc.) y almacenarse únicamente en las áreas designadas para almacenamiento temporal. El acceso a estas áreas está restringido al personal autorizado.

Artículo 12. Manejo responsable

Los estudiantes y docentes deberán seguir los protocolos establecidos para la manipulación de sustancias peligrosas, incluyendo el uso obligatorio de equipo de protección personal (EPP) como guantes, gafas de seguridad, bata y mascarilla si es necesario.

Artículo 13. Capacitación

Todo el personal y alumnado que participe en prácticas con generación de residuos peligrosos deberá recibir capacitación básica en manejo seguro, identificación de riesgos, y rutas de evacuación en caso de emergencia.

Artículo 14. Disposición final

La recolección y disposición final de los residuos peligrosos será realizada únicamente por personal capacitado, en coordinación con el responsable del laboratorio y conforme a las normas ambientales vigentes (NOM-052-SEMARNAT-2005 u otras aplicables). Queda estrictamente prohibido verter residuos peligrosos en tarjas, coladeras o cualquier otro desagüe.

Artículo 15. Bitácora de residuos

Se deberá llevar un registro actualizado en la bitácora de residuos peligrosos, donde se indique tipo de residuo, cantidad generada, fecha, responsable y destino final.

Procedimientos en caso de emergencia

Artículo 16. Procedimientos en caso de Incendio

- Mantener la calma, suspender toda actividad y activar la alarma contra incendios.
- Si el fuego es incipiente y se cuenta con entrenamiento, utilizar un extintor adecuado (ABC) siguiendo la técnica PASS.
- Evacuar el laboratorio de inmediato, siguiendo las rutas de evacuación señaladas.
- No reingresar hasta que lo indique personal capacitado.
- Reportar el incidente al responsable del laboratorio y a la brigada de protección civil.

Artículo 17. Derrame de reactivos o sustancias químicas

- Notificar inmediatamente al docente o encargado.
- No intentar limpiar el derrame sin el equipo de protección personal (EPP) adecuado.
- Alejarse del área afectada y, de ser necesario, ventilar el área abriendo puertas o ventanas.
- El personal capacitado realizará la limpieza siguiendo los procedimientos de contención y neutralización.
- En caso de contacto con la piel u ojos, dirigirse a la regadera de emergencia o lavaojos.

Artículo 18. Contacto de ácidos u otras sustancias peligrosas con la piel

- Dirigirse de inmediato a la regadera de emergencia y enjuagar la zona afectada con abundante agua durante al menos 15 minutos.
- Retirar cuidadosamente la ropa contaminada sin frotar la piel.
- Avisar al docente o encargado para el registro del incidente y la atención médica si es necesaria.
- No aplicar cremas ni neutralizantes sin indicación médica.

Artículo 19. Irritación o quemadura ocular por contacto accidental (por tocarse los ojos tras manipular reactivos o rocas)

- Acudir inmediatamente al lavaojos y enjuagar ambos ojos con abundante agua durante al menos 15 minutos, manteniendo los párpados abiertos.
- Evitar frotarse los ojos.
- Informar al responsable del laboratorio y buscar atención médica si la irritación persiste.

Artículo 20. Caída de roca o material en el pie

- Informar inmediatamente al docente o encargado.
- En caso de golpe leve, aplicar primeros auxilios básicos (hielo, vendaje, etc.).
- Si hay herida abierta, inflamación severa o sospecha de fractura, suspender la práctica y acudir a un centro médico.
- Usar siempre calzado de seguridad para prevenir este tipo de incidentes.

Artículo 21. Inhalación de vapores o gases tóxicos

- Alejarse inmediatamente del área contaminada y dirigirse a un espacio ventilado.
- No intentar continuar con la práctica hasta que se disipe el gas y se indique que es seguro regresar.
- Si la persona presenta mareo, dolor de cabeza o dificultad para respirar, avisar al docente de inmediato y solicitar atención médica.
- Siempre trabajar con campanas de extracción activas cuando se usen reactivos volátiles.

RELACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO POR ELEMENTO DE COMPETENCIA

Elemento de Competencia al que pertenece la práctica	Elemento de Competencia I
	Interpretar los Modelos y procesos formadores generales de yacimientos minerales, a partir de la mineralogía de alteración, mena, texturas, estructura y los ambientes geológicos observados en campo o esquemas, a través del pensamiento estratégico, para comprender el origen y evolución de los yacimientos emplazados en los diferentes niveles de la corteza, con base en los procesos geológicos descritos

por diferentes autores.

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
Práctica No. 1	Muestreo e identificación de rocas y minerales de mena y ganga presentes en un yacimiento tipo.	Reconocer la litología y tipo de mineralización para establecer indicios del modelo del yacimiento mediante la observación directa de campo y muestras de mano en un contexto geológico-estructural desarrollando la atención al detalle y trabajo autónomo.
Práctica No. 2	Identificación y clasificación de alteraciones hidrotermales en muestras de mano.	Identificar y clasificar las alteraciones hidrotermales con la finalidad de interpretar los procesos mineralizantes usando propiedades visuales y herramientas básicas de identificación en campo o laboratorio fortaleciendo el pensamiento crítico.
Práctica No. 3	Análisis de la asociación roca-alteración-mineralización.	Relacionar el tipo de roca, la alteración y la mena para inferir el ambiente formador del yacimiento a partir de análisis comparativos e interpretación de relaciones paragenéticas en esquemas geológicos básicos reforzando la capacidad analítica y trabajo colaborativo.

Elemento de Competencia al que pertenece la práctica	Elemento de Competencia II
	Desarrollar un modelo geológico con base en los datos obtenidos o proporcionados por el facilitador a partir de las observaciones macroscópicas y microscópicas, haciendo análisis de problemas, e interpretando leyes minerales alteración estructuras, profundidad de la distribución de elementos económicos ocurridos en la formación de yacimientos, para compararlos con los modelos geológicos, y sus condiciones de formación.

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
----------	--------	-------------

Práctica No. 4	Logeo, Correlación e Interpretación de Barrenos para el Modelado Geológico del Yacimiento	Interpretar e integrar información geológica proveniente de barrenos (litología, alteración, mineralización y estructuras) para construir secciones geológicas e inferir un modelo conceptual de yacimiento, desarrollando pensamiento técnico, razonamiento espacial, capacidad de síntesis y liderazgo en la toma de decisiones en exploración minera.
----------------	---	--

Elemento de Competencia al que pertenece la práctica	Elemento de Competencia III Evaluar el modelo de yacimiento a partir de acuerdo a la Norma Internacional canadiense NI43-101 para establecer si el yacimiento es económicamente explotable.
---	---

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
Práctica No. 5	Estimación, Evaluación Económica y Reporte Técnico de Recursos Minerales	Aplicar herramientas técnicas y normativas para estimar recursos minerales, evaluar preliminarmente su viabilidad económica y redactar un reporte técnico estructurado bajo estándares internacionales, desarrollando pensamiento estratégico, responsabilidad ética y comunicación profesional.
Práctica No. 3	PRÁCTICA DE CAMPO: Reconocimiento Geológico y Muestreo Representativo para Estimación de Recursos	Aplicar técnicas básicas de reconocimiento geológico, levantamiento estructural y muestreo representativo en campo, para recolectar información útil en la estimación de recursos minerales, desarrollando habilidades de observación, registro sistemático y ética profesional en el trabajo de exploración.



UES

Universidad Estatal de Sonora
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu

PRÁCTICAS

NOMBRE DE LA PRÁCTICA 1.	Muestreo e identificación de rocas y minerales de mena y ganga presentes en un yacimiento tipo.
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Reconocer la litología y tipo de mineralización para establecer indicios del modelo del yacimiento mediante la observación directa de campo y muestras de mano en un contexto geológico-estructural desarrollando la atención al detalle y trabajo autónomo.

FUNDAMENTO TEÓRICO

La identificación de rocas y minerales en un yacimiento constituye una actividad fundamental en la exploración y caracterización de depósitos minerales. Las asociaciones litológicas y mineralógicas, tanto de mena como de ganga, son el resultado directo de los procesos geológicos que controlan la génesis, evolución y emplazamiento de los cuerpos mineralizados (Guilbert & Park, 1986).

Los yacimientos minerales pueden clasificarse en función de su origen (magmático, sedimentario, metamórfico o hidrotermal), y cada tipo presenta características que pueden ser reconocidas a través del estudio de las litologías y minerales presentes. Las rocas encajonantes, además de constituir el medio físico en el cual se aloja la mineralización, pueden influir en los estilos de alteración, las condiciones geoquímicas y la geometría del yacimiento, siendo elementos clave para el desarrollo de modelos de exploración (Robb, 2005).

Los minerales de mena, son aquellos que tienen valor económico recuperables mediante procesos metalúrgicos, como la galena (PbS), esfalerita (ZnS), calcopirita (CuFeS₂), entre otros, se encuentran comúnmente asociados a minerales de ganga (cuarzo, calcita, dolomita, sericita, clorita, etc.), los cuales, aunque carecen de valor económico, proporcionan información valiosa sobre las condiciones físico-químicas del sistema mineralizante. La distribución espacial y paragénesis de estos minerales permiten inferir aspectos como la zonación mineralógica, las secuencias de cristalización, y la evolución del sistema hidrotermal (Craig & Vaughan, 1990).

El muestreo geológico de campo, como fase inicial, debe cumplir con criterios de representatividad, control espacial y sistematicidad. La correcta recolección de muestras, junto con su descripción macroscópica y documentación (coordenadas, contexto litológico, observaciones estructurales), garantiza la calidad de los datos que posteriormente serán utilizados en estudios petrográficos, geoquímicos o de modelado 3D. Asimismo, la aplicación de criterios de reconocimiento litológico (textura, color, estructura, composición mineralógica) y mineralógico (hábito, dureza, brillo, raya, efervescencia, etc.) permite establecer una primera interpretación del modelo del yacimiento, reforzando competencias técnicas esenciales para el desempeño profesional en geología económica (Evans, 1993).

El análisis e identificación de rocas y minerales en un contexto geológico-estructural representa una actividad transversal que integra conocimientos de petrología, mineralogía, geología estructural y metalogenia, y que permite al estudiante desarrollar habilidades de observación, análisis crítico y trabajo autónomo orientado a la resolución de problemas en escenarios reales de exploración geológica.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

Material/Equipo	Cantidad
Equipo de campo:	
Martillo geológico (pica)	1 por estudiante
Lupa de mano 10x	1 por estudiante
Brújula	1 por estudiante o equipo.
mapa topográfico	1 por estudiante o equipo.
GPS	1 por estudiante o equipo.
Bolsas plásticas con etiqueta para muestras	10 (mínimo) por estudiante o equipo.
Libreta de campo	1 por estudiante
Lápices, colores y marcadores	1 por estudiante
Cámara fotográfica o celular con buena resolución	1 por estudiante o equipo.
Equipo de laboratorio:	
Muestras de mano	3 – 5 por estudiante o equipo
Microscopio petrológico	1 por estudiante o equipo.
Balanzas	1 por estudiante o equipo.
Navaja o rayador	1 por estudiante o equipo.
Ácido clorhídrico al 10%	1 por estudiante o equipo.

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

1. Revisión bibliográfica y cartográfica del área de estudio

- Consultar mapas geológicos, topográficos y reportes previos.
- Identificar unidades litológicas y estructuras relevantes.

2. Planeación del muestreo

- Definir objetivos específicos del muestreo (reconocimiento, clasificación litológica, identificación de mena/ganga).
- Determinar cantidad de muestras y puntos de muestreo representativos.
- Verificar que el equipo de campo esté completo y funcional.

3. Ubicación y reconocimiento del sitio

- Llegar al área de trabajo, utilizando el GPS o mapa topográfico.
- Realizar una caminata de reconocimiento para delimitar las unidades litológicas y zonas mineralizadas.

4. Descripción del contexto geológico

- Registrar en la libreta de campo las litologías presentes, estructuras visibles (fallas, fracturas, vetas) y alteraciones hidrotermales.
- Tomar fotografías de afloramientos y zonas clave con escala.

5. Toma de muestras representativas

- Utilizar el martillo geológico (pica) para tomar muestras de roca o esquirlas.
- Elegir muestras que representen tanto la roca encajonante como la mineralización y su ganga asociada.
- Etiquetar cada muestra con código único (Ej. E1-M001) incluyendo coordenadas, tipo de roca, tipo de mineralización.

- Anotar: color, textura, estructura, mineralogía visible, orientación estructural (rumbo/buzamiento si aplica), tipo de alteración.
- Colocar cada muestra en bolsa individual con etiqueta visible.

6. Observación con lupa o microscopio petrológico.

- Identificar minerales presentes en base a características macroscópicas (color, hábito, brillo, raya, clivaje, dureza estimada).
- Distinguir minerales de mena y ganga con base en su aspecto y propiedades físicas.
- Prueba de efervescencia con HCl al 10% para carbonatos.
- Para cada muestra: incluir una fotografía, nombre propuesto, características litológicas, minerales presentes, observaciones relevantes.

7. Análisis e interpretación geológica preliminar

- Relacionar las muestras con el contexto estructural.
- Formular hipótesis sobre el tipo de yacimiento o sistema mineralizante presente.
- Comparar con modelos de depósitos conocidos.

RESULTADOS ESPERADOS

1. Toma de muestras representativas de rocas y minerales (mena y ganga) correctamente etiquetadas.
2. Registro detallado de: ubicación (coordenadas), litología, mineralización visible, estructuras geológicas y alteraciones.
3. Descripción de los principales minerales de mena y ganga presentes en las muestras.
4. Clasificación de las rocas encajonantes (ígnea, sedimentaria o metamórfica) y sus características texturales.
5. Análisis preliminar del modelo de yacimiento con base en la litología, mineralogía y contexto estructural.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Preguntas o guías para la interpretación de los datos:

1. ¿Qué tipos de mena y ganga predominan?
2. ¿Qué asociaciones mineralógicas se repiten?
3. ¿Qué tipo de alteración está presente?
4. ¿Qué modelo de yacimiento es más probable? Justifique.
5. ¿Las muestras presentan alguna zonación mineralógica?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

La práctica permitirá aplicar conocimientos teóricos en un entorno real, desarrollando habilidades para el reconocimiento litológico y mineralógico en campo. A través del muestreo sistemático y la identificación de mena y ganga, se fortalecerá la capacidad de interpretar el contexto geológico-estructural y proponer un modelo preliminar de yacimiento.

