



UES

Universidad Estatal de Sonora
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu

MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO

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	7
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>9</i>
<i>Procedimientos en caso de emergencia</i>	<i>10</i>
RELACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO POR ELEMENTO DE COMPETENCIA..	13
PRÁCTICAS.....	3
FUENTES DE INFORMACIÓN	33
NORMAS TÉCNICAS APLICABLES.....	35
ANEXOS	3

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 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		Yacimientos Minerales	
Clave	052CE056	Créditos	7
Asignaturas Antecedentes	052CP041 Petrología I 052CP042 Petrología II	Plan de Estudios	2021

Área de Competencia	Competencia del curso
Evaluar la problemática y viabilidad económica de las operaciones de exploración, explotación y procesamiento de minerales, a fin de proponer, con iniciativa, sistemas o proyectos de mejora continua, para el desarrollo estratégico de las actividades de producción o cierre de minas, acordes a la legislación minera, laboral, ambiental y las normas de seguridad industrial.	Relacionar las características geológicas de un área con el fin de encontrar depósitos minerales que pueden ser explotados con un beneficio económico, a partir de modelos de clasificación establecidos por la comunidad científica, con capacidad de planeación con responsabilidad ética en trabajo en el campo y gabinete.

Carga Horaria de la asignatura

Horas Supervisadas			Horas Independientes	Total de Horas
Aula	Laboratorio	Plataforma		
4	2		2	8

Consignación del Documento

Unidad Académica	Unidad Académica Magdalena
Fecha de elaboración	30/06/2025
Responsables del diseño	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. Reconocimiento de Ambientes Geológicos y Potencial Minero 2. Interpretación de Modelos de Formación de Yacimientos 3. Descripción de Rocas en Muestra de Mano 4. Reconstrucción de la Historia Geológica Local (Sonora). 5. Identificación Macroscópica de Minerales de Alteración 6. Minerales de Alteración 7. Análisis de Alteraciones en Yacimientos Tipo Pórfido 8. Análisis Comparativo de Modelos Hidrotermal vs. Ortomagmático 9. Descripción de Núcleos de Perforación Mineralizados. 10. Práctica de Campo para el reconocimiento de afloramientos mineralizados 	<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
	Identificar los principales conceptos y mecanismos de formación de los yacimientos minerales a partir de 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	Reconocimiento de Ambientes Geológicos y Potencial Minero	Interpretar esquemas geológicos para identificar ambientes tectónicos y evaluar su potencial para la formación de yacimientos minerales, aplicando análisis sistemático y pensamiento estratégico en gabinete.
Práctica No. 2	Interpretación de Modelos de Formación de Yacimientos	Analizar modelos geológicos de formación de yacimientos minerales con la finalidad de relacionarlos con procesos geológicos específicos, bajo condiciones de trabajo en gabinete utilizando pensamiento analítico.
Práctica No. 3	Descripción de Rocas en Muestra de Mano	Describir litologías representativas con la finalidad de reconocer asociaciones litológicas propias de yacimientos minerales bajo condiciones de laboratorio, aplicando habilidades de observación y síntesis.
Práctica No. 4	Reconstrucción de Historia Geológica Local (Sonora)	Integrar datos de campo y gabinete con la finalidad de reconstruir la historia geológica de un área específica, bajo condiciones de investigación documental y esquemática.

Elemento de Competencia al que pertenece la práctica	Elemento de Competencia II
	Clasificar las alteraciones y texturas mineralógicas a partir de las observaciones microscópicas y microscópicas, haciendo análisis de problemas, e interpretando el zonamiento y la distribución de elementos económicos ocurridos en la formación de yacimientos con base en los minerales de alteración presentes, para compararlos con los modelos geológicos, y sus condiciones de formación.

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
Práctica No. 5	Identificación Macroscópica de Minerales de Alteración	Reconocer minerales de alteración y asociarlos a zonamientos hidrotermales mediante observación macroscópica, diferenciando ambientes de alteración y vinculándolos con sistemas mineralizantes, aplicando análisis comparativo y pensamiento espacial.
Práctica No. 6	Minerales de Alteración	Clasificar minerales de alteración mediante identificación óptica en lámina delgada, reconstruyendo la paragénesis mineral y proponiendo un modelo de sistema hidrotermal, aplicando rigor analítico.

Elemento de Competencia al que pertenece la práctica	Elemento de Competencia III
	Analizar los modelos yacimientos minerales ortomagmáticos y de origen hidrotermal da partir de las diferentes técnicas de análisis, alteraciones mineralógicas, tipos de rocas, profundidad, temperatura para entender la distribución de los elementos económicos, mediante la toma de decisiones y la solución de problemas en el área de la exploración, con base en la clasificación de los modelos de yacimientos minerales.

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
Práctica No. 7	Análisis de Alteraciones en Yacimientos Tipo Pórfido	Interpretar zonas de alteración mineralógica para identificar patrones de zonación en yacimientos tipo pórfido, reconstruyendo gradientes térmicos y químicos, y vinculándolos con modelos genéticos de mineralización, mediante análisis de muestras representativas en laboratorio.
Práctica No. 8	Análisis Comparativo de Modelos Hidrotermal vs. Ortomagmático	Comparar modelos de yacimientos para inferir procesos formadores, contextos geodinámicos y estrategias de exploración, integrando enfoques empíricos y teóricos
Práctica No. 9	Descripción de Núcleos de Perforación Mineralizados	Describir litologías y alteraciones en núcleos para identificar zonas mineralizadas, estimar leyes potenciales y contribuir a modelos geológicos 3D, aplicando protocolos de registro estandarizados.
Práctica No. 10	Práctica de Campo para el reconocimiento de afloramientos mineralizados	Identificar afloramientos mineralizados para inferir modelos genéticos, priorizar áreas de exploración y diseñar campañas de muestreo, integrando tectónica regional (ej: Provincia Magmática de Sonora).



UES

Universidad Estatal de Sonora
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu

PRÁCTICAS

NOMBRE DE LA PRÁCTICA 1.	Reconocimiento de Ambientes Geológicos y Potencial Minero
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Interpretar esquemas geológicos para identificar ambientes tectónicos y evaluar su potencial para la formación de yacimientos minerales, aplicando análisis sistemático y pensamiento estratégico en gabinete.

FUNDAMENTO TEÓRICO

La génesis de los yacimientos minerales está profundamente relacionada a procesos tectónicos que no solo determinan el tipo de actividad magmática, sedimentaria o metamórfica en el que puede ocurrir, sino también las condiciones de presión, temperatura y circulación de fluidos que favorecen la concentración de minerales en cantidades económicamente viables. Entre los principales entornos donde se forman estos depósitos destacan los márgenes convergentes, los márgenes divergentes, las zonas intracratónicas o intraplaca y los rifts continentales.

En los márgenes convergentes, donde las placas tectónicas colisionan y una se subduce debajo de otra, se generan zonas de gran actividad magmática y deformación tectónica. Este ambiente es particularmente favorable para la formación de yacimientos de tipo pórfido cuprífero, depósitos epitermales y de skarn, debido a la interacción entre los magmas y los fluidos hidrotermales ricos en metales.

En los márgenes divergentes, especialmente en las dorsales oceánicas, el ascenso del magma desde el manto genera sistemas hidrotermales en el lecho marino. Estos sistemas dan origen a depósitos de sulfuros masivos volcanogénicos (VMS), ricos en cobre, zinc y plomo, formados por la precipitación de minerales a partir de fluidos calientes al entrar en contacto con el agua marina fría.

Los ambientes de intraplaca, caracterizados por su relativa estabilidad tectónica, son escenarios donde predominan procesos sedimentarios o intrusivos más antiguos. En estos entornos se encuentran yacimientos como las formaciones de hierro bandeado (BIF), depósitos de uranio en areniscas, fosfatos marinos o incluso kimberlitas portadoras de diamantes.

Finalmente, en los rifts continentales, donde la corteza terrestre se adelgaza por procesos extensionales, se forman cuencas y volcanismos alcalinos que pueden dar lugar a yacimientos de elementos raros, como litio, tierras raras, tantalio y niobio. Estos ambientes también favorecen la acumulación de minerales evaporíticos en lagos cerrados y cuencas sedimentarias.

Comprender y reconocer estos ambientes geológicos a través de esquemas, mapas o modelos conceptuales permite identificar con mayor certeza qué tipos de depósitos minerales pueden esperarse en una región determinada. Esta capacidad es esencial en la exploración geológica moderna, ya que permite optimizar los recursos humanos y materiales al dirigirlos hacia áreas con alto potencial mineralógico, apoyando una toma de decisiones informada y estratégica.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

Material/Equipo	Cantidad
Esquemas geológicos (con escala, leyenda, etc.).	1 por estudiante o equipo.
Lápices de Colores (mínimo 4 colores distintos)	1 por estudiante o equipo.
Juego geométrico	1 por estudiante o equipo.
Lupa geológica 10x	1 por estudiante o equipo.

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

1. Observación inicial del esquema.

2. Identifica elementos clave.

3. Marca con lápiz:

- Placas y estructuras tectónicas: subducción (triángulos), dorsales (líneas onduladas), fallas transformantes o continentales (líneas).
- Estructuras geológicas: volcanes, fosas, arcos, cuencas, montañas, pliegues y fallas.
- Tipos de rocas (litologías): Usa colores para identificar rocas Ígneas volcánicas, Ígneas plutónicas, Sedimentarias y Metamórficas.

**4. Analiza el entorno geológico y relaciona el ambiente con tipos de yacimientos
Según el ambiente, considera:**

- Convergente: Pórfidos, epitermales, skarns, VMS.
- Divergente: VMS oceánicos.
- Intracratónico: Estratoligados (Pb-Zn, Cu), diamantes, lateritas.
- Rift: VMS, carbonatitas, fosfatos, tierras raras.

Marca las zonas potenciales, usa símbolos y haz tu leyenda:

- Círculo rojo: Intrusiones (pórfidos, skarns)
- Estrella amarilla: Zonas volcánicas (VMS, epitermales)
- Triángulo verde: Contactos con calizas (skarns)
- Cuadro azul: Sedimentarias favorables (estratoligados)
- Línea punteada naranja: Grandes fallas (conductos de fluidos)

Anota brevemente qué tipo de depósito esperarías y por qué.

Ej.: Círculo rojo: Potencial pórfido Cu-Au por intrusión magmática en arco volcánico.