Se concluye que una correcta descripción de rocas y minerales aporta información clave sobre los procesos formadores del depósito y permite generar hipótesis bien fundamentadas para la exploración. Esta experiencia refuerza competencias esenciales para el ejercicio profesional del Ing. En Geociencias en el área de exploración y evaluación de recursos minerales.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Elaboración de una columna estratigráfica con presencia de zonas mineralizadas.
- Dibujo esquemático de la estructura del yacimiento observado.
- Análisis de entorno geológico-estructural.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE		
Criterios de evaluación	Criterio de evaluación asignado por el facilitador.	
	Se sugiere:	
	Criterio	%
	Descripción completa de muestras	25%
	Identificación correcta de mena/ganga	20%
	Interpretación Geológico - Estructural	25%
	Participación activa en campo	15%
	Reporte de la práctica	15%
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Reporte de Prácticas en General Rubrica de práctica de laboratorio	
Formatos de reporte de prácticas	Anexo 17: Formato de reporte de práctica de laboratorio	

NOMBRE DE LA PRÁCTICA 2.	Identificación y clasificación de alteraciones hidrotermales en muestras de mano
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Identificar y clasificar las alteraciones hidrotermales con la finalidad de interpretar los procesos mineralizantes usando propiedades visuales y herramientas básicas de identificación en campo o laboratorio fortaleciendo el pensamiento crítico.

FUNDAMENTO TEÓRICO

Las alteraciones hidrotermales son procesos de modificación mineralógica, textural y química de las rocas, causados por la circulación de fluidos calientes ricos en elementos disueltos, usualmente de origen magmático o meteórico, a lo largo de fracturas, zonas de cizalla y contactos litológicos. Estos procesos se relacionan estrechamente con la génesis del yacimiento, particularmente en ambientes hidrotermales, donde las soluciones mineralizantes interactúan con la roca encajonante, provocando la disolución de minerales originales y la precipitación de nuevas fases minerales estables en las condiciones del sistema (Guilbert & Park, 1986; Corbett & Leach, 1998).

Cada tipo de alteración hidrotermal muestra condiciones físico-químicas particulares del fluido (temperatura, pH, estado redox, composición) y puede ser reconocida por la presencia de minerales indicadores.

Entre las alteraciones más comunes se encuentran:

- **Alteración potásica:** se caracteriza por el reemplazo de feldspatos y biotita por ortoclasa, sericita y, ocasionalmente, magnetita. Es típica de zonas profundas en sistemas tipo pórfido cuprífero.
- **Alteración filica (sericitica):** dominada por sericita, cuarzo y piritita, ocurre a temperaturas intermedias y es común en halos alrededor de mineralización principal.
- **Alteración argílica:** marcada por el desarrollo de arcillas como caolinita, illita y alunita; es típica de ambientes ácidos y superficiales, como en sistemas epitermales de alta sulfuración.
- **Alteración propilitica:** caracterizada por clorita, epidota, calcita y albita, ocurre en zonas periféricas de sistemas hidrotermales.
- **Alteración silícea:** producto de la adición o removilización de sílice, formando venas, stockworks o silicificación masiva.

La identificación de estos tipos de alteración se basa en el análisis visual en el afloramiento o en muestras de mano, observando cambios de color, textura, mineralogía, presencia de venillas o patrones zonales. Estas observaciones pueden complementarse con la efervescencia con ácido clorhídrico (para carbonatos o alunita) o pruebas de dureza y raya.

El reconocimiento e interpretación de las alteraciones hidrotermales es una herramienta crítica en la exploración geológica, ya que permite comprender el diseño del sistema hidrotermal, reconstruir la evolución tectónica y delimitar zonas con potencial económico.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

Material/Equipo	Cantidad
Equipo de campo:	
Martillo geológico (pica)	1 por estudiante
Lupa de mano 10x	1 por estudiante
Brújula	1 por estudiante o equipo.
mapa topográfico	1 por estudiante o equipo.
GPS	1 por estudiante o equipo.
Bolsas plásticas con etiqueta para muestras	10 (mínimo) por estudiante o equipo.
Libreta de campo	1 por estudiante
Lápices, colores y marcadores	1 por estudiante
Cámara fotográfica o celular con buena resolución	1 por estudiante o equipo.
Equipo de laboratorio:	
Muestras de mano	3 – 5 por estudiante o equipo
Microscopio petrológico	1 por estudiante o equipo.
Balanzas	1 por estudiante o equipo.
Navaja o rayador	1 por estudiante o equipo.
Ácido clorhídrico al 10%	1 por estudiante o equipo.
Guía de identificación mineralógica y litológica	1 por estudiante o equipo.

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

1. Revisión bibliográfica y cartográfica del área de estudio

- Consultar mapas geológicos, topográficos y reportes previos.
- Identificar unidades litológicas y estructuras relevantes.

2. Planeación del muestreo

- Definir objetivos específicos del muestreo (reconocimiento, clasificación litológica, identificación de alteraciones).
- Determinar cantidad de muestras y puntos de muestreo representativos.
- Verificar que el equipo de campo esté completo y funcional.

3. Ubicación y reconocimiento del sitio

- Llegar al área de trabajo, utilizando el GPS o mapa topográfico.
- Realizar una caminata de reconocimiento para delimitar las unidades litológicas y zonas mineralizadas.
- Registrar en la libreta de campo las litologías presentes, estructuras visibles (fallas, fracturas, vetas) y alteraciones hidrotermales.
- Tomar fotografías de afloramientos y zonas clave con escala.
- Utilizar el martillo geológico (pica) para tomar muestras de roca o esquirlas.
- Elegir muestras que representen tanto la roca encajonante como la mineralización y su ganga asociada.
- Etiquetar cada muestra con código único (Ej. E1-M001) incluyendo coordenadas, tipo de roca, tipo de mineralización.
- Anotar: color, textura, estructura, mineralogía visible, orientación estructural (rumbo/buzamiento si aplica), tipo de alteración.
- Colocar cada muestra en bolsa individual con etiqueta visible.

4. Observación con lupa o microscopio petrológico.

- Identificar minerales presentes en base a características macroscópicas (color, hábito, brillo, raya, clivaje, dureza estimada).
- Distinguir alteraciones con base en su aspecto y propiedades físicas.
- Prueba de efervescencia con HCl al 10%.
- Para cada muestra identificar la presencia de minerales guía:
 - ✓ Sericita, cuarzo, pirita → Alteración filica
 - ✓ Alunita, caolinita, jarosita → Alteración argílica avanzada
 - ✓ Clorita, epidota, calcita → Alteración propilítica
 - ✓ Ortoclasa, biotita, magnetita → Alteración potásica
 - ✓ Cuarzo masivo → Silicificación

5. Análisis e interpretación geológica preliminar

- Relacionar las muestras con el contexto estructural.
- Identificar posibles relaciones espaciales (zonación), secuencias temporales (superposición) o implicaciones metalogénicas.
- Formular hipótesis sobre el tipo de yacimiento o sistema mineralizante presente.
- Comparar con modelos de depósitos conocidos.

RESULTADOS ESPERADOS

- Identificación en muestra de mano de minerales guía asociados a distintos tipos de alteración (sericita, clorita, alunita, epidota, etc.).
- Clasificación correcta del tipo de alteración presente en cada muestra (potásica, propilítica, filica, argílica, silíceo).
- Reconocimiento de posibles zonas de alteración hidrotermal.
- Interpretación preliminar del ambiente geológico y modelo de mineralización asociado a las alteraciones observadas.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Preguntas o guías para la interpretación de los datos:

1. ¿Qué tipo(s) de alteración predomina(n) en las muestras observadas?
2. ¿Qué minerales indican cada tipo de alteración?
3. ¿Qué implicaciones tiene cada tipo de alteración para la presencia de mineralización metálica?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

La práctica permitirá al estudiante, identificar, describir y clasificar alteraciones hidrotermales, reconociendo su valor como herramienta diagnóstica en la exploración geológica. La observación de minerales indicadores y su asociación con tipos de alteración facilitará la interpretación preliminar de procesos mineralizantes y posibles modelos de yacimiento.

Asimismo, se fortalecerán habilidades clave como la atención al detalle, el análisis crítico y la integración de conocimientos teóricos. Estas competencias son fundamentales en la formación del Ing. en Geociencias, especialmente en contextos de exploración de recursos minerales.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Elaborar una tabla comparativa entre los diferentes tipos de alteración hidrotermal.
- Dibujo o esquema de zonación típica en un sistema pórfido.

- Cuestionario de análisis de alteraciones y modelos genéticos.
- Interpretación de muestras desconocidas a partir de fotos o láminas.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE													
Criterios de evaluación	<p>Criterio de evaluación asignado por el facilitador.</p> <p>Se sugiere:</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Criterio</th> <th style="text-align: center;">%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Descripción completa de muestras</td> <td style="text-align: center;">25%</td> </tr> <tr> <td>Clasificación de tipos de alteración</td> <td style="text-align: center;">20%</td> </tr> <tr> <td>Interpretación Geológico - Estructural</td> <td style="text-align: center;">25%</td> </tr> <tr> <td>Análisis e interpretación geológica</td> <td style="text-align: center;">15%</td> </tr> <tr> <td>Reporte de la práctica</td> <td style="text-align: center;">15%</td> </tr> </tbody> </table>	Criterio	%	Descripción completa de muestras	25%	Clasificación de tipos de alteración	20%	Interpretación Geológico - Estructural	25%	Análisis e interpretación geológica	15%	Reporte de la práctica	15%
Criterio	%												
Descripción completa de muestras	25%												
Clasificación de tipos de alteración	20%												
Interpretación Geológico - Estructural	25%												
Análisis e interpretación geológica	15%												
Reporte de la práctica	15%												
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	<p>Reporte de Prácticas en General</p> <p>Rubrica de práctica de laboratorio</p>												
Formatos de reporte de prácticas	Anexo 17: Formato de reporte de práctica de laboratorio												

NOMBRE DE LA PRÁCTICA 3.	Análisis de la asociación roca-alteración-mineralización
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Relacionar el tipo de roca, la alteración y la mena para inferir el ambiente formador del yacimiento a partir de análisis comparativos e interpretación de relaciones paragenéticas en esquemas geológicos básicos reforzando la capacidad analítica y trabajo colaborativo.

FUNDAMENTO TEÓRICO

El análisis de la asociación entre roca, alteración y mineralización permite interpretar el contexto geológico en el que se originan los yacimientos minerales. Esta relación no es aleatoria, sino el reflejo de un sistema mineralizante donde los fluidos hidrotermales interactúan con la roca encajonante, modifica su mineralogía original (alteración) y precipitan minerales metálicos (mena) bajo condiciones específicas.

Las características de la roca hospedante influyen en el tipo de alteración hidrotermal, que puede variar desde potásica hasta propilítica, argílica o filica, cada una con minerales indicadores que permiten su reconocimiento. A su vez, la mineralización metálica asociada (como calcopirita, pirita, galena o molibdenita) guarda estrecha relación espacial y temporal con dichas alteraciones.

Estudiar esta asociación ayuda a establecer esquemas paragenéticos, reconocer zonaciones y deducir el modelo genético del yacimiento, como los sistemas tipo pórfido, epitermal o skarn. Esta práctica integra observación mineralógica, interpretación geoquímica y análisis contextual, fortaleciendo la capacidad del estudiante para vincular teoría y evidencia en la exploración geológica.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

Material/Equipo	Cantidad
Equipo de campo:	
Martillo geológico (pica)	1 por estudiante
Lupa de mano 10x	1 por estudiante
Brújula	1 por estudiante o equipo.
mapa topográfico	1 por estudiante o equipo.
GPS	1 por estudiante o equipo.
Bolsas plásticas con etiqueta para muestras	10 (mínimo) por estudiante o equipo.
Libreta de campo	1 por estudiante
Lápices, colores y marcadores	1 por estudiante
Cámara fotográfica o celular con buena resolución	1 por estudiante o equipo.
Equipo de laboratorio:	
Muestras de mano	3 – 5 por estudiante o equipo
Microscopio petrológico	1 por estudiante o equipo.
Balanzas	1 por estudiante o equipo.
Navaja o rayador	1 por estudiante o equipo.
Ácido clorhídrico al 10%	1 por estudiante o equipo.
Guías mineralógicas y diagramas paragenéticos de distintos modelos de yacimientos	1 por estudiante o equipo.

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

1. Revisión bibliográfica y cartográfica del área de estudio

- Consultar las principales asociaciones roca–alteración–mena de modelos conocidos (pórfidos, epitermales, skarns, etc.).
- Identificar unidades litológicas, tipo de alteración hidrotermal, minerales de mena presentes (sulfosales, óxidos, sulfuros, etc.).
- Definir objetivos específicos del muestreo (reconocimiento, clasificación litológica, identificación de alteraciones).
- Determinar cantidad de muestras y puntos de muestreo representativos.
- Verificar que el equipo de campo esté completo y funcional.

2. Observación con lupa o microscopio petrológico.

- Determinar la relación entre litología, tipo de alteración y mena (ej. roca intrusiva con alteración potásica y calcopirita).
- Construir una posible secuencia paragenética.
- Identificar en los modelos de yacimiento probables y ubicar espacialmente las zonas más favorables para mineralización.