RESULTADOS ESPERADOS

- Reconocer visualmente elementos tectónicos y geológicos presentes en esquemas o mapas, identificando estructuras claves como subducciones, dorsales, fallas, arcos volcánicos, cuencas y tipos de litología.
- Relacionar el ambiente tectónico con modelos genéticos de yacimientos minerales, identificando los tipos de depósitos que podrían formarse en dicho contexto (pórfidos, epitermales, VMS, skarns, estratoligados, etc.) usando una simbología clara y coherente (círculos, estrellas, triángulos, líneas, etc.), y elaborar una leyenda que lo acompañe.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Preguntas o guías para la interpretación de los datos:

1. ¿Qué características clave en el esquema te permitieron identificar el ambiente tectónico?
2. ¿Qué tipos específicos de yacimientos minerales son más probables de encontrar en este ambiente?
3. ¿Qué zonas del esquema consideras de mayor prioridad para exploración minera y por qué? (Basado en los modelos genéticos y las marcas realizadas).
4. Explica por qué es fundamental entender el ambiente tectónico para guiar la exploración minera.
5. Reflexiona sobre las limitaciones de trabajar solo con esquemas. ¿Qué información adicional sería crucial en un proyecto real?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

- La actividad permitirá al estudiante reforzar su capacidad de observación, análisis e interpretación de esquemas tectónicos, desarrollando competencias esenciales para el trabajo geológico y minero.
- El estudiante será capaz de identificar y analizar los elementos estructurales y litológicos presentes en esquemas geológicos, permitiendo la correcta clasificación del ambiente tectónico representado.
- Esta clasificación facilitará la interpretación de los modelos genéticos asociados a la formación de yacimientos minerales, estableciendo conexiones claras entre las características del entorno geológico y los tipos de depósitos esperados.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Selecciona un yacimiento mineral REAL asociado al ambiente tectónico.
- Investiga y presenta una ficha técnica breve que incluya: Nombre, Ubicación, Tipo de Depósito, Ambiente Tectónico Específico, Minerales Principales, Edad de Formación, y cómo se relaciona su génesis con lo visto en la práctica.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	<p>Criterio de evaluación asignado por el facilitador.</p> <p>Se sugiere:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="540 411 1040 443">Criterio</th> <th data-bbox="1187 411 1235 443">%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="540 447 1040 478">Descripción completa de los esquemas</td> <td data-bbox="1187 447 1235 478">35%</td> </tr> <tr> <td data-bbox="540 480 1040 512">Identificación de Zonas de Potencial Mineralizado</td> <td data-bbox="1187 480 1235 512">25%</td> </tr> <tr> <td data-bbox="540 514 1040 546">Interpretación Geológica</td> <td data-bbox="1187 514 1235 546">25%</td> </tr> <tr> <td data-bbox="540 548 1040 579">Reporte de la práctica</td> <td data-bbox="1187 548 1235 579">15%</td> </tr> </tbody> </table>	Criterio	%	Descripción completa de los esquemas	35%	Identificación de Zonas de Potencial Mineralizado	25%	Interpretación Geológica	25%	Reporte de la práctica	15%
Criterio	%										
Descripción completa de los esquemas	35%										
Identificación de Zonas de Potencial Mineralizado	25%										
Interpretación Geológica	25%										
Reporte de la práctica	15%										
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	<p>Reporte de Prácticas en General Rubrica de práctica de laboratorio</p>										
Formatos de reporte de prácticas	<p>Anexo 17: Formato de reporte de práctica de laboratorio</p>										

COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA

Analizar modelos geológicos de formación de yacimientos minerales con la finalidad de relacionarlos con procesos geológicos específicos, bajo condiciones de trabajo en gabinete utilizando pensamiento analítico.

FUNDAMENTO TEÓRICO

La formación de yacimientos minerales con potencial económico son el resultado de complejos procesos geológicos, estos actúan de forma interrelacionada y secuencial bajo condiciones específicas, tales como:

- **Cristalización fraccionada (diferenciación magmática):** proceso magmático que genera la concentración de ciertos minerales a partir del enfriamiento progresivo del magma.
- **Circulación hidrotermal:** flujo de fluidos calientes que transportan y depositan minerales en fracturas y cavidades de la roca hospedante. Pueden tener diversos orígenes:
 - Magmáticos: Liberados durante la cristalización final y exsolución de un magma rico en volátiles (H₂O, CO₂, S, Cl, F).
 - Metamórficos: Agua liberada durante reacciones de deshidratación de minerales (ej.: transformación de arcillas a micas, anfíboles; serpentización).
 - Meteóricos: Agua superficial (lluvia, nieve derretida) que se infiltra y calienta profundamente (a veces hasta varios km).
 - Oceánicos (VMS/SEDEX): Agua de mar que circula en corteza oceánica caliente, lixiviando metales.
 - Formacionales: Agua atrapada en los poros de las rocas sedimentarias durante su deposición (aguas connatas).
- **Deformación estructural:** tectónica que genera fracturas, fallas y pliegues, facilitando el ascenso de fluidos y el emplazamiento mineral, **no genera** los metales *per se*, pero es el controlador crítico para:
 - Crear Permeabilidad: Las estructuras actúan como conductos (vías de migración) para que los fluidos hidrotermales asciendan desde fuentes profundas (cámaras magmáticas, zonas metamórficas) hacia niveles superiores de la corteza.
 - Crear Espacio para la Deposición: Fracturas, brechas, espacios en juntas, núcleos de pliegues y zonas de dilatación en fallas proporcionan las cavidades físicas donde los minerales pueden precipitar y acumularse (ej., vetas relleno de fracturas).
 - Flujo de Fluidos: Las estructuras actúan como canales que concentran y dirigen el flujo de grandes volúmenes de fluidos hacia zonas específicas, aumentando la eficiencia del proceso de deposición.
 - Generar Trampas Estructurales: La geometría de las estructuras puede crear

configuraciones que favorezcan la acumulación de fluidos y minerales (ej., sellos impermeables, zonas de reducción de presión).

- Controlar la Localización de Magmas: La tectónica regional (zonas de subducción, rifts, puntos calientes) controla dónde se generan y ascienden los magmas, que son fuentes de calor y metales para muchos sistemas hidrotermales y magmáticos.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

Material/Equipo	Cantidad
Modelos impresos o digitales de yacimientos tipo: <ul style="list-style-type: none"> - Pórfido cuprífero - Skarn de Fe-Ca-W - Epitermal de baja y alta sulfuración 	1 por estudiante o equipo.
Marcadores de colores	1 por estudiante o equipo.
Hojas para notas o formatos de análisis	1 por estudiante o equipo.
Lupa geológica 10x	1 por estudiante o equipo.

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

- 1. Observación inicial del modelo geológico:**
 - Analiza el modelo impreso observando zonas de alteración, intrusivos, estructuras y mineralización.
- 2. Identificación de procesos geológicos involucrados:**
 - Determina si el modelo muestra evidencia de cristalización fraccionada, alteración hidrotermal, contactos ígneos, o deformación estructural.
- 3. Asociación con el tipo de yacimiento:**
 - Clasifica el modelo según los tipos propuestos (pórfido, skarn o epitermal).
- 4. Reconocimiento de minerales asociados:**
 - En función del modelo, identifica los minerales típicos esperados (Cu, Mo, Fe, Au, Ag, Zn, etc.).

RESULTADOS ESPERADOS

- Identificación precisa de rocas ígneas (stocks, diques), sedimentarias (calizas, areniscas) o metamórficas.
- Mapeo de zonas como potásica (tonos rojizos, K-feldespato), fílica (blanquecina, cuarzo-sericita), skarn (verde/marrón, granate-piroxeno) o argílica avanzada (blanca, alunita).
- Registro de fallas (orientación, desplazamiento), sistemas de fracturas (stockwork, vetas) y pliegues.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Preguntas o guías para la interpretación de los datos:

1. ¿Qué procesos formadores se evidencian en el modelo?
2. ¿Qué tipo de alteración se presenta?
3. ¿Qué estructuras controlan el emplazamiento mineral?
4. ¿Cuál sería la mineralización económica esperada?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

- Comprender cómo diferentes procesos geológicos contribuyen a la formación de yacimientos.
- Relacionar la presencia de estructuras y litologías con la mineralización.
- Ser capaz de identificar y comparar modelos para la predicción de áreas prospectivas.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Realiza una tabla comparativa de modelos de yacimientos.
- Búsqueda de un modelo actual y su aplicación a Sonora.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	Criterio de evaluación asignado por el facilitador.										
	<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 style="text-align: center;">Identificación correcta del tipo de yacimiento</td> <td style="text-align: center;">35%</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Identificación de procesos geológicos con mineralización</td> <td style="text-align: center;">25%</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Interpretación Geológica</td> <td style="text-align: center;">25%</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Reporte de la práctica</td> <td style="text-align: center;">15%</td> </tr> </tbody> </table>	Criterio	%	Identificación correcta del tipo de yacimiento	35%	Identificación de procesos geológicos con mineralización	25%	Interpretación Geológica	25%	Reporte de la práctica	15%
Criterio	%										
Identificación correcta del tipo de yacimiento	35%										
Identificación de procesos geológicos con mineralización	25%										
Interpretación Geológica	25%										
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										

COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA

Describir litologías representativas con la finalidad de reconocer asociaciones litológicas propias de yacimientos minerales bajo condiciones de laboratorio, aplicando habilidades de observación y síntesis.

FUNDAMENTO TEÓRICO

La descripción de rocas en muestra de mano se sustenta en los principios de petrología, disciplina que estudia el origen, clasificación y transformación de las rocas mediante:

1. Sistemas de Clasificación Genética:

- Rocas Ígneas: Diferenciadas por textura (fanerítica/afanítica) y composición mineralógica (series de Bowen).
- Rocas Sedimentarias: Clasificadas por origen (clásticas, químicas, orgánicas) y tamaño de grano (conglomerados, areniscas, lutitas).
- Rocas Metamórficas: Determinadas por grado metamórfico (facies de Eskola) y texturas (foliación en esquistos, bandeado en gneises).

2. Ley de la Superposición de Fases:

Relaciona estabilidad mineral con condiciones Presión – Temperatura.

3. Mineralogía: La identificación mineralógica es clave para reconocer asociaciones paragenéticas indicativas de ambientes mineralizantes:

- Minerales Índice:
 - ✓ Hidrotermales: Cuarzo + pirita + calcopirita en pórfidos cupríferos.
 - ✓ Metamórficos: Estauroлита + granate en facies de anfibolita.
- Alteración Hidrotermal: Asociaciones como sericita-pirita (fíllica) o clorita-epidota (propilítica) como vectores hacia mineralización.

4. Geoquímica de Procesos Formadores

Las propiedades físicas observables reflejan procesos geoquímicos profundos:

- Comportamiento de Elementos: Enriquecimiento de metales (Cu, Au) en zonas de fusión parcial (ígneas) o fluidos hidrotermales.
- Isótopos Estables: Firmas $\delta^{34}\text{S}$ en sulfuros para discriminar fuentes magmáticas vs. sedimentarias.

5. Marco Conceptual en Exploración Minera

La descripción macroscópica integra el modelo de sistemas de yacimientos minerales (Hedenquist, 2000):

- Asociaciones Litológicas Diagnósticas
- Zonación Mineral: Secuencias espaciales que guían la exploración.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

Material/Equipo	Cantidad
Muestras de mano	3-6 muestras por estudiante o equipo.
Lupa geológica 10x	1 por estudiante o equipo.
Navaja	1 por estudiante o equipo.
Imán	1 por estudiante o equipo.
Ácido clorhídrico (HCl) al 10%	1 por estudiante o equipo.
Guantes de nitrilo	1 por estudiante o equipo.
Guía de identificación de minerales	1 por estudiante o equipo.