RESULTADOS ESPERADOS

- Identificación precisa del tipo de roca, alteración y mineral de mena en cada muestra.
- Establecimiento de relaciones lógicas entre roca–alteración–mena.
- Construcción de esquemas de secuencia paragenética coherentes.
- Inferencia del tipo de sistema mineralizante basado en la asociación observada.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Preguntas o guías para la interpretación de los datos:

1. ¿Qué asociaciones roca–alteración–mena se repiten?
2. ¿Se puede establecer una zonación vertical o lateral del sistema?
3. ¿Qué tipo de ambiente mineralizante es más probable con base en la evidencia?
4. ¿Qué implicaciones tiene esto para la exploración geológica?
5. ¿Qué limitaciones tuvo el análisis?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

La práctica permitirá integrar las observaciones litológicas, mineralógicas y de alteración para establecer relaciones paragenéticas en muestras de mano. Se concluye que la asociación roca–alteración–mena es clave para interpretar los procesos formadores de yacimientos y que su análisis sistemático refuerza la capacidad analítica del Ing. en Geociencias, especialmente en la exploración minera.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Interpretación de fotografías o cortes geológicos con asociaciones conocidas.
- Construcción de diagramas de zonación de un sistema tipo pórfido.
- Investigación comparativa de modelos de yacimientos.
- Simulación de muestreo y correlación geológica.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	Criterio de evaluación asignado por el facilitador.												
	Se sugiere:												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Criterio</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Identificación correcta de roca, alteración y mena</td> <td>25%</td> </tr> <tr> <td>Análisis e interpretación paragenética</td> <td>20%</td> </tr> <tr> <td>Inferencia del ambiente mineralizante</td> <td>25%</td> </tr> <tr> <td>Análisis e interpretación geológica</td> <td>15%</td> </tr> <tr> <td>Reporte de la práctica</td> <td>15%</td> </tr> </tbody> </table>	Criterio	%	Identificación correcta de roca, alteración y mena	25%	Análisis e interpretación paragenética	20%	Inferencia del ambiente mineralizante	25%	Análisis e interpretación geológica	15%	Reporte de la práctica	15%
	Criterio	%											
	Identificación correcta de roca, alteración y mena	25%											
Análisis e interpretación paragenética	20%												
Inferencia del ambiente mineralizante	25%												
Análisis e interpretación geológica	15%												
Reporte de la práctica	15%												
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Reporte de Prácticas en General Rubrica de práctica de laboratorio												
Formatos de reporte de prácticas	Anexo 17: Formato de reporte de práctica de laboratorio												

NOMBRE DE LA PRÁCTICA 4.	Logueo, Correlación e Interpretación de Barrenos para el Modelado Geológico del Yacimiento
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Interpretar e integrar información geológica proveniente de

barrenos (litología, alteración, mineralización y estructuras) para construir secciones geológicas e inferir un modelo conceptual de yacimiento, desarrollando pensamiento técnico, razonamiento espacial, capacidad de síntesis y liderazgo en la toma de decisiones en exploración minera.

FUNDAMENTO TEÓRICO

La exploración geológica de yacimientos minerales requiere de un conjunto de metodologías integradas que permiten obtener, analizar e interpretar información directa del subsuelo. Estas metodologías comprenden el logueo geológico de barrenos, la correlación de zonas de alteración y mineralización, la construcción de secciones geológicas bidimensionales y, finalmente, la elaboración de un modelo geológico conceptual del yacimiento. Cada una representa un eslabón clave en el proceso de caracterización geológica y evaluación de potencial económico.

El logueo geológico es el punto de partida. Consiste en la descripción sistemática y detallada del material recuperado por perforación, ya sea mediante núcleos (perforación diamantina) o detritos (circulación inversa), con el objetivo de registrar características litológicas, estructurales, mineralógicas y geotécnicas del subsuelo. En este proceso se identifican tipos de roca, texturas, alteraciones hidrotermales, minerales mena y ganga, estructuras como vetas o fallas, así como parámetros técnicos como el porcentaje de recuperación y el índice de calidad de la roca (RQD). Estos datos deben recolectarse bajo criterios estandarizados definidos por códigos internacionales como JORC, NI 43-101 o SAMREC, que garantizan trazabilidad, objetividad y confiabilidad.

Una vez logueados los barrenos, se procede a la correlación geológica, que permite vincular registros de diferentes perforaciones dispuestas sobre una misma sección. Esta técnica posibilita reconocer la continuidad lateral y vertical de las unidades litológicas, zonas de alteración y cuerpos mineralizados, lo que resulta esencial para definir su geometría y comportamiento espacial. La correlación geológica revela controles litológicos o estructurales sobre la mineralización y permite visualizar patrones repetitivos que orientan la interpretación del sistema geológico-mineralizante.

Con la información previamente organizada y correlacionada, se construyen las secciones geológicas bidimensionales, representaciones verticales del subsuelo que integran la distribución de litologías, estructuras (fallas, pliegues, vetas), zonas de alteración hidrotermal y cuerpos mineralizados. Estas secciones permiten visualizar el sistema geológico en profundidad, establecer contactos geológicos, inferir relaciones estructurales y estimar la geometría del yacimiento. Su elaboración requiere razonamiento espacial, dominio técnico en representación gráfica y comprensión de los procesos geológicos que controlan la mineralización.

Finalmente, la integración de todos los datos obtenidos y representados se sintetiza en la elaboración de un modelo geológico conceptual del yacimiento, una representación interpretativa que explica la génesis, disposición espacial y evolución del depósito mineral. Este modelo es fundamental para estimar recursos, planificar campañas de perforación adicionales y diseñar estrategias de explotación minera. Integra aspectos litológicos, estructurales, alteraciones hidrotermales, secuencias paragenéticas y distribución de mena y ganga, lo que lo convierte en una herramienta esencial para la toma de decisiones en geología económica.

Desde el punto de vista formativo, estas prácticas integradas permiten desarrollar en los estudiantes competencias técnicas y cognitivas clave: atención al detalle, sistematización de datos, razonamiento espacial, interpretación estructural, síntesis de información geológica y comunicación técnica. Además, promueven habilidades blandas como la organización, la colaboración en equipos

multidisciplinarios, el liderazgo técnico y la toma de decisiones informadas en escenarios reales de exploración y evaluación minera.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

Material/Equipo	Cantidad
Núcleos de perforación o registros litológicos	5 – 10 cajas por equipo
Plantillas de logueo y corte geológico	1 por estudiante o equipo.
Lupa de mano 10x	1 por estudiante o equipo.
Guías de identificación de minerales y tipos de alteración	1 por estudiante o equipo.
Lápices de colores, regla, escuadra, compás	1 por estudiante o equipo
Microscopio estereoscópico y petrográfico (si aplica)	1 por estudiante o equipo
Software geológico (Leapfrog, AutoCAD, ArcGIS, etc.)	Opcional
Simbología geológica estandarizada	1 por estudiante o equipo

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

- **Etapa 1: Logueo Geológico**
 - Observar núcleos de perforación.
 - Registrar por tramos los siguientes datos:
 - ✓ Litología, textura, color, estructura.
 - ✓ Tipo de alteración y minerales asociados.
 - ✓ Presencia de mena y ganga.
 - ✓ Estimación de recuperación (RQD).
 - ✓ Observaciones estructurales y geotécnicas.
 - ✓ Completar fichas de logueo.
 - ✓ Representar gráficamente cada barreno (columna litológica).
- **Etapa 2: Correlación entre Barrenos**
 - Alinear gráficamente los barrenos sobre una sección.
 - Correlacionar unidades litológicas, zonas de alteración y mineralización.
 - Representar cuerpos mineralizados y estructuras geológicas (fallas, pliegues).
 - Analizar patrones de continuidad, controles estructurales y distribución espacial.
- **Etapa 3: Construcción de Secciones Geológicas**
 - Trazar el perfil topográfico y ubicar los barrenos.
 - Integrar todos los registros en una sola sección geológica interpretativa.
 - Representar litologías, estructuras y mineralización con códigos y simbología.
- **Etapa 4: Modelado Geológico Conceptual**
 - Sistematizar la información recolectada.
 - Elaborar cortes, esquemas de zonación y evolución geológica del sistema.
 - Proponer un modelo conceptual del yacimiento con:
 - Tipo de depósito.
 - Geometría e inferencia estructural.

- Zonación de alteración y mineralización.

RESULTADOS ESPERADOS

- Registros de logueo completos por barreno.
- Correlación técnica entre barrenos representada gráficamente.
- Sección geológica bidimensional interpretativa.
- Modelo geológico conceptual del yacimiento.
- Informe técnico que integra todas las etapas.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Preguntas o guías para la interpretación de los datos:

1. ¿Qué unidades litológicas dominan los registros?
2. ¿Qué patrones de alteración y mineralización se reconocen?
3. ¿Qué tipo de controles geológicos (estratigráficos, estructurales) se identifican?
4. ¿Qué continuidad presenta la mineralización en sección?
5. ¿Qué tipo de yacimiento se interpreta y qué evidencias lo sustentan?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

La práctica integrada permitió desarrollar habilidades clave en exploración geológica: desde la descripción sistemática de núcleos hasta la interpretación espacial y modelación de cuerpos mineralizados. A través de técnicas gráficas, correlación litológica y razonamiento estructural, se construyó un modelo conceptual fundamentado del yacimiento.

Esta actividad fomenta la aplicación de metodologías profesionales en contextos reales, desarrollando la capacidad de tomar decisiones informadas en exploración minera. Además, promueve la comunicación técnica clara, el trabajo en equipo y la visión global de los sistemas mineralizantes.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Análisis comparativo entre tipos de depósitos y sus representaciones gráficas.
- Simulación de campañas de perforación basadas en el modelo generado.
- Evaluación de errores comunes en logueo y correlación de barrenos.
- Debate sobre el impacto económico de la geometría del yacimiento.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación

Criterio de evaluación asignado por el facilitador.

Se sugiere:

Criterio

%

	Descripción precisa de núcleos / registros	25%
	Elaboración de columnas estratigráficas	20%
	Correlación técnica entre barrenos y Construcción de sección geológica	25%
	Interpretación geológica	15%
	Reporte de la práctica	15%
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Reporte de Prácticas en General Rubrica de práctica de laboratorio	
Formatos de reporte de prácticas	Anexo 17: Formato de reporte de práctica de laboratorio	

NOMBRE DE LA PRÁCTICA 5.	Estimación, Evaluación Económica y Reporte Técnico de Recursos Minerales
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Aplicar herramientas técnicas y normativas para estimar recursos minerales, evaluar preliminarmente su viabilidad económica y redactar un reporte técnico estructurado bajo estándares internacionales, desarrollando pensamiento estratégico, responsabilidad ética y comunicación profesional.

FUNDAMENTO TEÓRICO

La estimación y evaluación económica de recursos minerales son procesos clave en la exploración minera, orientados a cuantificar el volumen, ley y valor económico de un depósito con base en datos geológicos y técnicos. En etapas iniciales del proyecto, estas actividades permiten definir si un yacimiento amerita estudios más avanzados o inversiones mayores, considerando criterios de ley, tonelaje, recuperación metalúrgica y precios de mercado.

El primer paso es la estimación preliminar de recursos, la cual se basa en geometría del cuerpo mineralizado, densidad de la roca, y ley del mineral. Esta información permite calcular el volumen y tonelaje, así como el contenido metálico total. El resultado se clasifica como recurso inferido, que puede refinarse con métodos estadísticos más complejos en fases posteriores.

La evaluación de explotabilidad económica básica parte de esta estimación para determinar si el contenido metálico recuperable, valorado a precios de mercado, supera los umbrales mínimos de rentabilidad (como la ley de corte). Si bien no se consideran aún los costos operativos, esta fase brinda una proyección económica inicial para tomar decisiones estratégicas.

Finalmente, el ejercicio se formaliza con la elaboración de un reporte técnico estructurado bajo la norma NI 43-101, que regula la presentación pública de resultados en proyectos de exploración mineral. Este reporte incluye información técnica, económica y contextual, organizada según un formato internacional, fomentando buenas prácticas en la comunicación profesional y la toma de decisiones responsables en el sector extractivo.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

Material/Equipo	Cantidad
Cortes geológicos o modelos del yacimiento	1 por estudiante o equipo.
Registros de barrenos con leyes del mineral	1 por estudiante o equipo.
Tablas de densidad y recuperación	1 por estudiante o equipo.
Calculadora científica o Excel	1 por estudiante o equipo.
Precio referencial del metal	1 por estudiante o equipo.
Normas técnicas (NI 43-101, JORC – consulta)	1 por estudiante o equipo.

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

Fase 1: Estimación de Recursos Minerales

- Interpretar geometría del cuerpo mineralizado.
- Calcular volumen (longitud × ancho × espesor promedio).
- Multiplicar por densidad para obtener toneladas.
- Aplicar ley del mineral para estimar metal contenido.
- Organizar resultados en una tabla técnica.

Fase 2: Evaluación Económica Preliminar

- Aplicar porcentaje de recuperación metalúrgica.
- Calcular contenido metálico recuperable.
- Multiplicar por precio unitario para obtener valor económico bruto.
- Comparar con leyes de corte y umbrales económicos.
- Evaluar si el yacimiento es potencialmente explotable.

Fase 3: Elaboración de Reporte Técnico NI 43-101

- Analizar estructura de Formulario 43-101F1.
- Redactar secciones clave:
 1. Resumen Ejecutivo
 2. Introducción
 3. Geología del Yacimiento
 4. Estimación de Recursos
 5. Evaluación Económica
 6. Conclusiones
- Incorporar mapas, secciones, tablas y referencias.
- Revisar y entregar el documento técnico

RESULTADOS ESPERADOS

- Estimación numérica de recursos (toneladas y contenido metálico).
- Evaluación económica preliminar del yacimiento.
- Reporte técnico conforme a NI 43-101.
- Representación gráfica de cuerpos mineralizados.
- Análisis crítico de viabilidad y riesgos asociados.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Preguntas o guías para la interpretación de los datos:

1. ¿La geometría del cuerpo permite una estimación confiable?
2. ¿La estimación supera el umbral económico mínimo?
3. ¿Qué parámetro impacta más: ley, tonelaje o recuperación?
4. ¿Qué elementos del informe técnico necesitan más profundidad?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Esta práctica permitió al estudiante integrar conocimientos de geología, matemáticas, economía

minera y normativas internacionales para realizar una estimación técnica, evaluación económica preliminar y presentación profesional de resultados. El proceso desarrolló habilidades de análisis numérico, interpretación crítica y comunicación técnica, fomentando un enfoque ético y profesional en la evaluación de yacimientos minerales.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Comparar resultados entre métodos geométricos y geoestadístico.
- Simular escenarios de mercado: precio alto vs. bajo.
- Evaluar el impacto de cambios en recuperación metalúrgica.
- Analizar reportes reales.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	Criterio de evaluación asignado por el facilitador.									
	<p>Se sugiere:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Criterio</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cálculo técnico (recursos y recuperación)</td> <td>50%</td> </tr> <tr> <td>Evaluación económica preliminar</td> <td>20%</td> </tr> <tr> <td>Interpretación técnica y económica</td> <td>15%</td> </tr> <tr> <td>Reporte de la práctica</td> <td>15%</td> </tr> </tbody> </table>	Criterio	%	Cálculo técnico (recursos y recuperación)	50%	Evaluación económica preliminar	20%	Interpretación técnica y económica	15%	Reporte de la práctica
Criterio	%									
Cálculo técnico (recursos y recuperación)	50%									
Evaluación económica preliminar	20%									
Interpretación técnica y económica	15%									
Reporte de la práctica	15%									
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Reporte de Prácticas en General Rubrica de práctica de laboratorio									
Formatos de reporte de prácticas	Anexo 17: Formato de reporte de práctica de laboratorio									

NOMBRE DE LA PRÁCTICA 6.