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

1. Descripción Macroscópica

- Color: Observar en superficie fresca.
- Textura: Tamaño de grano (grosso/fino), homogeneidad, presencia de foliación (metamórficas) o vesículas (ígneas).
- Mineralogía: Identificar minerales mayoritarios con lupa (cuarzo, feldespatos, micas) y accesorios (pirita, calcopirita).
- Dureza: Rayar con la navaja (Mohs 5.5) o uña (Mohs 2.5) la muestra.
- Raya: Frotar en placa de porcelana.
- Magnetismo: Usar imán (ej.: magnetita).
- Efervescencia: Aplicar una gota de HCl (carbonatos).

2. Registro

- Anotar y describir las observaciones de las muestras de mano.
- Relacionar las muestras con el modelo de yacimiento mineral.

RESULTADOS ESPERADOS

- Identificar y clasificar el tipo de roca de las muestras de mano.
- Identificar y enlistar los minerales presentes en la roca.
- Relacionar las muestras con un modelo de yacimiento mineral.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. ¿La asociación mineralógica sugiere un ambiente geológico específico?
2. ¿Existen minerales indicadores de mineralización económica?
3. Compare sus resultados con litologías típicas de yacimientos en México y el estado de Sonora.

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

- El estudiante deberá identificar y describir las características de distintas litológicas, tales como textura, color, estructura, minerales predominantes y grado de alteración, utilizando técnicas básicas de observación directa en muestra de mano.
- Análisis comparativo entre los diferentes tipos de rocas para reconocer las asociaciones litológicas comunes en ambientes geológicos mineralizados.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Analizar fotografías de afloramientos en zonas mineras (ej.: mina La Caridad, Nacozari, Sonora) y correlacionar con muestras de mano.
- Dada una muestra con pirita y cuarzo, proponer un modelo genético de yacimiento y minerales asociados.
- Explica con tus propias palabras la relación entre la textura de una roca y su proceso de formación (en rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas).

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	<p>Criterio de evaluación asignado por el facilitador.</p> <p>Se sugiere:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Criterio</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Descripción completa de muestras</td> <td>30%</td> </tr> <tr> <td>Identificación correcta de minerales</td> <td>30%</td> </tr> <tr> <td>Relación con yacimientos</td> <td>25%</td> </tr> <tr> <td>Reporte de la práctica</td> <td>15%</td> </tr> </tbody> </table>	Criterio	%	Descripción completa de muestras	30%	Identificación correcta de minerales	30%	Relación con yacimientos	25%	Reporte de la práctica	15%
Criterio	%										
Descripción completa de muestras	30%										
Identificación correcta de minerales	30%										
Relación con yacimientos	25%										
Reporte de la práctica	15%										
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	<p>Reporte de Prácticas en General Rubrica de práctica de laboratorio</p>										
Formatos de reporte de prácticas	<p>Anexo 17: Formato de reporte de práctica de laboratorio</p>										

NOMBRE DE LA PRÁCTICA 4.	Reconstrucción de Historia Geológica Local (Sonora)
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Integrar datos de campo y gabinete con la finalidad de reconstruir la historia geológica de un área específica, bajo condiciones de investigación documental y esquemática.

FUNDAMENTO TEÓRICO

La reconstrucción de la historia geológica de una región implica interpretar e integrar diversos elementos geológicos como litologías, estructuras tectónicas, edades relativas y absolutas de las rocas, así como eventos metamórficos, intrusivos y erosivos. A partir de:

- **Principios Estratigráficos**
 - Superposición de estratos (Steno), relaciones de corte (Hutton) e inclusiones (Lyell).
 - Análisis de discordancias angulares como marcadores de eventos tectónicos.
- **Geología Estructural:**
 - Interpretación de pliegues, fallas y foliaciones para reconstruir campos de esfuerzos.
- **Geocronología relativa:**
 - Datación relativa mediante fósiles índices (bioestratigrafía) y relaciones de contacto.
- **Tectónica regional de Sonora:**
 - Análisis de eventos tectónicos relevantes en el estado de sonora.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

Material/Equipo	Cantidad
Mapas geológicos regionales (INEGI o SGM) de diferentes escalas.	Por estudiante o equipo.
Columnas estratigráficas locales	Por estudiante o equipo.
Artículos científicos y boletines geológicos	Por estudiante o equipo.
Colores, hojas blancas o albanene para esquemas	Por estudiante o equipo.
Computadora con acceso a Google Earth o Software QGIS o ArcGIS	Por estudiante o equipo.

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

1. Seleccionar un área dentro del estado de Sonora.
2. Reunir la información geológica disponible: mapa geológico, unidades litológicas, edad de las formaciones, estructuras.
3. Identificar los eventos geológicos principales (deposición, intrusión, metamorfismo, fallamiento, erosión, etc.).
4. Ordenar los eventos en una secuencia cronológica relativa.
5. Elaborar un esquema o diagrama secuencial que represente gráficamente la evolución geológica del área.

RESULTADOS ESPERADOS

- Interpretación de la secuencia de eventos geológicos del área seleccionada.
- Identificación y análisis de unidades litológicas y estructuras tectónicas.
- Elaboración de un esquema que muestre la evolución geológica del área.
- Integración coherente de fuentes documentales y esquemas gráficos.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Preguntas o guías para la interpretación de los datos:

1. ¿Qué tipo de unidades litológicas están presentes en el área de estudio?
2. ¿Qué eventos geológicos pueden inferirse a partir de la relación entre las unidades?
3. ¿Qué ambientes de depósito están representados en las unidades sedimentarias?
4. ¿Cómo explica la distribución de mineralizaciones (pórfidos cupríferos) la evolución tectónica mesozoica?
5. ¿Qué evidencia en campo valida la dirección de transporte de fallas cenozoicas?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

- El estudiante identificara las principales etapas geológicas del área seleccionada, comprendiendo procesos como sedimentación marina, actividad ígnea y deformaciones tectónicas.
- E integrara datos cartográficos y bibliográficos que facilita la reconstrucción de una historia geológica coherente

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Comparar secuencias de Sonora con secuencias de la república mexicana.

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>Integración e interpretación de datos geológicos</td> <td>30%</td> </tr> <tr> <td>Esquema gráfico de historia geológica</td> <td>30%</td> </tr> <tr> <td>Relación con yacimientos</td> <td>25%</td> </tr> <tr> <td>Reporte de la práctica</td> <td>15%</td> </tr> </tbody> </table>	Criterio	%	Integración e interpretación de datos geológicos	30%	Esquema gráfico de historia geológica	30%	Relación con yacimientos	25%	Reporte de la práctica	15%
Criterio	%										
Integración e interpretación de datos geológicos	30%										
Esquema gráfico de historia geológica	30%										
Relación con yacimientos	25%										
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.	Identificación Macroscópica de Minerales de Alteración
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Reconocer minerales de alteración y asociarlos a zonamientos hidrotermales mediante observación macroscópica, diferenciando ambientes de alteración y vinculándolos con sistemas mineralizantes, aplicando análisis comparativo y pensamiento espacial.

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 feldespatos y biotita por ortoclasa, sericita y, ocasionalmente, magnetita. Es típica de zonas profundas en sistemas tipo pórfido cuprífero.
- **Alteración fílica (sericítica):** 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 propilítica:** caracterizada por clorita, epidota, calcita y albita, ocurre en zonas periféricas de sistemas hidrotermales.
- **Alteración silíceas:** 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
Muestras de mano con alteración visible	3-6 muestras por estudiante o equipo.
Lupa geológica 10x	1 por estudiante o equipo.
Guía de identificación de minerales de alteración	1 por estudiante o equipo.
Ácido clorhídrico HCl al 10%	1 por estudiante o equipo.

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

1. Observar detenidamente cada muestra de mano.
2. Identifica los minerales presentes, considerando:
 - ✓ Color
 - ✓ Brillo
 - ✓ hábito cristalino
 - ✓ Reacción al ácido clorhídrico HCl al 10%
 - ✓ Dureza
3. Registrar en una tabla sus propiedades macroscópicas.
4. Clasificar la muestra según el tipo de alteración predominante (argílica, propilítica, silícica, etc.).
5. Relacionar el tipo de alteración con su posible posición dentro de un sistema hidrotermal.
6. Comparar las muestras entre sí para establecer un zonamiento hidrotermal.
7. Elaborar un esquema o modelo simple del sistema hidrotermal con las zonas de alteración inferidas.

RESULTADOS ESPERADOS

- Identificación correcta de minerales indicativos de alteración.
- Clasificación de tipos de alteración presentes en las muestras.
- Interpretación del posible zonamiento hidrotermal.
- Elaboración de una síntesis gráfica del sistema estudiado.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Preguntas o guías para la interpretación de los datos:

1. ¿Se observa más de un tipo de alteración en la muestra? ¿Cómo se relacionan?
2. Según los minerales de alteración presentes, ¿en qué parte del sistema hidrotermal se podría ubicar la muestra?
3. ¿Cómo se interpreta el ambiente físico-químico (pH, temperatura, profundidad) en el que se formaron los minerales observados?
4. Comparando varias muestras con diferentes tipos de alteración, ¿puedes establecer una secuencia de zonamiento hidrotermal?
5. ¿Qué utilidad tiene la identificación de minerales de alteración en la exploración geológica?

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 facilitara 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	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>Descripción completa de muestras</td> <td>25%</td> </tr> <tr> <td>Clasificación de tipos de alteración</td> <td>20%</td> </tr> <tr> <td>Interpretación Geológico - Estructural</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	%	Descripción completa de muestras	25%	Clasificación de tipos de alteración	20%	Interpretación Geológico - Estructural	25%	Análisis e interpretación geológica	15%	Reporte de la práctica
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	Reporte de Prácticas en General Rubrica de práctica de laboratorio											
Formatos de reporte de prácticas	Anexo 17: Formato de reporte de práctica de laboratorio											

COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA

Clasificar minerales de alteración mediante identificación óptica en lámina delgada, reconstruyendo la paragénesis mineral y proponiendo un modelo de sistema hidrotermal, aplicando rigor analítico.

FUNDAMENTO TEÓRICO

El análisis petrográfico es una herramienta fundamental en el estudio de los minerales de alteración hidrotermal. Mediante el uso del microscopio de polarización, se pueden identificar minerales que no siempre son distinguibles a simple vista, permitiendo caracterizar de forma precisa los cambios mineralógicos inducidos por fluidos hidrotermales.

Las principales asociaciones minerales en zonas de alteración incluyen:

- **Potásica:** biotita secundaria, ortoclasa, magnetita
- **Fílica:** cuarzo, sericita, pirita
- **Argílica intermedia:** caolinita, montmorillonita
- **Argílica avanzada:** alunita, caolinita, pirofilita
- **Propilítica:** clorita, epidota, calcita, albita

La paragénesis mineral representa la sucesión temporal de minerales que se formaron en un sistema geológico. Reconstruirla permite entender los cambios en condiciones físico-químicas del sistema: temperatura, pH, fugacidad del oxígeno, etc.

Este análisis también permite inferir zonamientos hidrotermales, lo cual es esencial en la exploración minera, ya que ayuda a determinar la proximidad al centro de mineralización, comúnmente rico en metales como Cu, Mo, Au o Ag.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

Material/Equipo	Cantidad
Microscopio petrográfico	1 por estudiante o equipo.
Láminas delgadas de rocas alteradas	2-5 láminas por estudiante o equipo.
Guía de minerales ópticos	1 por estudiante o equipo.

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

1. Observar las láminas delgadas bajo microscopio petrográfico.
2. Identificar los minerales de alteración presentes en cada lámina utilizando propiedades ópticas (birrefringencia, pleocroísmo, hábito, color, relieve, extinción, etc.).
3. Registrar los datos en una tabla descriptiva.
4. Determinar la secuencia de formación (paragénesis) de los minerales en cada muestra.
5. Relacionar la paragénesis con un modelo de zonamiento hidrotermal.
6. Representar gráficamente el modelo interpretativo del sistema (columna o corte esquemático).
7. Comparar con ejemplos reales de yacimientos conocidos.

RESULTADOS ESPERADOS

- ✓ Identificación correcta de minerales de alteración bajo el microscopio.
- ✓ Registro detallado de propiedades ópticas.
- ✓ Elaboración de esquemas paragéneticos por muestra.
- ✓ Propuesta razonada de un modelo de sistema hidrotermal.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Preguntas o guías para la interpretación de los datos:

1. ¿Qué minerales de alteración lograste identificar en lámina delgada?
2. ¿A qué tipo de alteración corresponde cada mineral observado (potásica, fílica, propilítica, argílica, etc.)?
3. ¿Cómo podrías inferir la secuencia de eventos de alteración?
4. ¿Qué relación temporal y espacial existe entre los minerales de alteración identificados?
5. ¿Qué implicaciones tiene la paragénesis y la alteración observada para la prospección minera?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

El estudiante identificó minerales clave que permitirá inferir un ambiente de alteración propilítico y fílico en las muestras. La observación en lámina delgada permitió una mayor precisión en la clasificación y entendimiento de la evolución del sistema. Donde la paragénesis mineral indica un sistema hidrotermal activo en múltiples pulsos, lo que puede asociarse a mineralización económica.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

1. Observa al menos tres láminas delgadas con minerales de alteración e identifica las propiedades ópticas clave.
2. Analiza la sucesión de minerales presentes en una muestra alterada. Responde:
 - ¿Cuál es el orden de formación de los minerales de alteración observados?
 - ¿Existen inclusiones o relaciones de reemplazo que ayuden a definir la paragénesis?
 - Dibuja un diagrama paragénetico (mineral vs. tiempo) con base en tu interpretación.

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>Identificación óptica de minerales de alteración</td> <td>25%</td> </tr> <tr> <td>Registro técnico de observaciones</td> <td>20%</td> </tr> <tr> <td>Reconstrucción de la paragénesis mineral</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 óptica de minerales de alteración	25%	Registro técnico de observaciones	20%	Reconstrucción de la paragénesis mineral	25%	Análisis e interpretación geológica	15%	Reporte de la práctica
Criterio	%											
Identificación óptica de minerales de alteración	25%											
Registro técnico de observaciones	20%											
Reconstrucción de la paragénesis mineral	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											

COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA

Interpretar zonas de alteración mineralógica para identificar patrones de zonación en yacimientos tipo pórfido, reconstruyendo gradientes térmicos y químicos, y vinculándolos con modelos genéticos de mineralización, mediante análisis de muestras representativas en laboratorio.

FUNDAMENTO TEÓRICO

Los yacimientos tipo pórfido representan uno de los modelos más importantes de mineralización en el mundo, principalmente para cobre, molibdeno y oro. Se caracterizan por la intrusión de cuerpos porfídicos que emiten soluciones hidrotermales, generando alteraciones concéntricas alrededor del intrusivo.

Las principales zonas de alteración en un sistema tipo pórfido son:

- **Alteración potásica:** Cuarzo, ortoclasa, biotita secundaria; corresponde al núcleo del sistema, alta temperatura (500–700 °C).
- **Alteración fílica:** Cuarzo, sericita, pirita; intermedia, moderada a alta temperatura (250–400 °C).
- **Alteración argílica intermedia o avanzada:** Caolinita, alunita, pirofilita; baja temperatura y pH ácido.
- **Alteración propilítica:** Clorita, epidota, calcita, albita; zonas distales, temperaturas <250 °C.

La zonación hidrotermal refleja gradientes térmicos y químicos generados por la migración de fluidos. Interpretar correctamente estas zonas permite ubicar el centro de mineralización y reconstruir la evolución del sistema.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

Material/Equipo	Cantidad
Muestras de roca alterada representativas de zonas tipo pórfido	2 – 5 muestras por estudiante o equipo.
Microscopio estereográfico	1 por estudiante o equipo.
Guía de alteraciones hidrotermales	1 por estudiante o equipo.

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

1. Observar las muestras de mano.
2. Identificar los minerales de alteración presentes en cada muestra.
3. Clasificar cada muestra según el tipo de alteración hidrotermal.
4. Ordenar las muestras en función de un posible gradiente desde el centro hacia la periferia del sistema.
5. Construir un esquema de zonación hidrotermal basado en las muestras analizadas.
6. Relacionar las observaciones con un modelo genético de depósito tipo pórfido.
7. Comparar las alteraciones observadas con ejemplos de yacimientos reales (como Cananea o La Caridad, etc.).

RESULTADOS ESPERADOS

- ✓ Identificación precisa de minerales de alteración en cada muestra.
- ✓ Clasificación de zonas de alteración: potásica, fílica, argílica, propilítica.
- ✓ Interpretación de la zonación hidrotermal.
- ✓ Representación gráfica del sistema tipo pórfido.
- ✓ Relación con modelos genéticos y posibles zonas de mineralización.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Preguntas o guías para la interpretación de los datos:

1. ¿Cómo varían los minerales de alteración entre las diferentes muestras? ¿Se observa una transición ordenada desde el núcleo hacia zonas externas del sistema?
2. ¿Qué inferencias puedes hacer sobre los gradientes térmicos y químicos a partir de la zonación observada?
3. ¿Qué secuencia de alteración puede reconstruirse con base en la paragénesis mineral identificada?
4. ¿Cómo se relacionan las zonas de alteración observadas con el modelo clásico de zonación de Lowell y Guilbert (1970)?
5. ¿Cómo ayuda la interpretación de alteraciones a guiar una campaña de exploración minera en campo?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

El estudiante interpretará un patrón de zonación hidrotermal compatible con un sistema tipo pórfido, reconociendo gradientes térmicos y químicos a través de las muestras. Donde identifico las zonas potásicas y fílica mostraron mayor probabilidad de mineralización económica, permitiendo validar el modelo conceptual.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- **Dibuja un esquema de un yacimiento tipo pórfido (vista en corte) e indica:**
 - Las cuatro zonas principales de alteración: potásica, fílica, argílica, propilítica.
 - Al menos dos minerales guía por zona.
 - El lugar donde esperarías encontrar mineralización económica de Cu, Mo, Au.

- **Investiga un yacimiento tipo pórfido en México y responde:**
 - ¿Qué tipos de alteración han sido identificados en la literatura geológica?
 - ¿Qué minerales metálicos se concentran en cada zona?
 - ¿Cómo se relaciona esto con las observaciones hechas en esta práctica?

- **Elabora una reconstrucción esquemática (dibujada a mano o en digital) del sistema hidrotermal tipo pórfido estudiado, indicando:**
 - Zonas de alteración (propilítica, argílica, fílica, potásica).
 - Ubicación del cuerpo intrusivo.
 - Flujo aproximado de los fluidos hidrotermales (flechas).
 - Sitios probables de mineralización metálica.
 - Zonas de mayor y menor temperatura/pH.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	Criterio de evaluación asignado por el facilitador.												
	<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 style="text-align: center;">Identificación de minerales de alteración</td> <td style="text-align: center;">25%</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Clasificación de zonas de alteración</td> <td style="text-align: center;">20%</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Reconstrucción de gradientes y zonación</td> <td style="text-align: center;">25%</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Análisis e interpretación geológica</td> <td style="text-align: center;">15%</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Reporte de la práctica</td> <td style="text-align: center;">15%</td> </tr> </tbody> </table>	Criterio	%	Identificación de minerales de alteración	25%	Clasificación de zonas de alteración	20%	Reconstrucción de gradientes y zonación	25%	Análisis e interpretación geológica	15%	Reporte de la práctica	15%
Criterio	%												
Identificación de minerales de alteración	25%												
Clasificación de zonas de alteración	20%												
Reconstrucción de gradientes y zonación	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												

COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Ortomagmático Comparar modelos de yacimientos para inferir procesos formadores, contextos geodinámicos y estrategias de exploración, integrando enfoques empíricos y teóricos.
-----------------------------------	---

FUNDAMENTO TEÓRICO

Los yacimientos hidrotermales se forman por la circulación de fluidos calientes a través de rocas fracturadas. Estos fluidos pueden provenir de fuentes magmáticas, meteóricas o metamórficas, y al enfriarse o interactuar con las rocas hospedantes, precipitan minerales metálicos. Se subdividen en varios tipos: pórfido, epitermal, skarn, VMS, entre otros.

Por otro lado, los yacimientos ortomagmáticos se generan directamente a partir de la cristalización de magmas ricos en metales, sin requerir fluidos secundarios. Están relacionados con procesos magmáticos diferenciados y segregación de sulfuros, y suelen dar origen a depósitos como:

- Cromitas estratiformes
- Ni-Cu-Co asociados a rocas ultramáficas
- Ti-V-Fe en intrusiones máficas
- Depósitos de elementos del grupo del platino (PGE)

Diferencias clave entre modelos:

Característica	Hidrotermal	Ortomagmático
Origen del metal	Soluciones hidrotermales	Cristalización magmática
Profundidad de formación	Variable (superficial a profunda)	Generalmente profunda
Morfología	Estructuras irregulares, vetas, stockworks	Masiva o estratiforme, concordante
Geodinámica	Margen continental activo, arco volcánico	Zonas intraplaca, rift, cratones

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

Material/Equipo	Cantidad
Fichas o esquemas de modelos hidrotermales y ortomagmáticos	1 por estudiante o equipo.
Muestras de mano	2-5 muestras por estudiante o equipo
Material de consulta: mapas, secciones, bibliografía	Por estudiante o equipo.

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

1. Revisa los modelos esquemáticos o ejemplos reales de yacimientos hidrotermales y ortomagmáticos.
2. Identifica las principales características de cada modelo: génesis, minerales asociados, texturas, contexto tectónico, etc.
3. Completa una tabla comparativa entre ambos tipos de yacimientos.
4. Analiza al menos dos muestras de mano (una de cada tipo).