PRÁCTICA DE CAMPO: Reconocimiento Geológico y Muestreo Representativo para Estimación de Recursos

COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA

Aplicar técnicas básicas de reconocimiento geológico,

levantamiento estructural y muestreo representativo en campo, para recolectar información útil en la estimación de recursos minerales, desarrollando habilidades de observación, registro sistemático y ética profesional en el trabajo de exploración.

FUNDAMENTO TEÓRICO

La exploración minera inicia con una fase de campo donde se identifican y delimitan cuerpos mineralizados mediante observación directa, cartografía geológica, reconocimiento de estructuras y recolección de muestras. Esta fase permite construir los primeros modelos geológicos y calcular volúmenes preliminares de interés económico.

El muestreo geológico en campo tiene como finalidad obtener datos representativos de la mineralización, los cuales serán posteriormente utilizados para estimar leyes, calcular recursos y valorar el potencial de un depósito. Los métodos de muestreo pueden incluir canales, puntos, mallas o muestreo sistemático según la exposición del cuerpo mineral.

Esta práctica permite a los estudiantes desarrollar competencias prácticas esenciales para el trabajo en exploración minera, incluyendo el uso de brújula geológica, toma de coordenadas con GPS, registro de observaciones litológicas y estructurales, así como la recolección de muestras bajo criterios técnicos de representatividad, control y etiquetado.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

Material/Equipo	Cantidad
Brújula geológica tipo Brunton	1 por estudiante o equipo.
GPS o dispositivo móvil con coordenadas	1 por estudiante o equipo.
Martillo geológico	1 por estudiante o equipo.
Mapa topográfico impreso del área	1 por estudiante o equipo.
Libreta de campo y lápices	1 por estudiante o equipo.
Bolsas para muestra con etiquetas	1 por estudiante o equipo.
Hoja de registro de datos geológicos	1 por estudiante o equipo.
Cinta métrica (5-10 m)	1 por estudiante o equipo.
Cámara fotográfica o celular	1 por estudiante o equipo.
Chaleco, casco, botas, gafas de seguridad	1 por estudiante o equipo.

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

1. Reconocimiento geológico del área

- Localizar la zona de interés en el mapa topográfico.
- Delimitar visualmente zonas con mineralización o alteración.
- Registrar las coordenadas de los sitios de observación y muestreo.

2. Descripción geológica

- Identificar litología principal (tipo de roca, color, textura, mineral dominante).
- Registrar estructuras geológicas: fallas, diaclasas, bandeamiento, rumbo y echado si aplica.
- Anotar presencia de vetillas, diseminaciones, alteraciones (hematita, clorita, cuarzo, etc.)

3. Muestreo geológico

- Elegir sitios representativos para muestreo.
- Realizar muestreo puntual, canal o sistemático (según exposición).
- Etiquetar y empacar las muestras correctamente (código, fecha, ubicación).
- Registrar tipo de muestra, peso estimado, coordenadas, observaciones.

4. Registro y documentación

- Llenar hoja de registro por cada punto.
- Tomar fotografías de afloramientos y sitios de muestreo.
- Señalar ubicación de los puntos en el mapa topográfico.

RESULTADOS ESPERADOS

- Hoja de registro completa con descripciones litológicas y estructurales.
- Mapa topográfico con puntos de observación y muestreo marcados.
- Muestras representativas correctamente etiquetadas.
- Fotografías georreferenciadas del afloramiento y estructuras observadas.
- Registro de coordenadas y datos útiles para la estimación posterior.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Preguntas o guías para la interpretación de los datos:

1. ¿Las muestras recolectadas representan de forma adecuada la mineralización?
2. ¿Qué estructuras controlan la disposición del cuerpo mineral?
3. ¿La geometría observada permite una futura modelación en gabinete?
4. ¿Qué limitaciones enfrentó el grupo en el reconocimiento y muestreo?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Esta práctica permitió aplicar herramientas básicas de campo para la identificación de cuerpos

mineralizados, observación geológica y muestreo representativo. Se fortalecieron habilidades clave como el trabajo en equipo, uso responsable de herramientas, registro sistemático de datos y toma de decisiones técnicas en condiciones reales.

El muestreo de campo es la base de toda estimación de recursos, y debe realizarse con criterios éticos y metodológicos claros, ya que cualquier error puede generar estimaciones erróneas con consecuencias técnicas y económicas.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Elaborar un croquis a mano del área muestreada con estructuras principales.
- Clasificar las muestras en gabinete según mineralización observada.
- Simular estimación de ley promedio a partir de datos cualitativos.
- Redactar informe de salida de campo con anexos fotográficos.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	Criterio de evaluación asignado por el facilitador.									
	<p>Se sugiere:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Criterio</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Registro de observaciones geológicas</td> <td>50%</td> </tr> <tr> <td>Técnica y orden del muestreo</td> <td>20%</td> </tr> <tr> <td>Análisis técnico y justificación</td> <td>15%</td> </tr> <tr> <td>Reporte de la práctica</td> <td>15%</td> </tr> </tbody> </table>	Criterio	%	Registro de observaciones geológicas	50%	Técnica y orden del muestreo	20%	Análisis técnico y justificación	15%	Reporte de la práctica
Criterio	%									
Registro de observaciones geológicas	50%									
Técnica y orden del muestreo	20%									
Análisis técnico y justificación	15%									
Reporte de la práctica	15%									
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Reporte de Prácticas en General Rubrica de práctica de laboratorio									
Formatos de reporte de prácticas	Anexo 17: Formato de reporte de práctica de laboratorio									

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Boyle, R. W. (1979).** The geochemistry of gold and its deposits. Geological Survey of Canada, Bulletin 280. Canadian Securities Administrators. (2011). National Instrument 43-101: Standards of Disclosure for Mineral Projects (NI 43-101). <https://www.securities-administrators.ca/>
- Corbett, G. G., & Leach, T. M. (1998).** Southwest Pacific Rim gold-copper systems: Structure, alteration, and mineralization. Society of Economic Geologists, Special Publication 6.
- Craig, J. R., & Vaughan, D. J. (1990).** Resources of the Earth: Origin, Use and Environmental Impact. Prentice Hall.
- Davis, G.H. Reynolds, S.J. (2012).** Structural geology of rocks and regions. USA. John Wiley & Sons, Inc., 3a. ed., 864 pp.
- Evans, A. M. (1993).** Ore Geology and Industrial Minerals: An Introduction. Blackwell Publishing.
- Gandhi, S. M., & Sarkar, B. C. (2016).** Essentials of mineral exploration and evaluation. Elsevier.
- Hedenquist, J. W., Arribas, A., & Gonzalez-Urien, E. (2000).** Exploration for epithermal gold deposits. *Reviews in Economic Geology*, 13, 245–277.
- Janocko, J., Ryzhkova, M., Mamzina, T., & Bereznev, S. (2019).** Digitalization of Economic Evaluation of Mineral Deposits. In E3S Web of Conferences (Vol. 105, p. 04030). EDP Sciences.
- JORC (Joint Ore Reserves Committee). (2012).** Australasian Code for Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Ore Reserves. <https://www.jorc.org/>
- Large, R. R. (1992).** Australian volcanic-hosted massive sulfide deposits: Features, styles and genetic models. *Economic Geology*, 87(2), 471–510.
- Laznicka, P. (2006).** Giant metallic deposits: Future sources of industrial metals. Springer.
- Lowell, J. D., & Guilbert, J. M. (1970).** Lateral and vertical alteration-mineralization zoning in porphyry ore deposits. *Economic Geology*, 65(4), 373–408.
- Marjoribanks, R. W. (2010).** *Geological methods in mineral exploration and mining* (2nd ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-04594-2>
- Misra, K. C. (2000).** Understanding Mineral Deposits. Kluwer Academic Publishers.
- Park, C. F., & Macdiarmid, R. A. (1981).** Yacimientos Minerales. Ediciones Omega S.A.
- Pirajno, F. (2009).** Hydrothermal Processes and Mineral Systems (1st ed.). Springer Geological survey of Western Australia.
- Revuelta, M. B. (2017).** Mineral Resources: From Exploration to Sustainability Assessment. Springer.
- Robb, L. (2005).** Introduction to ore-forming processes. Wiley-Blackwell. <https://doi.org/10.1002/9781444313527>
- Rollinson, H. (1993).** *Using geochemical data: Evaluation, presentation, interpretation*. Longman.
- Rose, A. W., Hawkes, H. E., & Webb, J. S. (1979). *Geochemistry in mineral exploration* (2nd ed.). Academic Press.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2006).** NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. Diario Oficial de la Federación, 23 de junio de 2006. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4884653&fecha=23/06/2006
- Seedorff, E., et al. (2005).** Porphyry deposits: Characteristics and origin of hypogene features. *Economic Geology* 100th Anniversary Volume.
- Sillitoe, R. H. (1995).** Exploration of porphyry copper lithocaps. *SEG Newsletter*, (23), 1–11.
- Sillitoe, R. H. (2010).** Porphyry copper systems. *Economic Geology*, 105(1), 3–41. <https://doi.org/10.2113/gsecongeo.105.1.3>
- Smirnov, V. I. (1976).** Yacimientos minerales. Madrid: Ediciones Omega.

NORMAS TÉCNICAS APLICABLES

ASTM Standards (American Society for Testing and Materials): Conjunto de normas que incluyen guías para identificación mineralógica, técnicas de muestreo y análisis específicos usados en geología y minería.

CIM Definition Standards (Canadian Institute of Mining): Normativa que define términos técnicos y clasificaciones estándar de recursos y reservas minerales, complementaria a NI 43-101.

Corbett, G. J., & Leach, T. M. (1998). Southwest Pacific rim gold-copper systems: Structure, alteration, and mineralization (Society of Economic Geologists Special Publication No. 6).

CRIRSCO Template (Committee for Mineral Reserves International Reporting Standards): Plantilla internacional que busca la estandarización de los reportes y clasificación de recursos minerales a nivel global.

ISO 10012:2003: Estándar para sistemas de gestión de medición, aplicable en laboratorios y procesos de control de calidad en análisis mineralógico y geoquímico.

ISO 14001:2015: Norma internacional para sistemas de gestión ambiental, relevante para actividades de campo y prácticas que impliquen manejo ambiental en proyectos mineros.

ISO 31000:2018: Norma internacional sobre gestión de riesgos, útil para la evaluación preliminar de la viabilidad técnica y económica en proyectos mineros.

ISO 9001:2015: Norma internacional para sistemas de gestión de calidad aplicable a procesos técnicos, laboratorios y gestión documental en exploración y análisis de muestras.

ISO/IEC 17025:2017: Estándar internacional que establece los requisitos para la competencia técnica de laboratorios de ensayo y calibración, asegurando la validez y calidad de resultados analíticos.

JORC Code (Australasian Code for Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Ore Reserves): Código australiano que establece los lineamientos para la presentación de resultados de exploración y estimaciones de recursos y reservas minerales.

NI 43-101 (National Instrument 43-101): Norma canadiense que regula la divulgación técnica y económica de proyectos minerales, especialmente usada en la estimación de recursos, evaluación económica y reportes técnicos.

NOM-052-SEMARNAT-2005: Es una norma oficial mexicana que **establece los criterios para identificar, clasificar y listar los residuos peligrosos** en México.

NOM-120-SEMARNAT-1997: Norma mexicana relacionada con la protección ambiental en minería, estableciendo requisitos para operaciones responsables.

NOM-ECOL-199 (Norma Oficial Mexicana): Norma ambiental mexicana aplicable a actividades de exploración minera, que regula protección ambiental y manejo adecuado en campo.



ANEXOS

1.- Diagramas, tablas, ejemplos de reportes

Anexo 1: Plantilla de Identificación: Minerales, Rocas y Alteraciones.