RESULTADOS ESPERADOS

- Tabla comparativa detallada entre modelos hidrotermales y ortomagmático.
- Análisis de ejemplos específicos con identificación de sus características geológicas.
- Interpretación de contexto geodinámico y proceso formador.
- Discusión de estrategias de exploración apropiadas para cada modelo.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Preguntas o guías para la interpretación de los datos:

1. ¿Cuáles son las principales diferencias en el proceso formador de un yacimiento hidrotermal respecto a uno ortomagmático?
2. ¿Qué características texturales o mineralógicas permiten distinguir estos dos tipos de yacimientos en muestras de mano o delgadas?
3. ¿En qué tipo de ambientes tectónicos se generan típicamente los yacimientos ortomagmáticos? ¿Y los hidrotermales?
4. ¿Cómo influye el tipo de roca huésped en el desarrollo de cada tipo de mineralización?
5. ¿Qué métodos de prospección serían más eficaces para explorar un yacimiento hidrotermal? ¿Y para uno ortomagmático?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

- Los yacimientos hidrotermales y ortomagmáticos presentan diferencias notables en origen, morfología y contexto tectónico.
- La identificación de estas características permite orientar las estrategias de exploración mineral y prever el tipo de mineralización predominante.
- La integración de modelos conceptuales con datos empíricos favorece una interpretación geológica más robusta.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Observa un corte geológico simplificado de un sistema tipo pórfido y uno ortomagmático (puede proporcionarlo el docente o alumno). Luego responde:
 - ✓ Identifica las zonas de alteración o cuerpos máficos diferenciados.
 - ✓ Ubica las zonas con mayor potencial económico.
 - ✓ Relaciona el modelo observado con su posible contexto tectónico.

- Analiza las siguientes descripciones breves de yacimientos. Clasifícalos como hidrotermal o ortomagmático y justifica:
 - ✓ Depósito de cromita estratiforme asociado a una intrusión máfica en Sudáfrica.
 - ✓ Sistema epitermal con vetas de cuarzo-adularia y mineralización de Au-Ag en zona volcánica subductiva.
 - ✓ Depósito de Ni-Cu asociado a rocas ultramáficas en un cratón antiguo (Norilsk, Rusia).
 - ✓ Depósito de cobre en pórfido granodiorítico con zonación hidrotermal concéntrica.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	Criterio de evaluación asignado por el facilitador.												
	Se sugiere:												
	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center; color: white;">Criterio</th> <th style="text-align: center; color: white;">%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; color: white;">Identificación de minerales de alteración</td> <td style="text-align: center; color: white;">25%</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; color: white;">Clasificación de zonas de alteración</td> <td style="text-align: center; color: white;">20%</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; color: white;">Reconstrucción de gradientes y zonación</td> <td style="text-align: center; color: white;">25%</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; color: white;">Análisis e interpretación geológica</td> <td style="text-align: center; color: white;">15%</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; color: white;">Reporte de la práctica</td> <td style="text-align: center; color: white;">15%</td> </tr> </tbody> </table>	Criterio	%	Identificación de minerales de alteración	25%	Clasificación de zonas de alteración	20%	Reconstrucción de gradientes y zonación	25%	Análisis e interpretación geológica	15%	Reporte de la práctica	15%
Criterio	%												
Identificación de minerales de alteración	25%												
Clasificación de zonas de alteración	20%												
Reconstrucción de gradientes y zonación	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 9.	Descripción de Núcleos de Perforación Mineralizados
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Describir litologías y alteraciones en núcleos para identificar zonas mineralizadas, estimar leyes potenciales y contribuir a modelos geológicos 3D, aplicando protocolos de registro estandarizados.

FUNDAMENTO TEÓRICO

La descripción de núcleos de perforación es una herramienta clave en la exploración y evaluación minera. Permite identificar las características litológicas y alteraciones hidrotermales presentes a lo largo de la columna estratigráfica y sus relaciones con la mineralización. Estas observaciones son esenciales para delimitar zonas mineralizadas, realizar estimaciones iniciales de ley y generar modelos geológicos 3D que faciliten la planificación de campañas de perforación y explotación minera. El uso de protocolos de registro estandarizados garantiza la calidad, consistencia y comparabilidad de los datos entre diferentes perforaciones y equipos de trabajo.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

Material/Equipo	Cantidad
Núcleos de perforación mineralizados (o imágenes/fotografías si no se cuenta con núcleos físicos)	1 por estudiante o equipo.
Lupa de mano o microscopio portátil	1 por estudiante o equipo.
Regla y/o cinta métrica	1 por estudiante o equipo.
Formatos de registro estandarizados para descripción de núcleos	1 por estudiante o equipo.
Cámara fotográfica o celular con buena resolución	1 por estudiante o equipo.
Lámpara para observar colores y texturas	1 por estudiante o equipo.
Equipo de seguridad (guantes, gafas, etc.)	1 por estudiante o equipo.
Núcleos de perforación mineralizados	5-10 cajas por estudiante o equipo.

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

1. Inspección general del núcleo:

- Revisar la totalidad del núcleo para identificar cambios litológicos y estructurales.

2. Descripción litológica:

- Registrar tipos de roca (granito, diorita, andesita, etc.) y texturas (holocristalina, vítrea, porfídica).
- Anotar fracturas, contactos, vetas y otras estructuras relevantes.

3. Descripción de alteraciones:

- Identificar y anotar tipos de alteración hidrotermal (potásica, fílica, argílica, propílica) y su intensidad (débil, moderada, fuerte).

4. Mineralización:

- Registrar presencia y distribución de minerales de interés (pirita, calcopirita, magnetita, óxidos).

- Estimar visualmente la ley potencial con base en la cantidad y tipo de mineralización.
- Tomar fotografías de las secciones más representativas o mineralizadas.
- Completar el protocolo estandarizado de descripción para cada intervalo significativo del núcleo.

RESULTADOS ESPERADOS

- Descripción detallada y organizada de las litologías, alteraciones y mineralización presentes en el núcleo.
- Estimación visual de leyes potenciales en diferentes intervalos.
- Registro fotográfico y documental que respalde las observaciones.
- Información organizada para alimentar modelos geológicos 3D y toma de decisiones en exploración.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Preguntas o guías para la interpretación de los datos:

1. ¿Cuáles son las litologías predominantes a lo largo del núcleo?
2. ¿Se observan cambios abruptos o graduales en las rocas? ¿Qué podrían indicar estos cambios?
3. ¿Hay evidencias de contactos o zonación litológica que sugieran procesos intrusivos o sedimentarios?
4. ¿Qué minerales de interés económico se encuentran y en qué concentraciones aproximadas?
5. ¿Existen fracturas, vetas o estructuras que puedan controlar la mineralización?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

- La descripción detallada de núcleos es fundamental para identificar y delimitar zonas mineralizadas.
- La correcta interpretación de alteraciones y mineralización permite realizar estimaciones preliminares de ley y volumen.
- Los protocolos estandarizados aseguran la calidad y comparabilidad de los datos para el modelado y análisis geológico.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	<p>Criterio de evaluación asignado por el facilitador</p> <p>Se sugiere</p> <p>Se sugiere</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Criterio</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Identificación de minerales de alteración</td> <td>25%</td> </tr> <tr> <td>Clasificación de zonas de alteración</td> <td>20%</td> </tr> <tr> <td>alteración filica predomina entre 5 y 15 m. Describe qué significa esta</td> <td>25%</td> </tr> <tr> <td>Reconstrucción de gradientes y zonación</td> <td>25%</td> </tr> <tr> <td>posible localización del cuerpo mineralizado y Explica cómo esta zonación</td> <td>15%</td> </tr> <tr> <td>Analisis e interpretación geológica</td> <td>15%</td> </tr> <tr> <td>Planificación de futuras perforaciones.</td> <td>15%</td> </tr> <tr> <td>Reporte de la práctica</td> <td>15%</td> </tr> </tbody> </table>	Criterio	%	Identificación de minerales de alteración	25%	Clasificación de zonas de alteración	20%	alteración filica predomina entre 5 y 15 m. Describe qué significa esta	25%	Reconstrucción de gradientes y zonación	25%	posible localización del cuerpo mineralizado y Explica cómo esta zonación	15%	Analisis e interpretación geológica	15%	Planificación de futuras perforaciones.	15%	Reporte de la práctica	15%
Criterio	%																		
Identificación de minerales de alteración	25%																		
Clasificación de zonas de alteración	20%																		
alteración filica predomina entre 5 y 15 m. Describe qué significa esta	25%																		
Reconstrucción de gradientes y zonación	25%																		
posible localización del cuerpo mineralizado y Explica cómo esta zonación	15%																		
Analisis e interpretación geológica	15%																		
Planificación de futuras perforaciones.	15%																		
Reporte de la práctica	15%																		
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	<p>Reporte de Prácticas en General</p> <p>una transición gradual de diorita a monzodiorita y luego a granito en una</p> <p>Rubrica de práctica de laboratorio</p>																		
Formatos de reporte de prácticas	<p>os. ¿Qué procesos geológicos pueden explicar esta transición? Y ¿Cómo</p> <p>Anexo 17: Formato de reporte de práctica de laboratorio</p> <p>ción litológica a la alteración y mineralización en el área?</p>																		
<ul style="list-style-type: none"> • Diseña un formato simple para registrar en campo o laboratorio las observaciones diarias de un núcleo, incluyendo sección, litología, alteración, mineralización y observaciones adicionales. ¿Qué campos mínimos consideras indispensables? Y Explica la importancia de mantener un registro estandarizado. • Dada una columna estratigráfica con intervalos mineralizados y alterados, propone cómo distribuirías estos datos para construir un modelo geológico 3D. ¿Qué información necesitarías adicionalmente para mejorar el modelo? Y ¿Qué aplicaciones prácticas tendría este modelo en la minería? 																			

NOMBRE DE LA PRÁCTICA 10.	Práctica de Campo para el reconocimiento de afloramientos mineralizados
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Identificar afloramientos mineralizados para inferir modelos genéticos, priorizar áreas de exploración y diseñar campañas de muestreo, integrando tectónica regional (ej: Provincia Magmática de Sonora).

FUNDAMENTO TEÓRICO

Los afloramientos mineralizados constituyen la evidencia directa en superficie de procesos geológicos y mineralización económica. La correcta identificación y análisis de estos afloramientos es esencial para construir modelos genéticos de depósito, que guían la exploración y el desarrollo minero.

En contextos geológicos complejos, como la Provincia Magmática de Sonora, la tectónica regional influye significativamente en la distribución y concentración de mineralización, por lo que su integración es clave para un reconocimiento efectivo.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

Material/Equipo	Cantidad
• Brújula geológica con clinómetro	1 por estudiante o equipo.
• GPS o dispositivo de localización	1 por estudiante o equipo.
• Cámara fotográfica o celular	1 por estudiante o equipo.
• Equipo de seguridad personal de campo	1 por estudiante.
• Muestras de rocas y minerales	1 por estudiante o equipo.
• Mapas y planos geológicos de la zona	1 por estudiante o equipo.
• Guías de identificación mineralógica y litológica	1 por estudiante o equipo.
• Brújula geológica con clinómetro	1 por estudiante o equipo.

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

1. Recorrido de campo por la zona asignada, registrando puntos con evidencias mineralógicas y estructurales relevantes.
2. Observación detallada de afloramientos: litología, texturas, estructuras, alteraciones y mineralización.
3. Registro de coordenadas GPS y toma de fotografías de afloramientos clave.
4. Toma de muestras representativas para análisis posteriores.
5. Integración de datos para inferir modelos genéticos de los depósitos observados.
6. Elaboración preliminar de un mapa o croquis con las áreas prioritarias y diseño de una campaña de muestreo.