Evaluación de Yacimientos Minerales

Muestra: _____

Nombre del alumno: _____

Fecha: _____

Nombre del mineral	Color	Brillo	Forma / hábito	otro	Descripción

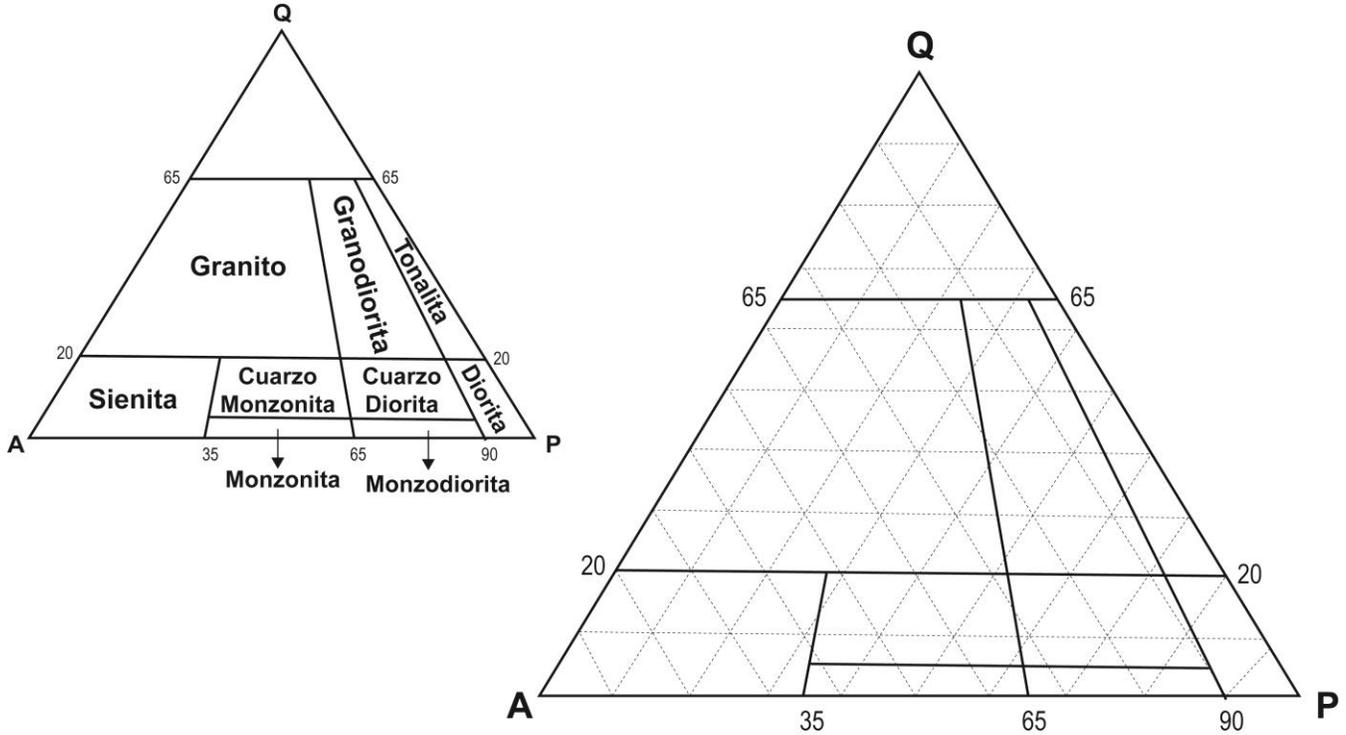
Descripción de muestra	Color	Composición principal	Textura	Ambiente de formación

Tipo de alteración	Minerales asociados	Zona o profundidad	Grado de alteración	Observaciones

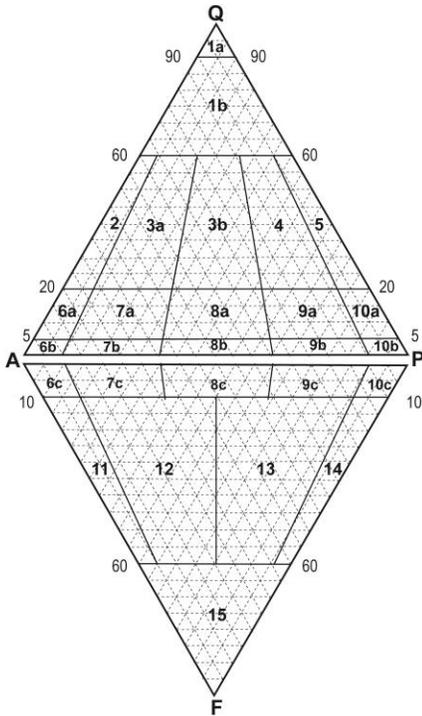
Anexo 2: Diagrama de Clasificación de Rocas plutónicas, según la Unión Internacional de Ciencias

Geológicas (IUGS).

Clasificación de Rocas Plutónicas Según la Unión Internacional de Ciencias Geológicas (IUGS)



Clasificación de Rocas Plutónicas de Streckeisen 1976.



1a: Cuarzolita (silexita)
 1b: Granitoide rico en cuarzo
 2: **Granito de feldespato alcalino**
 3:

3a: Sienogranito
 3b: Monzogranito

4: Granodiorita

5: Tonalita

6: Sienitas de feldespato alcalino

6a: Cuarzosienita de feldespato alcalino

6b: Sienita de feldespato alcalino

6c: Sienita de feldespato alcalino con feldespatooides

7: Sienitas

7a: Cuarzosienita

7b: Sienita

7c: Sienita con feldespatooides

8: Monzonitas

8a: Cuarzomonzonita

8b: Monzonita

8c: Monzonita con feldespatooides

9: Monzodiorita / monzogabro

9a: Cuarzo - monzodiorita / cuarzo - monzogabro

9b: Monzodiorita / monzogabro

9c: Monzodiorita / monzogabro con feldespatooides

10: Dioritas / gabros

(si tiene más del 50% de An en la Pl)

10a: Cuarzodiorita / cuarzogabro

10b: Diorita / gabro

10c: Diorita / gabro con feldespatooides

11: Sianita feldespatoica

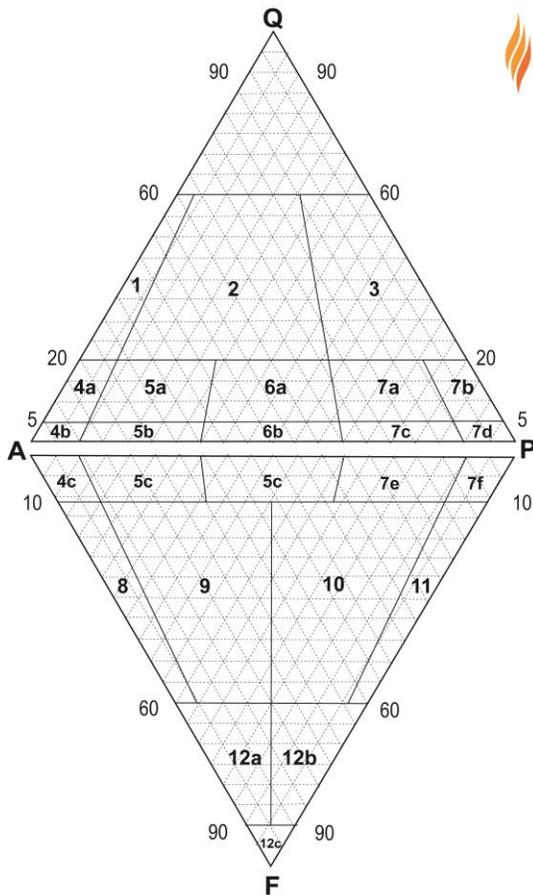
12: Monzosienita feldespatoica

13: Monzogabro / monzodiorita feldespatoica

14: Gabro / diorita feldespatoica

15: Foidita

Clasificación de Rocas Volcánicas de Streckeisen 1979.

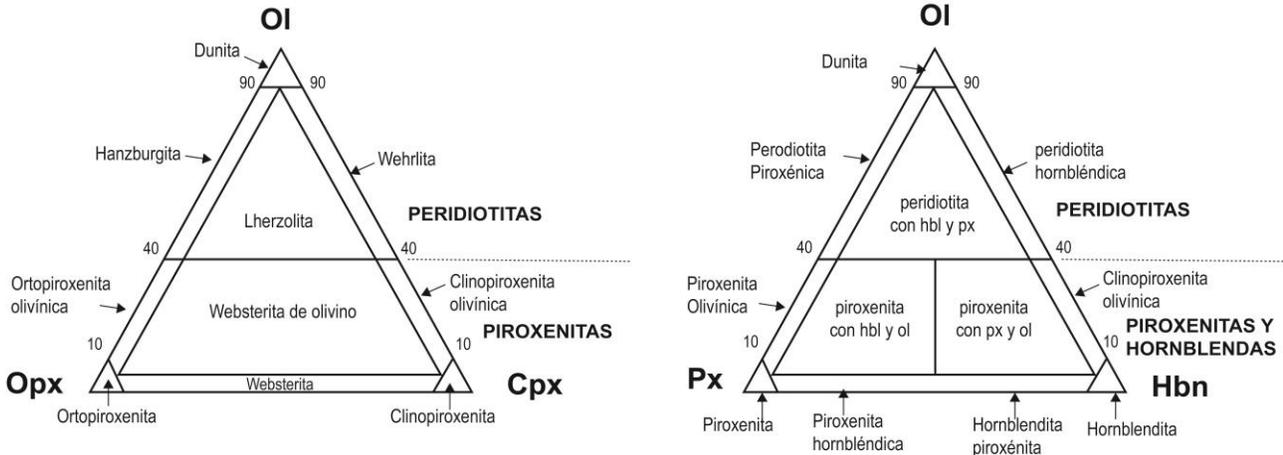


- 1: Riolita de feldespato alcalino**
- 2: Riolita**
- 3: Dacita**
- 4: Traquitas de feldespato alcalino**
 - 4a: Cuarzo - traquita de feldespato alcalino
 - 4b: Traquita de feldespato alcalino
 - 4c: Traquita de feldespato alcalino con feldespatoideos
- 5: Traquitas**
 - 5a: Curzo - Traquita
 - 5b: Traquita
 - 5c: Traquita de feldespato alcalino con feldespatoideos
- 6: Lacitas ó Latitas**
 - 6a: Cuarzo - lacita
 - 6b: Lacita
 - 6c: Lacita con feldespatoideos
- 7: Andesitas y Basaltos (M mayor a 35%)**
 - 7a: Andesita calcoalcalina
 - 7b: Basalto toleítico
 - 7c: Mugerita
 - 7d: Basalto calcoalcalino rico en Al
 - 7e: Mugerita
 - 7f: Basalto alcalino y Hawaiita

- 8: Fonolita**
- 9: Fonolita tefrítica**
- 10: Tefrita fonolítica**
(Basanita si Ol es mayor a 10%)
- 11: Tefrita**
(Basanita si Ol es mayor a 10%)
- 12: Foidita**
 - 12a: Foidita fonolítica
 - 12b: Foidita tefrítica
 - 12c: Foidita

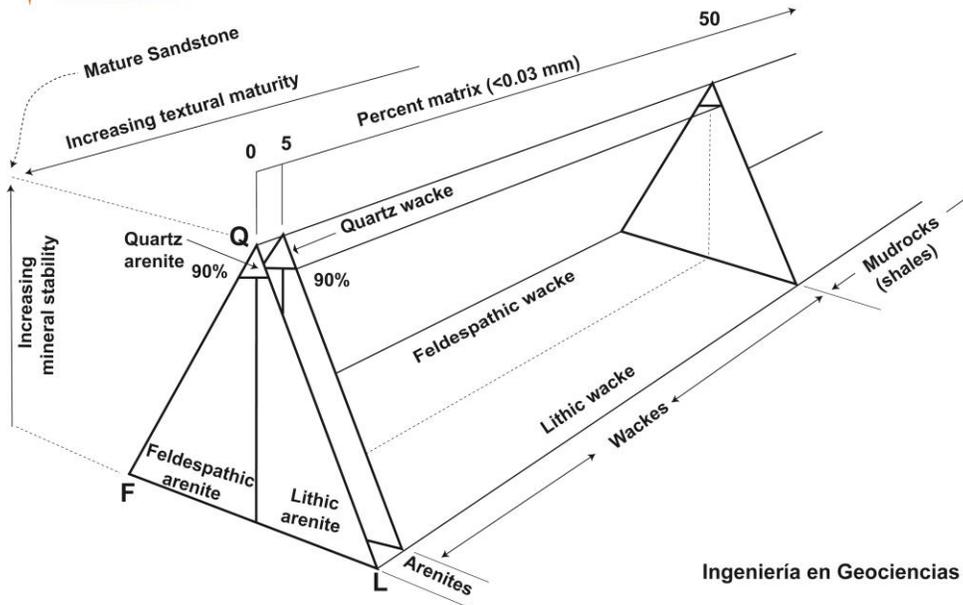
Si M es mayor de 90%: Ultramafita

Clasificación de las rocas ígneas plutónicas.
M > 90. Rocas ultramáficas de Le Maitre et al 2002.



Anexo 6: Diagrama de Clasificación de la rocas sedimentarias según Dott, 1964.

UES Diagrama de Clasificación de Areniscas (Dott, 1964)



Anexo 7: Diagrama de Clasificación de rocas sedimentarias según Pettijohn 1975.

Diagrama de Clasificación de Areniscas (Pettijohn 1975)

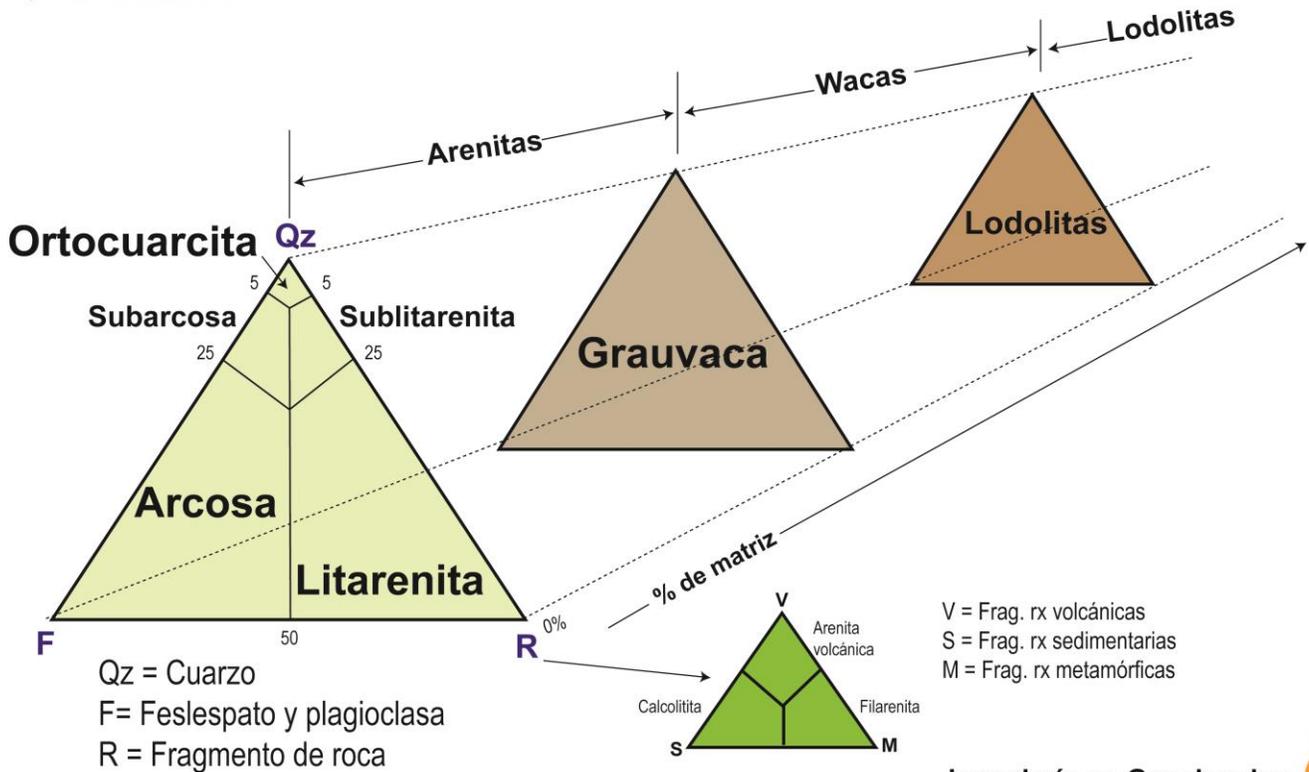
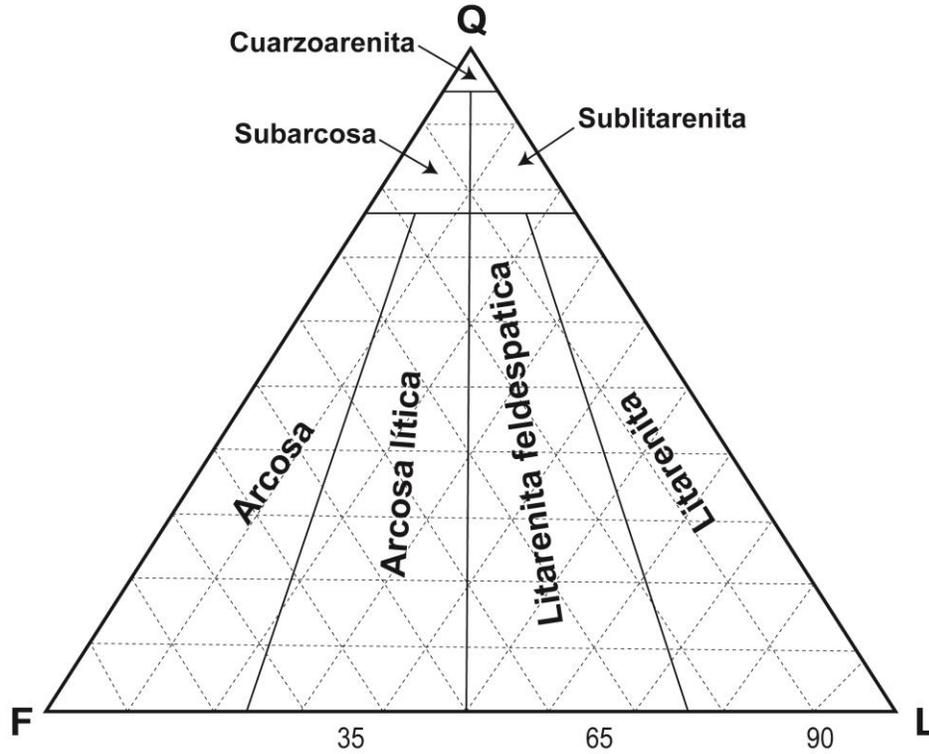


Diagrama de Clasificación de Areniscas de Folk et al 1970.



Ingeniería en Geociencias



Anexo 9: Diagrama de Clasificación de rocas sedimentarias según Folk, 1959.

Diagrama de Clasificación de Rocas Carbonatadas de Folk, 1959.

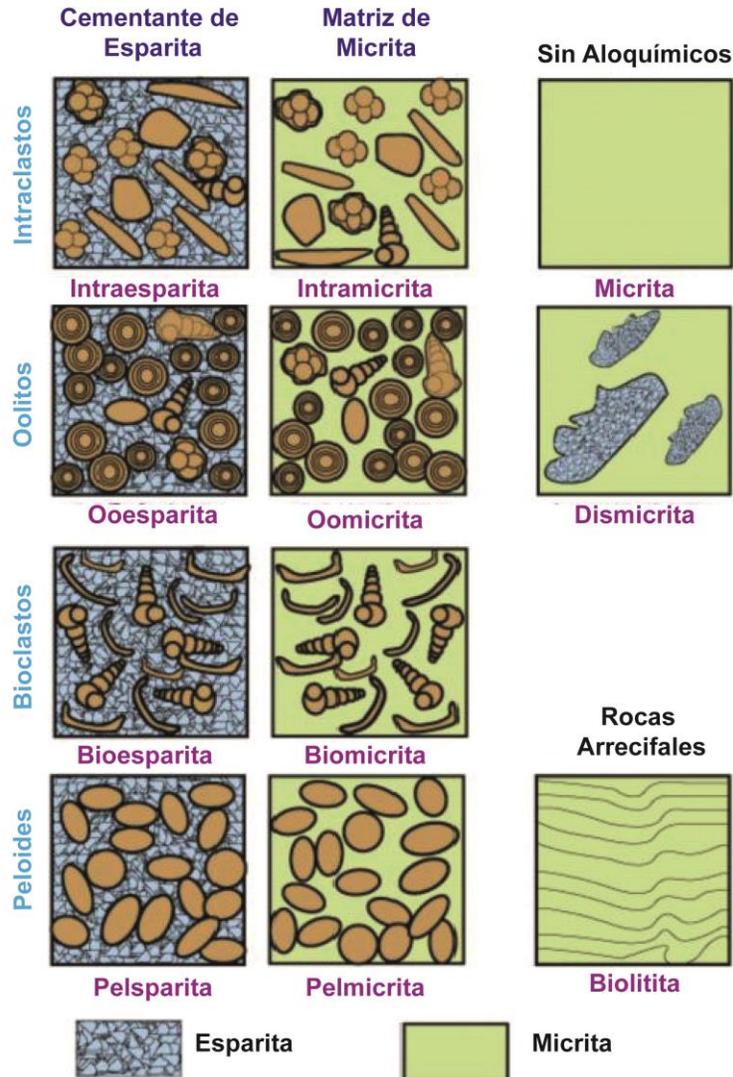
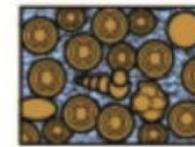


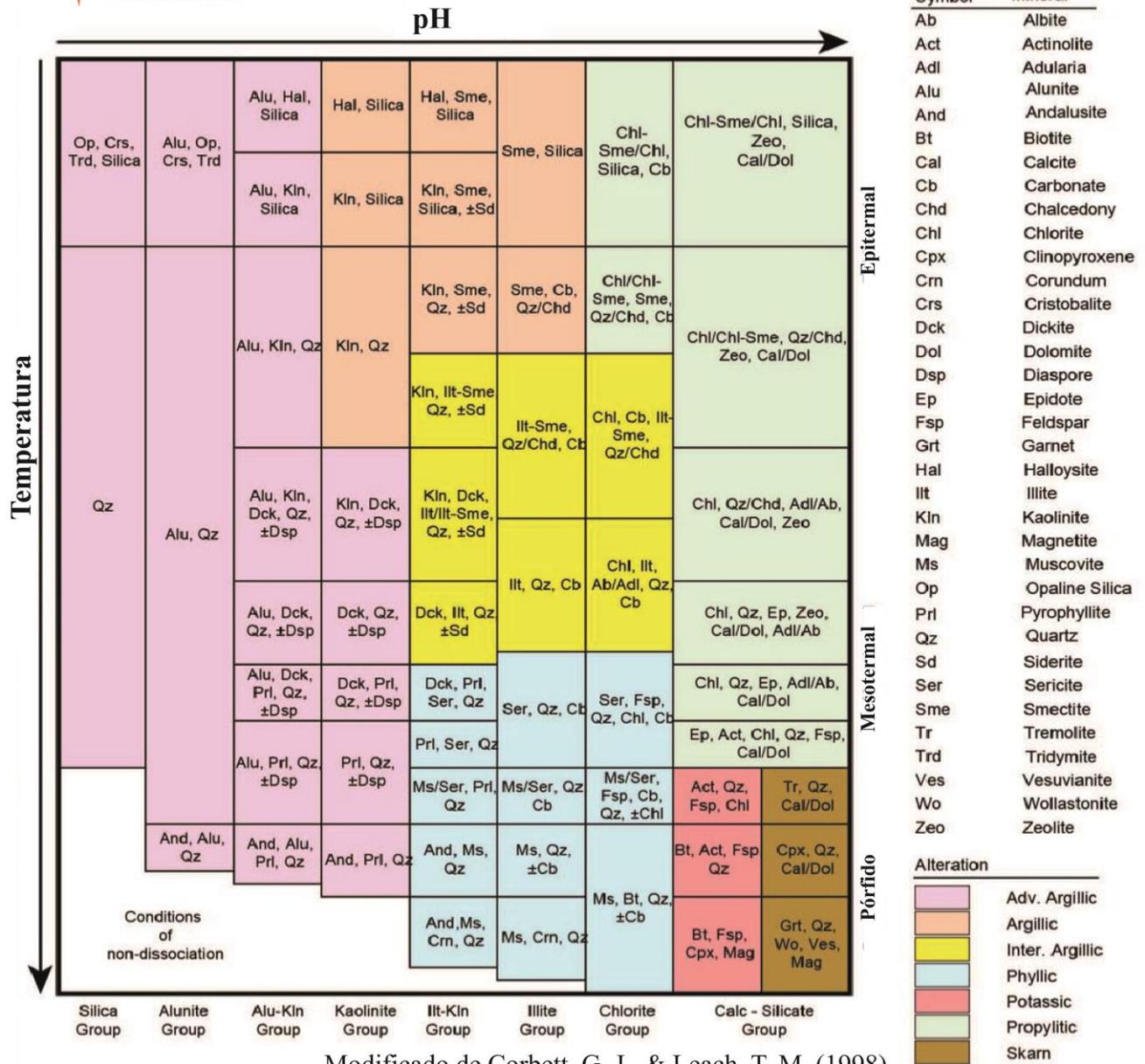
Diagrama de Clasificación de Rocas Carbonatadas de Dunham, 1962.

Componentes originales no unidos durante la sedimentación				Componentes originales unidos durante el desarrollo de una bioconstrucción
con micrita		sin micrita		
Matriz-soportado		Grano-soportado		
< 10 % granos	> 10 % granos			
Mudstone	wackestone	packestone	Grainstone	
				
				Boundstone
				



Alteración Hidrotermal

Mineralogía común en sistemas hidrotermales



Modificado de Corbett, G. J., & Leach, T. M. (1998).

Características de alteraciones Hipogénica y Supergénica

Alteración	Minerales característicos	T (°C)	pH	Eh	
Hipogénica (Hidrotermal)	Filica	Sericita, cuarzo, pirita, dickita y pirofilita.	250 – 400	Acido (5-6)	Variable
	Argílica	Caolinita, dickita, halloysita, montmorillonita, illita-esmectita y sílice.	150 – 300	Acido (3-5)	Neutro a oxidante
	Argílica avanzada	Sílice, cuarzo, alunita, kaolinita, dickita y diáspora.	Variable	Acido (1-4)	Neutro a oxidante
	Silicificación	Cuarzo, calcedonia, jaspe y ópalo.	Variable	Acido	Variable
Supergénica	Oxidación	Hematita, limolitas, jarosita, malaquita, azurita y crisocola.	< 150	Acido neutro	Oxidante
	Enriquecimiento supergenico	Calcosita, covalita y digenita.	100 - 250	Variable	Oxidante

Ingeniería en Geociencias 

Anexo 13: Tabla de características de alteraciones Hipogénicas.

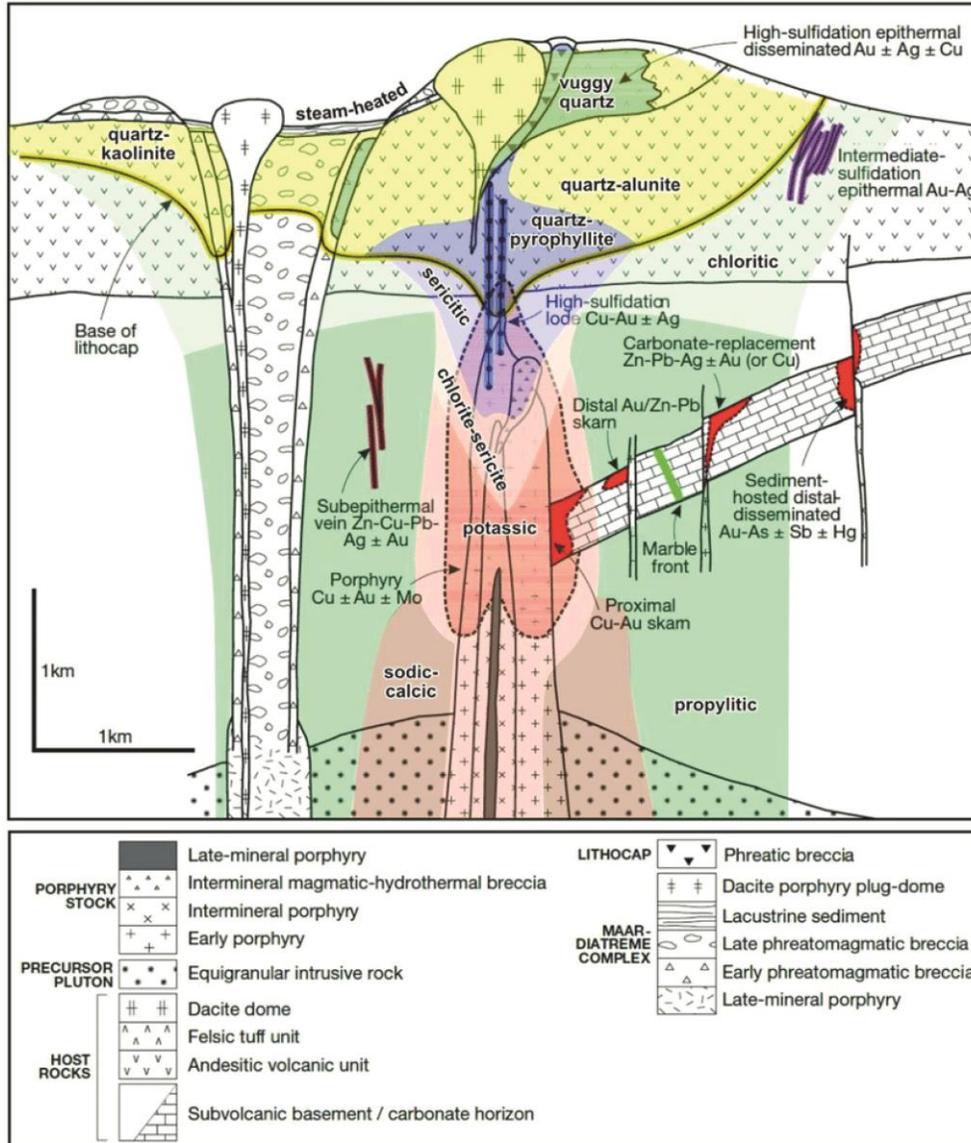
Características de alteraciones Hipogénicas

Alteración	Minerales característicos	T (°C)	pH	Eh	
Hipogénica (Hidrotermal)	Skarn	Wollastonita, granates, olivino, piroxenos, anfíboles, escapolita, cuarzo y magnetita.	> 300	Neutro a alcalino	Variable
	Potásica	Feldespatos potásico, biotita, sericita, anhidrita, calcita, ankerita, clorita, actinolita, magnetita, hematita y siderita.	300 - 500	Neutro a alcalino	Variable
	Greisen	Muscovita, feldespatos, cuarzo, topacio, turmalina y fluorita.	> 250	Neutro a alcalino	Variable
	Propilíptica	Clorita, carbonatados, epidota, actinolita, albita, caolinita, sericita, pirita y arsenopirita; y menos frecuentemente zeolitas y montmorillonita.	200 – 350	Neutro a alcalino	Variable
	Subpropilíptica	Clorita – esmética, carbonatos, illita – esmética y zeolitas.	< 250	Neutro a alcalino	Variable

Ingeniería en Geociencias 

Anexo 14: Diagrama del modelo esquemático de un sistema de pórfido.