RESULTADOS ESPERADOS

- Identificación clara y detallada de afloramientos mineralizados.
- Registro georreferenciado y fotográfico de puntos de interés.
- Propuesta inicial de modelos genéticos para los depósitos observados.
- Diseño preliminar de campaña de muestreo con justificación técnica.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Preguntas o guías para la interpretación de los datos.

1. ¿Qué tipos de roca predominan en los afloramientos observados?
2. ¿Qué minerales indicativos de mineralización se identificaron en campo?
3. ¿Cómo varían las texturas y estructuras dentro de los afloramientos?
4. ¿Qué tipos de alteración hidrotermal se reconocen y cómo se distribuyen espacialmente?
5. ¿Existe alguna zonación clara entre alteraciones potásicas, fílicas, argílicas o propilíticas?
6. ¿Qué relación observas entre la mineralización y las zonas de alteración?
7. ¿Qué estructuras geológicas (fallas, fracturas, diaclasas) parecen controlar o

favorecer la mineralización?

8. ¿Cómo influye la tectónica regional en la ubicación y forma de los afloramientos mineralizados?
9. ¿Se identifican patrones de orientación o repetición de afloramientos relacionados con la estructura?
10. Con base en las observaciones, ¿qué modelo genético de yacimiento puedes inferir?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

- La integración de la observación de campo con la tectónica regional permite identificar zonas mineralizadas de alta prioridad para exploración.
- El reconocimiento y registro sistemático en campo es clave para construir modelos geológicos que guíen campañas eficientes.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

- Se observa una falla principal con orientación $N45^{\circ}E$ que controla la ubicación de las vetas mineralizadas.
 - a) ¿Cómo influye esta estructura en la concentración y distribución de la mineralización?
 - b) Propón una estrategia para mapear y muestrear esta estructura en campo.
- Tienes un área con afloramientos mineralizados dispersos. Diseña un plan básico de muestreo que considere:
 - a) Tipo y cantidad de muestras.
 - b) Distribución espacial y criterios para selección de puntos.
 - c) Métodos para asegurar la representatividad de las muestras.
- Con un mapa geológico regional, identifica las zonas tectónicamente favorables para la presencia de yacimientos mineralizados.
 - a) Justifica tu selección basándote en características geológicas y estructurales.
 - b) Indica cómo priorizarías estas zonas para futuras exploraciones.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE													
Criterios de evaluación	<p>Criterio de evaluación asignado por el facilitador.</p> <p>Se sugiere:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Criterio</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Identificación geológica precisa</td> <td>20%</td> </tr> <tr> <td>Interpretación de modelos genéticos</td> <td>25%</td> </tr> <tr> <td>Diseño de campaña de muestreo</td> <td>20%</td> </tr> <tr> <td>Análisis e interpretación geológica</td> <td>20%</td> </tr> <tr> <td>Reporte de la práctica</td> <td>15%</td> </tr> </tbody> </table>	Criterio	%	Identificación geológica precisa	20%	Interpretación de modelos genéticos	25%	Diseño de campaña de muestreo	20%	Análisis e interpretación geológica	20%	Reporte de la práctica	15%
Criterio	%												
Identificación geológica precisa	20%												
Interpretación de modelos genéticos	25%												
Diseño de campaña de muestreo	20%												
Análisis e interpretación geológica	20%												
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												

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Anderson, E. M. (1905).** The dynamics of faulting. Transactions of the Edinburgh Geological Society, 8(3), 387–402. <https://doi.org/10.1144/transed.8.3.387>
- Chauvet, A. (2019).** Structural Control of Mineral Deposits. (1st ed.). Editorial Office MDPI.
- 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.
- Corbett, G. J., & Leach, T. M. (1998).** *Southwest Pacific Rim Gold-Copper Systems*.
- CWC Training. (30 agosto de 2020).** Fluidos Hidrotermales: “Una nueva visión en la génesis de depósitos minerales”. <https://www.youtube.com/watch?v=rIHqx8guigo>
- D Dario Rojas Iruri. (1 diciembre de 2018).** Definición y terminología. 1 parte de Skarn. https://www.youtube.com/watch?v=bWJ_k4CJ6nI
- D Dario Rojas Iruri. (15 agosto de 2019).** Definición y terminología. 3 parte de Skarn. <https://www.youtube.com/watch?v=9mMkse67MYI>
- D Dario Rojas Iruri. (16 febrero de 2019).** Definición y terminología. 2 parte de Skarn. https://www.youtube.com/watch?v=k_KRIghGw34
- Decrée, S., & Robb, L. (2020).** Ore Deposits: Origin, Exploration, and Exploitation. Economic Geology (2020) 115 (3): 687–688.
- Deer, Howie & Zussman (2013).** *An Introduction to the Rock-Forming Minerals*.
- Deer, W. A., Howie, R. A. & Zussman, J. (2013).** An introduction to the Rock-Forming minerals (3rd ed.). Berfort Information Press.

- EaD-FTyCA. (26 agosto de 2020).** Alteraciones hidrotermales en exploración minera. Alteraciones Hidrotermales en Exploración Minera. <https://www.youtube.com/watch?v=jWqPQoKLjEg>
- Edwards, R. (2012).** Ore deposit geology and its influence on mineral exploration. Springer Science & Business Media.
- Guilbert, J. M. & Park, C. F. (1986).** *The Geology of Ore Deposits*.
- Guilbert, J. M. y Park, C. F. (2007).** *The Geology of Ore Deposits*. Waveland Press.
- Hedenquist, J. W. (2000).** Exploration of epithermal gold deposits. *Reviews in Economic Geology*, 13 (2), 45-77. <https://doi.org/10.5382/rev.13.02>
- Hutton, J. (1788).** Theory of the Earth; or an investigation of the laws observable in the composition, dissolution, and restoration of land upon the Globe. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, 1(2), 209–304. <https://doi.org/10.1017/S0080456800029227>
- Kerr, P. F. (1977).** *Optical Mineralogy*.
- Lyell, C. (1830–1833).** Principles of geology, being an attempt to explain the former changes of the Earth's surface by reference to causes now in operation (Vols. 1–3). John Murray.
- Maynard, J. B. (2012).** Geochemistry of sedimentary ore deposits. Springer Science & Business Media
- Misra, K. (2000).** Understanding Mineral Deposits. USA: Kluwer Academic Publishers.
- Park, C. F., & Macdiarmid, R. A. (1981).** Yacimientos Minerales. Ediciones Omega S.A.
- Perkins, D., et al. (2022).** Mineralogy. Open Education Resource, Book Shelvex. [https://geo.libretexts.org/Bookshelves/Geology/Mineralogy_\(Perkins_et_al.\)/05%3A_Optical_Mineralog%3A_Y](https://geo.libretexts.org/Bookshelves/Geology/Mineralogy_(Perkins_et_al.)/05%3A_Optical_Mineralog%3A_Y)
- Philpotts, A. R. y Ague, J. J. (2022).** Principles of Igneous and Metamorphic Petrology (3.^a ed.). Cambridge University Press.
- Pirajno, F. (2000).** Ore Deposits and Mantle Plumes. Perth, Australia: SPRINGERSCIENCE+ BUSINESS MEDIA, B.V.
- Pirajno, F. (2009).** Hydrothermal Processes and Mineral Systems (1st ed.). Springer Geological survey of Western Australia.
- Pirajno, F. y Cawood, P.A. (2009).** Hydrothermal Processes and Mineral Systems. Perth, Australia: Springer, Geological survey of Western Australia.
- Ridley, J. (2013).** Ore deposit geology. Cambridge University Press.
- Robb, L. (2005).** Introduction to Ore Forming Processes. (1th ed.). Blackwell Publishing Company.
- Robb, L. J. (2005).** Introduction to Ore-Forming Processes. Blackwell Publishing.
- Rollinson, H. R. (1993).** Using Gechemical Data: Evaluation, presentation, interpretation. UnitedKingdom: British Library Cataloguing-in-publications Data.
- 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
- 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>
- Spry, P. G., Marshall, B. & Vokes, F. M. (2000).** Metamorphosed and metamorphogenic ore deposits. *Reviews in Economic Geology*, Volume 11, USA. Society of Economic Geologists, Inc. Western Australia.
- Steno, N. (2016).** Principios fundamentales de la estratigrafía (J. Pérez, Trad.). Editorial Gea. (Obra original publicada en 1669).
- Zheng, Y., Mao, J., Chen, Y., Sun, W., Ni, P., & Yang, X. (2019).** Hydrothermal ore deposits in collisional orogens. *Science Bulletin*, 64(3), 205-212.

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.



UES

Universidad Estatal de Sonora
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu

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

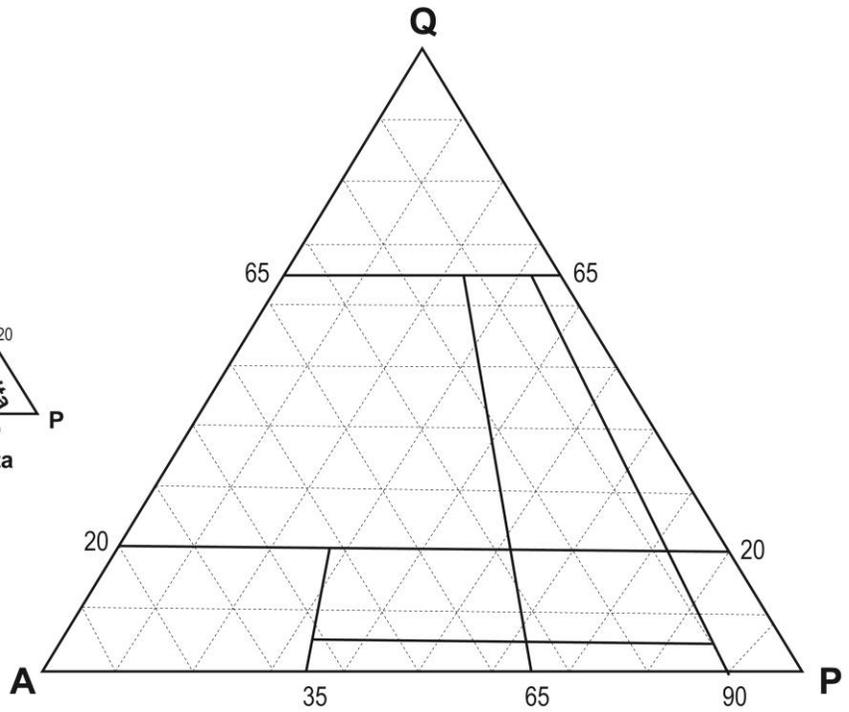
Descripción de muestra	Color	Composición principal	Textura	Ambiente de formación

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

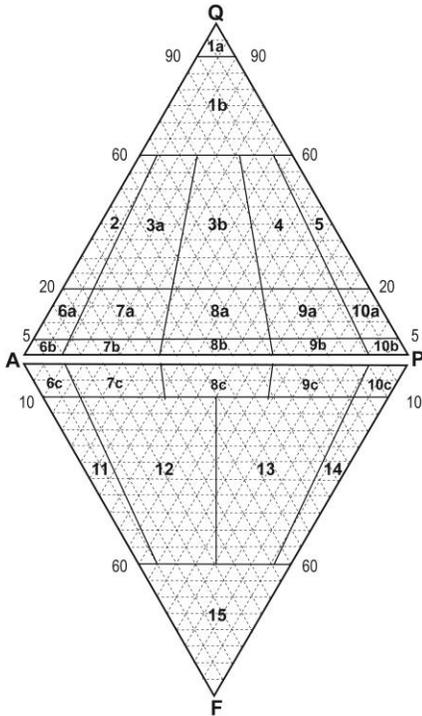
Anexo 2: Diagrama de Clasificación de Rocas plutónicas, según la Unión Internacional de Ciencias Geológicas (IUGS).