Modelo esquemático de un Sistema Pórfido



Modificado de Sillitoe, 2010.

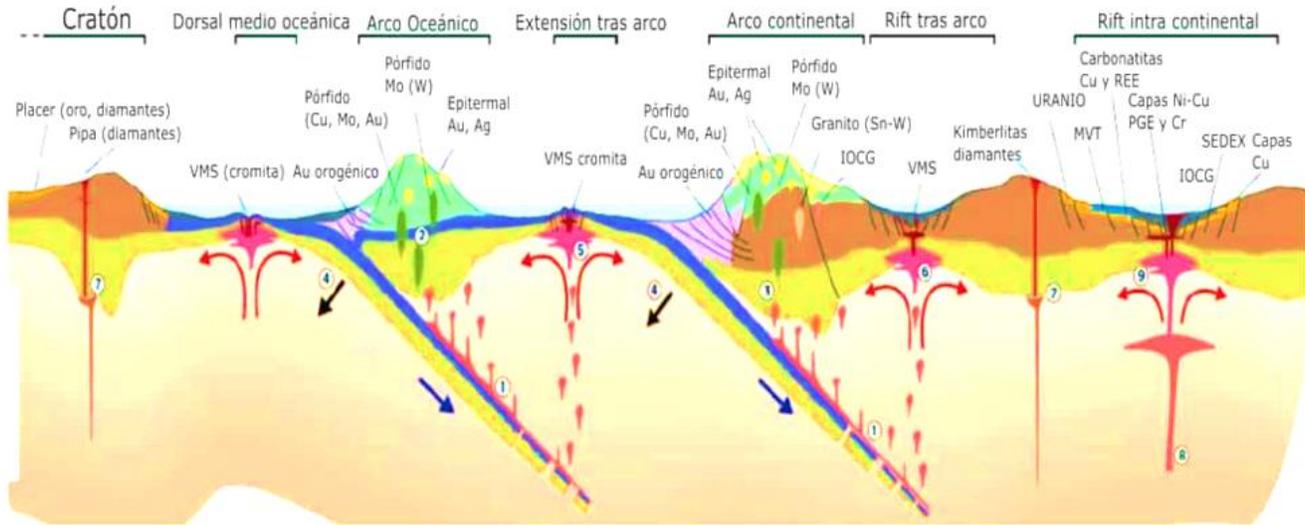
Clasificación Genética de los Yacimientos Minerales

Serie	Grupo	Clase
Endógena	Magmáticos (polimetálicos)	<ul style="list-style-type: none"> Licuación Magmáticos Tempranos Magmáticos Tardíos
	Pegmatíticos (gemas, Li, Sn, tierras raras, W, F, cuarzo, feldespato, micas)	<ul style="list-style-type: none"> Pegmatitas simples Pegmatitas recristalizadas Pegmatitas metasomáticas
	Carbonatitas	<ul style="list-style-type: none"> Magmáticas Metasomáticas Combinadas
	Skarn (scheelita, casiterita, fluorita, calcopirita, blenda, galena, magnetita, hematita)	<ul style="list-style-type: none"> Calcáreos Magnesianos
	Albita-Greisen	<ul style="list-style-type: none"> Albita Greisen (casiterita, wolframita)
	Hidrotermales (Barita, fluorita, pirita, calcopirita, blenda, galena, cobres grises, argentita, platas rojas, cinabrio, plata, oro, etc.)	<ul style="list-style-type: none"> Plutonogénicos Vulcanogénicos Amagmatogénicos (teletermales o estratiformes)
	Sulfuros Masivos Vulcanogénicos marinos (Pb-Zn-Cu)	<ul style="list-style-type: none"> Metasomáticos Vulcano-sedimentarios Combinados
Exógena	Placer (oro, plata, platino, diamante, rubí, zafiro, casiterita, ilmenita, rutilo, monacita, granate entre otros)	<ul style="list-style-type: none"> Eluviales Deluviales Proluviales Aluviales Laterales Glaciares
	Sedimentarios	<ul style="list-style-type: none"> Mecánicos Químicos (sales, yeso) Bioquímicos (carbón, fosforitas) Vulcanogénicos
Metamorfogénica	Metamorfizados (grafito, asbesto)	<ul style="list-style-type: none"> Metamorfizados regionales Metamorfizados de contacto
	Metamórficos (granate, corindón)	

Modificado de Smirnov, 1976.



Marco Tectónico de los Yacimientos Minerales

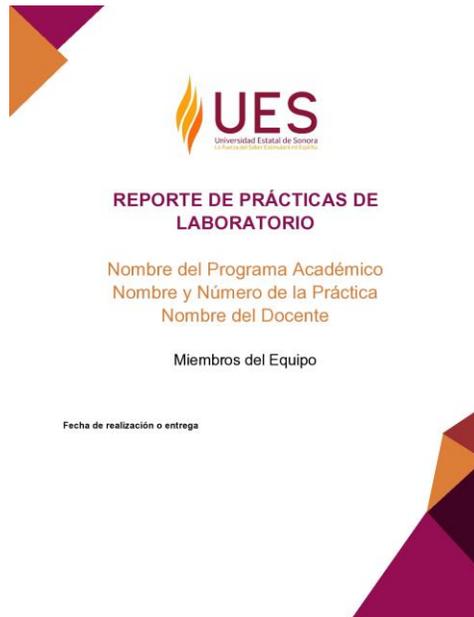


2.- Formatos de seguridad y protocolos adicionales

Anexo 17: Formato para reporte de práctica de laboratorio.

○ **Portada**

Debe incluir título de la práctica, nombre del estudiante, grupo, fecha y nombre del docente



○ **Introducción**

Presentar un breve contexto teórico que justifique la práctica y su importancia.



INTRODUCCIÓN



○ **Fundamentos Teóricos / Antecedentes / Estudios Previos**

Describir el conjunto de principios, conceptos, leyes, modelos y teorías científicas que explican y sustentan el tema a desarrollar, proceso o práctica, permitiendo interpretar resultados y establecer relaciones con el conocimiento previamente establecido.



FUNDAMENTOS TEÓRICOS



○ **Objetivo de la práctica / Hipótesis, Expectativa o Planteamiento Experimental / Materiales, Equipamiento y/o Reactivos**

- Objetivo de la práctica: Enunciar de forma clara y concisa los objetivos generales y específicos de la práctica.
- Hipótesis, Expectativa o Planteamiento Experimental: realizar una propuesta basada en los conocimientos previos que puede comprobarse mediante la práctica. También puede expresarse como una expectativa del resultado o un planteamiento del problema experimental que se busca resolver.
- Materiales, Equipamiento y/o Reactivos: enlistar objetos, instrumentos, equipos o sustancias químicas necesarias para el desarrollo de la práctica.



OBJETIVO DE LA PRÁCTICA	
Objetivos específicos	
HIPÓTESIS, EXPECTATIVA O PLANTEAMIENTO EXPERIMENTAL	
MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS	
ELEMENTOS	CARACTERÍSTICAS
Materiales	
Equipamiento	
Reactivos	



Procedimiento o Metodología

Describir en forma ordenada y numerada cada pasó realizado durante la práctica. Se deben incluir

dibujos y/o imágenes detalladas de las texturas observadas, correctamente etiquetadas, con escala gráfica visible y leyendas claras.



PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA



Procesamiento de Datos

Procedimientos mediante los cuales se organizan, analizan e interpretan los datos obtenidos durante la práctica. Incluye cálculos, elaboración de tablas, gráficas y comparaciones con valores teóricos o referencias, con el objetivo de extraer conclusiones significativas y validar o rechazar la hipótesis planteada.



PROCESAMIENTO DE DATOS



Resultados

Son los datos obtenidos directamente de la realización de la práctica, ya sea a través de

observaciones, mediciones o experimentos. Se presentan de forma organizada (tablas, gráficas, imágenes o descripciones) y reflejan lo que ocurrió durante el procedimiento, sin interpretaciones ni conclusiones.



RESULTADOS



Análisis y Discusión

En este apartado se interpretan y explican los resultados obtenidos, comparándolos con valores teóricos, hipótesis planteadas o referencias previas. Se analizan posibles errores, variaciones o patrones, y se discute su significado, relevancia y relación con los objetivos de la práctica.



ANÁLISIS Y DISCUSIÓN



Conclusiones

Resumen de los aprendizajes y hallazgos más importantes de la práctica, relacionar directamente con

los objetivos e hipótesis, indicando si se cumplieron o no.



CONCLUSIONES



Bibliografía / Referencias

Incluir todas las fuentes consultadas para el desarrollo de la práctica, redactadas en formato APA (7ª edición).



BIBLIOGRAFÍA



Anexos

Adjuntar los ejercicios adicionales asignados, como análisis de fotografías, mediciones comparativas,

elaboración de mapas conceptuales, etc.



ANEXOS



Página final o de cierre



Anexo 18: Guía para la elaboración de reporte de prácticas de laboratorio



GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE REPORTES DE PRÁCTICA DE LABORATORIO

Coordinación de Procesos Educativos
Fecha del documento Mayo 2025

Anexo 19: Proceso de uso de laboratorio.



PROCESO PARA EL USO DE LABORATORIO

- 1. Consulta de la Disponibilidad de Horarios y Fechas**

El docente debe consultar la agenda en línea para verificar la disponibilidad de horario y fecha para la realización de las prácticas. La consulta puede realizarse a través de la liga proporcionada por el laboratorio.
- 2. Solicitud de Equipo de Laboratorio (Formato P26-F01)**
 - El docente debe completar en su totalidad el [formato P26-F01 titulado "Solicitud de Equipo de Laboratorio"](#).
 - Este formato debe ser entregado al auxiliar de laboratorio para su recepción y validación.
- 3. Registro de Alumnos Participantes**
 - Durante la práctica, el docente encargado debe completar el formato con el nombre [Registro de Alumnos](#), el cual incluye las firmas de los estudiantes participantes.
 - Este registro debe contar con la firma del docente responsable de la práctica.
- 4. Bitácora de Uso de Equipo**
 - Al finalizar la práctica, el docente debe llenar el formato de [Bitácora de Uso de Equipo](#).
 - En este formato, el docente debe:
 - Enumerar todo el material y equipo utilizado durante la práctica.
 - Indicar cualquier necesidad de mantenimiento o verificación de integridad del material y equipo.
 - El auxiliar de laboratorio debe firmar de recibido al finalizar la revisión del material y equipo.
- 5. Bitácora de Adeudo**
 - En caso de que algún alumno o docente no devuelva material y/o equipo utilizado, se registrará el adeudo correspondiente en la [Bitácora de Adeudo](#).
 - El adeudo final será equivalente al valor del material o equipo que no se haya devuelto.
 - Este registro permite llevar un control de los recursos del laboratorio y asegurar su reposición si es necesario.

- **Nota Importante:** El cumplimiento de cada paso es obligatorio para garantizar el buen funcionamiento y la organización del laboratorio, así como para mantener la disponibilidad del material y equipo en óptimas condiciones para futuras prácticas.

Anexo 20: P26-F01 Solicitud de equipo de laboratorio.