Clasificación de Rocas Plutónicas

Según la Unión Internacional de Ciencias Geológicas (IUGS)



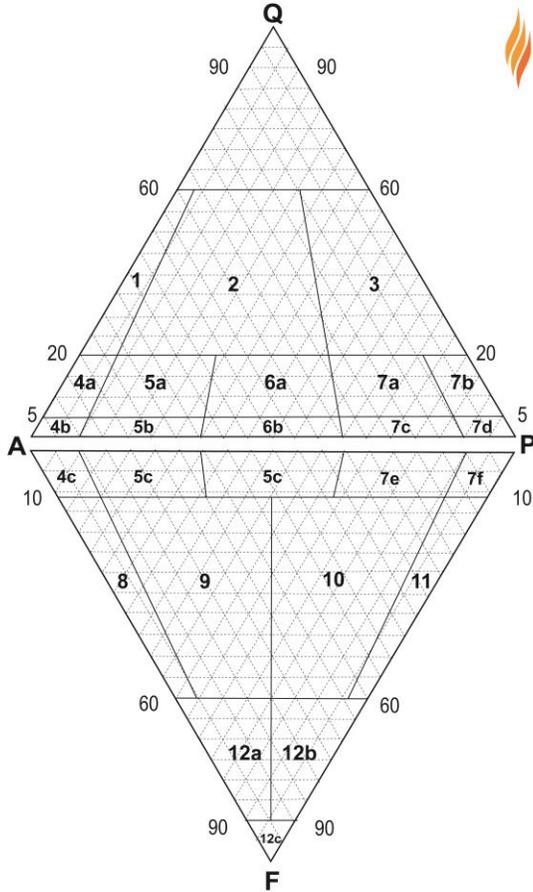
Anexo 3: Diagrama de Clasificación de Rocas plutónicas, según Streckeisen, 1976.



Clasificación de Rocas Plutónicas de Streckeisen 1976.

- 1a: Cuarzolita (silexita)
- 1b: Granitoides 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 feldespatoideos
- 7: **Sienitas**
 - 7a: Cuarzosienita
 - 7b: Sienita
 - 7c: Sienita con feldespatoideos
- 8: **Monzonitas**
 - 8a: Cuarzomonzonita
 - 8b: Monzonita
 - 8c: Monzonita con feldespatoideos
- 9: **Monzodiorita / monzogabro**
 - 9a: Cuarzo - monzodiorita / cuarzo - monzogabro
 - 9b: Monzodiorita / monzogabro
 - 9c: Monzodiorita / monzogabro con feldespatoideos
- 10: **Dioritas / gabros (si tiene más del 50% de An en la Pl)**
 - 10a: Cuarzodiorita / cuarzogabro
 - 10b: Diorita / gabro
 - 10c: Diorita / gabro con feldespatoideos
- 11: **Sianita feldespatoica**
- 12: **Monzosienita feldespatoica**
- 13: **Monzogabro / monzodiorita feldespatoica**
- 14: **Gabro / diorita feldespatoica**
- 15: **Foidita**

Anexo 4: Diagrama de Clasificación de Rocas volcánicas, según Streckeisen, 1979.



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 feldespatoides

5: Traquitas

5a: Curzo - Traquita

5b: Traquita

5c: Traquita de feldespato alcalino con feldespatoides

6: Lacitas ó Latitas

6a: Cuarzo - lacita

6b: Lacita

6c: Lacita con feldespatoides

7: Andesitas y Basaltos (M mayor a 35%)

7a: Andesita calcoalcalina

7b: Basalto toleítico

7c: Mugarita

7d: Basalto calcoalcalino rico en Al

7e: Mugarita

7f: Basalto alcalino y Hawaiiita

8: Fonolita

9: Fonolita tefrítica

10: Tefrita fonolítica

(Basanita si OI es mayor a 10%)

11: Tefrita

(Basanita si OI es mayor a 10%)

12: Foidita

12a: Foidita fonolítica

12b: Foidita tefrítica

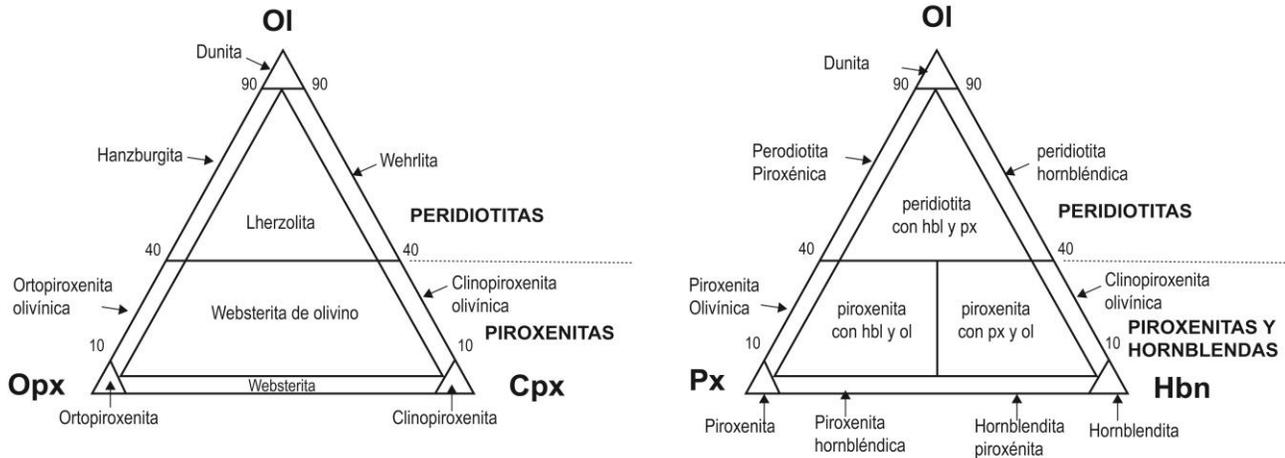
12c: Foidita

Si M es mayor de 90%: Ultramafita



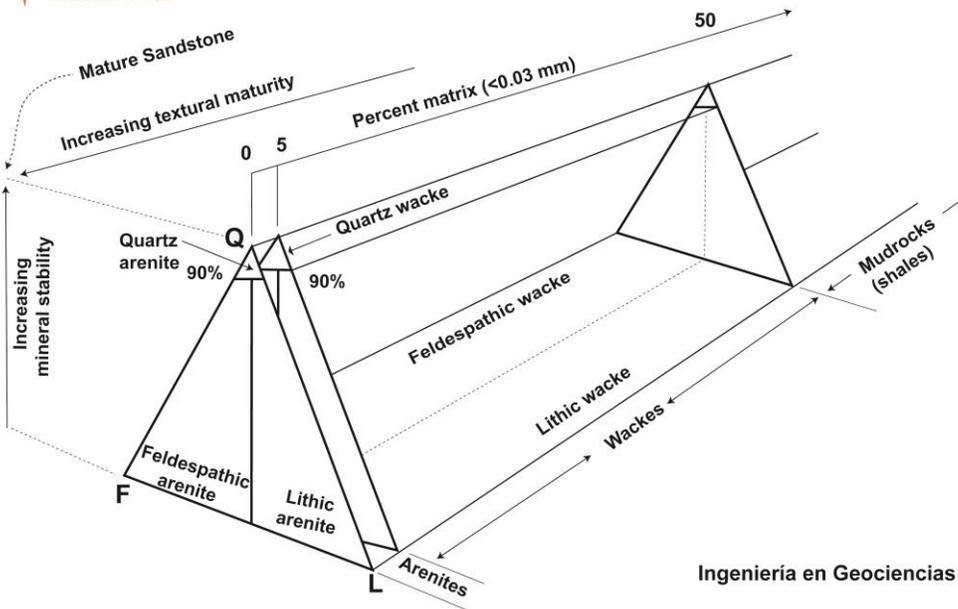
Anexo 5: Diagrama de Clasificación de las rocas ígneas plutónicas M > 90. Rocas ultramáficas de Le Maitre et al 2002.

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



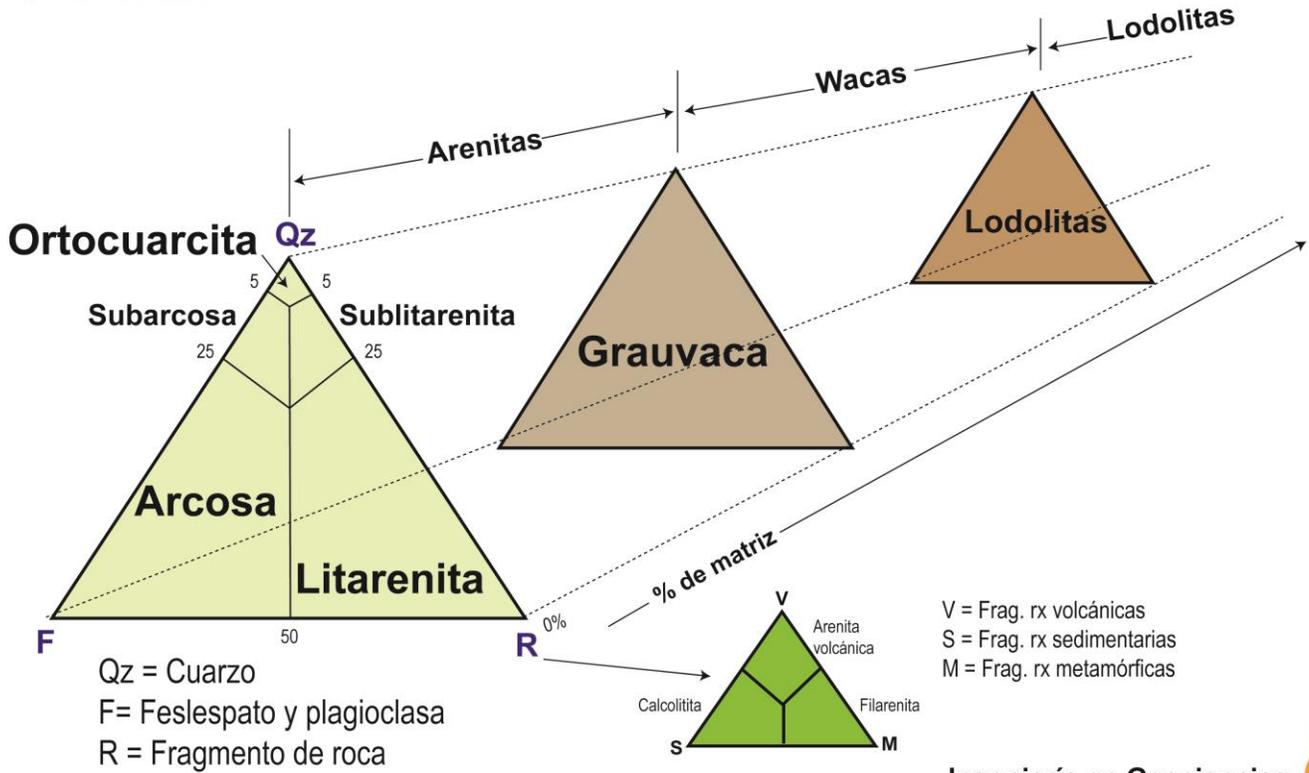
Anexo 6: Diagrama de Clasificación de la rocas sedimentarias según Dott, 1964.

Diagrama de Clasificación de Areniscas (Dott, 1964)



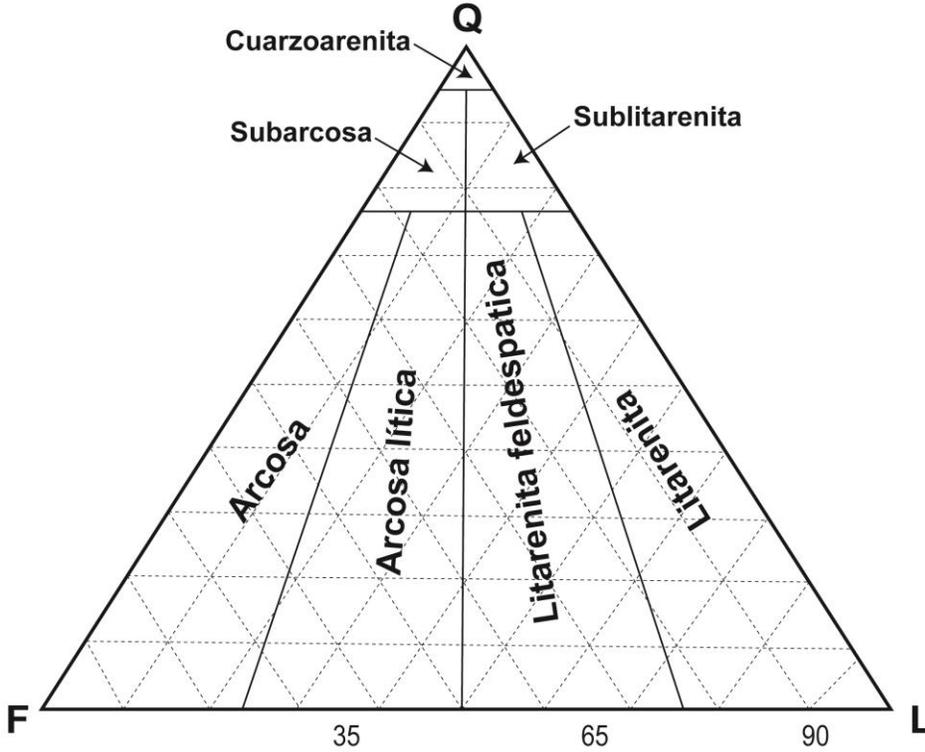
Anexo 7: Diagrama de Clasificación de rocas sedimentarias según Pettijohn 1975.

UES Diagrama de Clasificación de Areniscas (Pettijohn 1975)



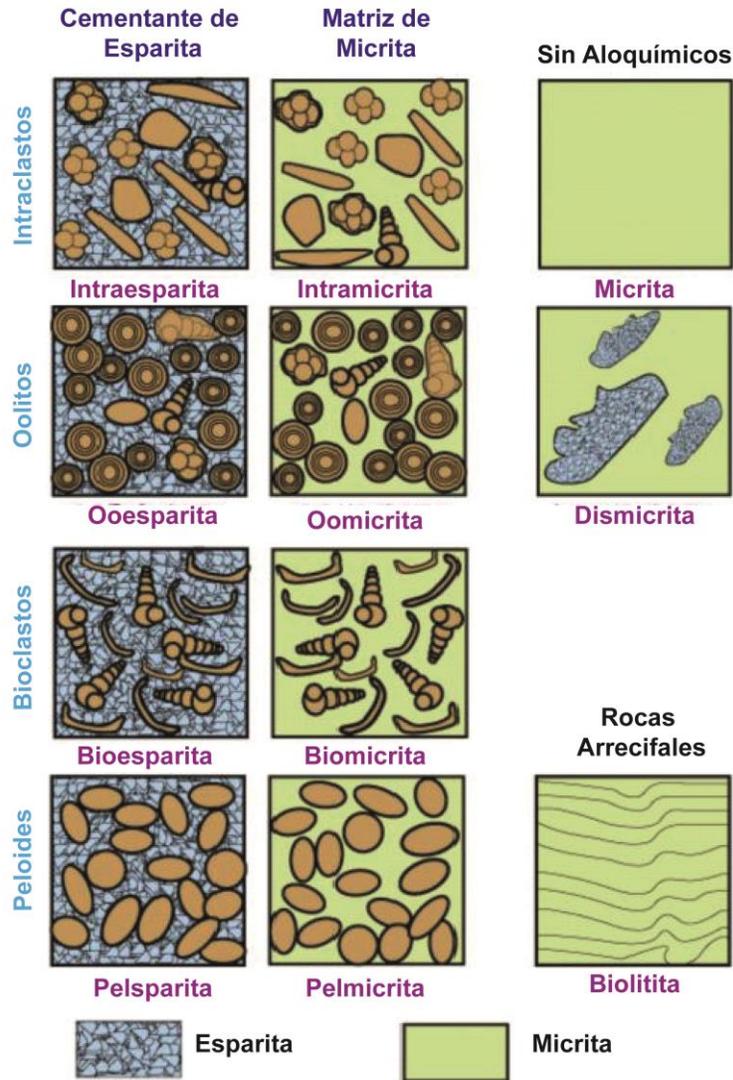
Anexo 8: Diagrama de Clasificación de rocas sedimentarias según Folk et al 1970.

Diagrama de Clasificación de Areniscas de Folk et al 1970.



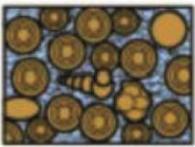
Anexo 9: Diagrama de Clasificación de rocas sedimentarias según Folk, 1959.

Diagrama de Clasificación de Rocas Carbonatadas de Folk, 1959.



Anexo 10: Diagrama de Clasificación de rocas sedimentarias según Dunham, 1962.

Diagrama de Clasificación de Rocas Carbonatadas de Dunham, 1962.

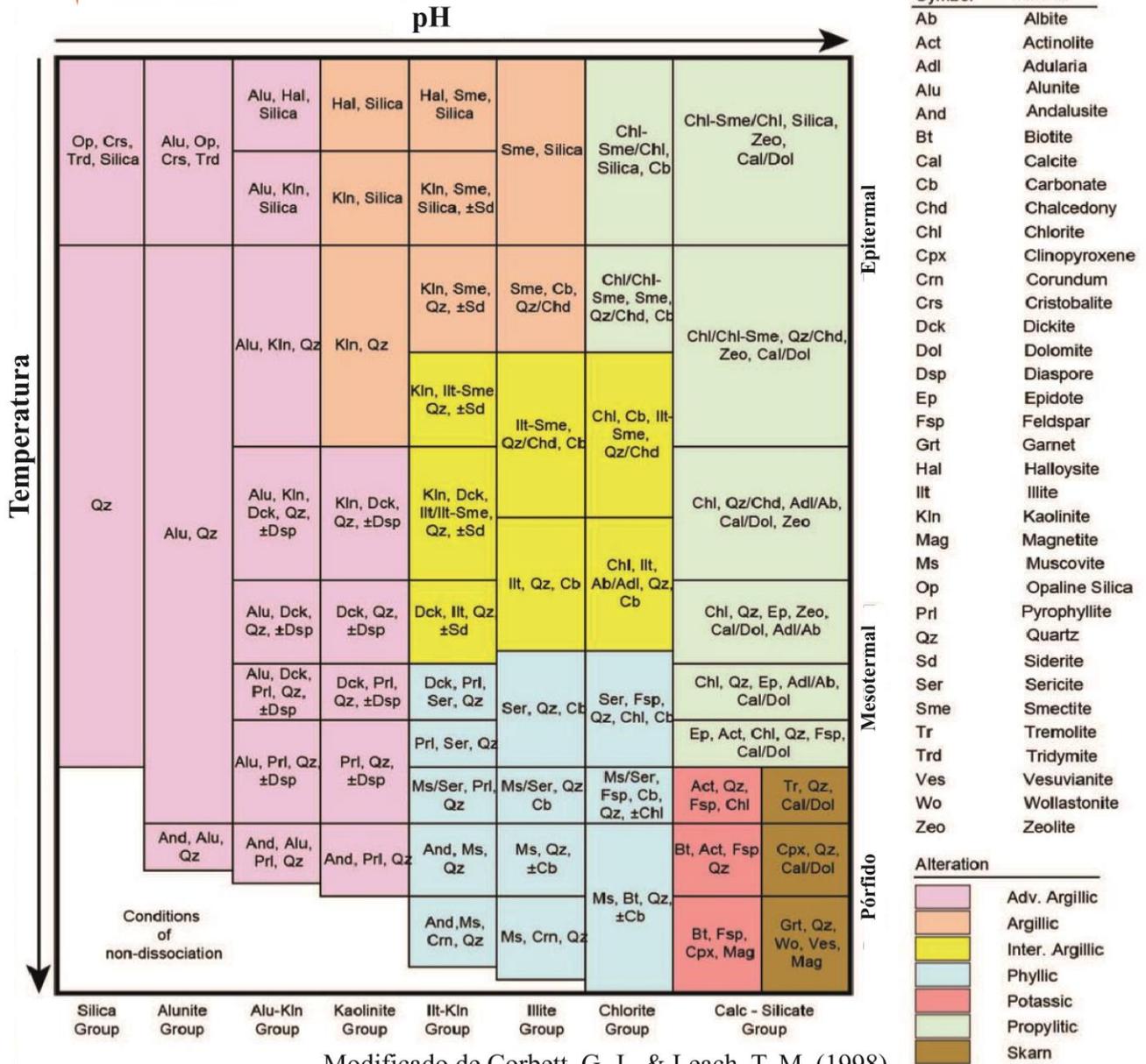
Componentes originales no unidos durante la sedimentación				Componentes originales unidos durante el desarrollo de una bioconstrucción
con micrita		sin micrita		
Matriz-soportado		Grano-soportado		
< 10 % granos	> 10 % granos			
Mudstone	wackestone	packestone	Grainstone	
				Boundstone
				



Anexo 11: Diagrama de la mineralogía de alteración en sistemas hidrotermales modificado de Corbett & Leach (1998).

Alteración Hidrotermal

Mineralogía común en sistemas hidrotermales



Anexo 12: Tabla de características de alteraciones Hipogénica y Supergénica.



Características de alteraciones Hipogénica y Supergénica

Alteración	Minerales característicos	T (°C)	pH	Eh	
Hipogénica (Hidrotermal)	Filica	Sericita, cuarzo