	SOLICITUD DE EQUIPOS DE LABORATORIO	54-UAM-P26-F01/Rev.00
---	--	-----------------------

FECHA DE SOLICITUD:	
FECHA DE LA PRÁCTICA:	
NOMBRE DE LA MATERIA:	
NOMBRE DE LA PRÁCTICA:	

DOCENTE A CARGO:	
HORARIO:	
NÚMERO DE ALUMNOS:	

CANTIDAD	EQUIPO Y/O REACTIVOS	CANTIDAD	EQUIPO Y/O REACTIVOS

NOMBRE Y FIRMA DEL DOCENTE:
--

NOMBRE Y FIRMA DEL AUXILIAR DE LABORATORIO:
--

<p>Docente: Recuerde registrar el uso de los equipos, con la finalidad de determinar el servicio de los mismos.</p>
--

MATERIAL RECIBIDO:

Anexo 22: P26-F03 Bitácora de adeudo de material y equipo



BITÁCORA DE USO DE EQUIPOS CÓDIGO: 54-UAM-P26-F03/REV.00

NOMBRE DE LA PRÁCTICA		HORARIO	
LUGAR		FECHA	___/___/___

	NOMBRE DEL USUARIO	PE	SEMESTRE
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			

	MATERIAL SOLICITADO	CANTIDAD
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

NOMBRE Y FIRMA DEL DOCENTE A CARGO		
---	--	--

NOMBRE Y FIRMA DEL AUXILIAR DE LABORATORIO		
	MATERIAL RECIBIDO	

Anexo 23: Registro general de asistencia de alumnos



REGISTRO GENERAL DE ASISTENCIA DE ALUMNOS

NOMBRE DEL EVENTO		HORARIO	
LUGAR		FECHA	___ / ___ / ____

	APELLIDO PATERNO	APELLIDO MATERNO	NOMBRE(S)	PE	FRIMA
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					

NOMBRE Y FIRMA DEL COORDINADOR		
---------------------------------------	--	--

Anexo 24: Rubrica de reporte de Prácticas en General

UNIVERSIDAD ESTATAL DE SONORA										
RÚBRICA										
NOMBRE DEL CURSO:										
CLAVE DEL CURSO:										
FASE(S) EN LA QUE SE UTILIZA LA RÚBRICA:										
EJERCICIO: REPORTE DE PRACTICAS EN GENERAL										
FASE ESPECIFICA QUE SE EVALUA:										
FECHA LIMITE DE ENTREGA:										
FECHA REAL DE ENTREGA:										
NOMBRE DEL ALUMNO:										
ASPECTOS A EVALUAR	Competente sobresaliente (10)		Competente avanzado (9)		Competente intermedio (8)		Competente básico (7)		No aprobado (6)	
Elementos indispensables: Nombre, matrícula, Nombre de la práctica, Datos generales nombre del curso, nombre del profesor, fecha, y equipo (en caso de ser un trabajo grupal), email, # pc	Contiene todos los elementos	*	Contiene todos los elementos indispensables solicitados y omitió máximo 2 generales	*	Contiene todos los elementos indispensables solicitados y omitió máximo 3 generales	*	Contiene todos los elementos indispensables solicitados y omitió máximo 4 generales	*	Carece de elementos indispensables	*
Puntualidad	Entrego el día y la hora especificada.		No aplica		No aplica		Entrego el día, pero no a la hora especificada.		No aplica	
Apariencia y organización	Entregó el trabajo limpio, y ordenado de acuerdo a los puntos indicados, de forma profesional (fólder, hojas blancas carta, impreso).		Entregó el trabajo limpio, y ordenado de acuerdo a los puntos indicados. Carece de elementos que caracterizan a un trabajo profesional (fólder, hojas blancas carta, impreso).		Entregó el trabajo sin limpieza, y ordenado de acuerdo a los puntos indicados. Carece de elementos que caracterizan a un trabajo profesional (fólder, hojas blancas carta, impreso).		Entregó el trabajo limpio, mas no ordenado de acuerdo a los puntos indicados. Carece de elementos que caracterizan a un trabajo profesional		Entregó el trabajo sin limpieza, no ordenado de acuerdo a los puntos indicados. Carece de elementos que caracterizan a un trabajo profesional	

UNIVERSIDAD ESTATAL DE SONORA							
RÚBRICA							
						profesional (fólder, hojas blancas carta, impreso).	(fólder, hojas blancas carta, impreso).
Tema y Objetivo	El tema y objetivo fueron indicados	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	Carece de Tema y/u objetivos	Carece de introducción.
Introducción	Se presenta el tema científico principal, explicando su importancia de conocimiento y entendimiento, además de estar vinculado con su uso y/o aplicación en la vida cotidiana.	Se presenta el tema científico principal, haciendo vinculación con su uso y/o aplicación en la vida cotidiana. Se omite la importancia de su conocimiento y entendimiento.	Se presenta la introducción al tema científico principal. No se menciona ni la importancia de su conocimiento y entendimiento ni su vinculación con la vida diaria	Se presenta la introducción al tema científico principal con escasas ideas o no congruentes al tema. No se menciona ni la importancia de su conocimiento y entendimiento ni su vinculación con la vida diaria	Se presenta la introducción al tema científico principal con escasas ideas o no congruentes al tema. No se menciona ni la importancia de su conocimiento y entendimiento ni su vinculación con la vida diaria	Se presenta la introducción al tema científico principal con escasas ideas o no congruentes al tema. No se menciona ni la importancia de su conocimiento y entendimiento ni su vinculación con la vida diaria	Se presenta la introducción al tema científico principal con escasas ideas o no congruentes al tema. No se menciona ni la importancia de su conocimiento y entendimiento ni su vinculación con la vida diaria
Desarrollo del tema principal y subtemas	Presentación y desarrollo de las ideas principales y subtemas en un 100%.	Presentación y desarrollo de las ideas principales y subtemas en un 75%.	Presentación y desarrollo de las ideas principales y subtemas en un 50%.	Presentación y desarrollo de las ideas principales y subtemas en un 25%.	Presentación y desarrollo de las ideas principales y subtemas en un 25%.	Presentación y desarrollo de las ideas principales y subtemas en un 24%, o menos	Presentación y desarrollo de las ideas principales y subtemas en un 24%, o menos
Aplicación	Presenta por lo menos 4 casos reales donde se aplique el tema.	Presenta por lo menos 3 casos reales donde se aplique el tema.	Presenta por lo menos 2 casos reales donde se aplique el tema.	Presenta por lo menos 1 caso real donde se aplique el tema.	Presenta por lo menos 1 caso real donde se aplique el tema.	No presenta casos o son incongruentes con el tema	No presenta casos o son incongruentes con el tema

UNIVERSIDAD ESTATAL DE SONORA							
RÚBRICA							
Conclusión	Presenta ideas, propuestas y análisis del tema, dando apertura a otras investigaciones	Presenta ideas y análisis del tema.	Presenta ideas y propuestas del tema	Presenta ideas y propuestas del tema	Presenta ideas y propuestas del tema	No presenta ideas sobre el tema o presenta ideas vagas.	No presenta ideas sobre el tema o presenta ideas vagas.
Anexo: Producto (Presentación y resolución de ejercicios y/o problemas)	Presenta como anexo el producto final de la práctica.	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica.	No presentó anexo el producto final de la práctica.	No presentó anexo el producto final de la práctica.
Bibliografía	Reporta por lo menos 4 fuentes confiables, indicando autor, título, editorial/url, número de página, año, edición.	Reporta por lo menos 3 fuentes confiables, indicando autor, título, editorial/url, número de página, año, edición.	Reporta por lo menos 2 fuentes confiables, indicando autor, título, editorial/url, número de página, año, edición.	Reporta por lo menos 1 fuente confiable, indicando autor, título, editorial/url, número de página, año, edición.	Reporta por lo menos 1 fuente confiable, indicando autor, título, editorial/url, número de página, año, edición.	No reporta correctamente fuentes solicitadas	No reporta correctamente fuentes solicitadas
SUBTOTAL POR ESCALA DE EVALUACIÓN							
EVALUACIÓN FINAL DEL EJERCICIO						FECHA DE LA EVALUACIÓN	
NOMBRE Y FIRMA DEL EVALUADOR							
OBSERVACIONES							

*En la columna en blanco, colocar una "X" dependiendo de la evaluación obtenida por cada aspecto a evaluar.

UNIVERSIDAD ESTATAL DE SONORA

RÚBRICA

INSTRUCCIONES:

Fase(s) en la que se utiliza la rúbrica.- Fase o fases de la secuencia didáctica a la que corresponde el ejercicio.

Ejercicio.- Ejercicio realizado (especificar a detalle la realización del ejercicio solicitado, de manera que permita al evaluador tomar decisiones).

Fase específica que se evalúa.- Fase que se evalúa en el momento de la utilización de la rúbrica.

Fecha Límite.- Fecha límite de entrega del trabajo. Si es ejercicio en el aula y coevaluación se sugiere especificar fecha y hora.

Fecha Real de Entrega.- Fecha en la que el estudiante entregó su ejercicio o actividad.

Nombre del Alumno.- Alumno que realizó el ejercicio.

Aspectos a evaluar.- Aspectos a evaluar dependiendo del ejercicio.

Escala de evaluación:

Competente básico.- Realiza un desempeño mínimo aceptable de los saberes señalados en las rúbricas, bajo supervisión.

Competente intermedio.- Realiza un desempeño aceptable de los saberes señalados en las rúbricas, con independencia.

Competente avanzado.- Realiza un desempeño de excelencia en la mayor parte de los saberes señalados en las rúbricas de cada curso, mostrando independencia en su desarrollo.

Competente sobresaliente.- Considera un nivel de excelencia en el que se logran los estándares de desempeño de todos los saberes, de acuerdo a lo señalado en las rúbricas de cada curso, mostrando independencia en su desarrollo y apoyando a otros en el logro de los mismos.

Marcar con una "X" lo logrado por el estudiante en cada aspecto a evaluar.

La evaluación final del ejercicio, se obtiene por promedio aritmético simple, con los siguientes pasos:

- Obtener la suma por cada escala de evaluación después de multiplicar por el valor indicado.
- Obtener la suma total de las escalas de evaluación y dividirla entre el número de aspectos a evaluar.
- Los aspectos a evaluar pueden ser ponderados.

Anexo 25: Rubrica de práctica de laboratorio

UNIVERSIDAD ESTATAL DE SONORA						
RÚBRICA						
NOMBRE DEL CURSO:						
CLAVE DEL CURSO :						
FASE(S) EN LA QUE SE UTILIZA LA RÚBRICA :						
EJERCICIO : REPORTE DE PRÁCTICA DE LABORATORIO						
FASE ESPECÍFICA QUE SE EVALÚA:						
FECHA LÍMITE DE ENTREGA :				FECHA REAL DE ENTREGA :		
NOMBRE DEL ALUMNO:						
ASPECTOS A EVALUAR	Competente sobresaliente (10)	Competente avanzado (9)	Competente intermedio (8)	Competente básico (7)	No aprobado (6)	
Portada	Presenta portada e incluye los siguientes elementos 1. Logo UES 2. Logo o nombre PE 3. Unidad Académica Asignatura 4. Nombre del facilitador 5. Número y Título de la Práctica 6. Grupo 7. Nombre del alumno 8. Número de expediente 9. Lugar y Fecha	Presenta portada con ocho de los elementos solicitados.	Presenta portada con cuatro de los elementos solicitados	Presenta portada con solo tres de los elementos solicitados	No presenta portada	
Índice	Presenta listado completo del contenido del trabajo siguiendo una secuencia lógica y mostrando paginación.	Presenta listado completo del contenido del trabajo siguiendo una secuencia lógica pero no muestra paginación.	Presenta listado de contenidos completo, pero no sigue secuencia lógica y no muestra paginación.	Presenta el contenido incompleto, no sigue secuencia lógica y/o paginación.	No presenta el índice	

UNIVERSIDAD ESTATAL DE SONORA RÚBRICA						
ASPECTOS A EVALUAR	Competente sobresaliente (10)	Competente avanzado (9)	Competente intermedio (8)	Competente básico (7)	No aprobado (6)	
Marco teórico	Presenta un marco teórico estructurado en el cual refleja una revisión bibliográfica que permite plantear el tema de investigación, su importancia e implicaciones en forma de paráfrasis. Incluye las citas en el texto.	Presenta un marco teórico estructurado en el cual refleja una revisión bibliográfica que permite plantear el tema de investigación, su importancia e implicaciones en forma de paráfrasis, pero no incluye las citas en el texto.	Presenta un marco teórico que refleja una revisión parcial de la bibliografía y es parcialmente una copia de los textos consultados. No incluye las citas en el texto.	Presenta un marco teórico que refleja una revisión incompleta de la bibliografía y presenta la información como copia de los textos o utiliza fuentes no confiables. No incluye las citas en el texto.	Presenta un marco teórico como una copia fiel de los textos consultados además de ser incongruente con el tema	
Competencia	Plantea las competencias señaladas en el protocolo de la práctica y las enriquece	Plantea las competencias señaladas en el protocolo de la práctica	Plantea competencia que no corresponden a la práctica o no son acordes a la misma	Plantea objetivos	No plantea competencia o no es acorde a la práctica desarrollada	
Materiales y métodos	Enlista de manera completa los materiales, equipos, reactivos y sustancias utilizadas acorde al manual. Describe el procedimiento experimental. Redacta los verbos en pasado.	Enlista de manera completa los materiales, equipos, sustancias y reactivos utilizadas acorde al manual. Describe el procedimiento experimental. No Redacta los verbos en pasado	Enlista de manera incompleta los materiales o equipos o sustancias o reactivos utilizadas. Describe parcialmente el procedimiento experimental. No Redacta los verbos en pasado	Presenta sólo uno de los elementos utilizados (materiales, equipo, reactivos o sustancias) utilizados. Describe incorrectamente el procedimiento. No Redacta los verbos en pasado	No enlista los materiales, equipos y sustancias utilizadas. No describe el procedimiento experimental. No redacta los verbos en pasado	

3.- Problemas o ejercicios de apoyo

- Anexo 25

- Actividad 1: Reconocimiento e interpretación de tipos de yacimientos minerales en el NW de México.
 - ✓ Realizar el análisis de fotografías y descripciones de campo de yacimientos tipo: pórfidos, skarn, epitermales, reemplazos, placer, entre otros.
 - ✓ Clasificación del tipo de yacimiento según características geológicas, litológicas y estructurales.
 - ✓ Elaboración de fichas técnicas de al menos 5 tipos de yacimientos presentes en la región.
 - ✓ Discusión en grupo sobre los controles geológicos y estructuras mineralizantes.

- Anexo 26

- Actividad 2: Construcción de modelos metalogenéticos regionales.
 - ✓ Análisis de mapas geológicos y metalogenéticos del SGM.
 - ✓ Ubicación de yacimientos conocidos por tipo mineral y edad.
 - ✓ Delimitación de provincias metalogenéticas (p.ej., Sonora, Baja California, Durango occidental).
 - ✓ Elaboración de un mapa esquemático con anotaciones del tipo de depósito, edad, control geológico y mineral principal.
 - ✓ Presentación oral o escrita del modelo interpretado.

- Anexo 27

- Actividad 3: Descifrando la Firma Genética - Análisis Integrado de Datos
 - ✓ ¿Qué procesos hidrotermales principales ocurrieron? ¿Qué tipo(s) de sistema(s) de depósito están presentes? Argumente con base en mineralogía, texturas, alteración, estructura y contexto.
 - ✓ Proponga una secuencia paragenética hipotética para el depósito. ¿Cómo evolucionaron los fluidos en temperatura, química y origen? ¿Cuál fue el rol de las estructuras?
 - ✓ Estime la profundidad relativa de formación de las diferentes zonas mineralizadas

observadas (vetas, brechas, skarn, núcleo del pórfido). Use alteración, texturas y asociaciones minerales.

- ✓ Dibuje un modelo geológico conceptual en sección transversal integrando TODOS los datos. Indique zonas de alteración, tipos de mineralización, estructuras clave y posible fuente de fluidos/magma.



UES

Universidad Estatal de Sonora
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu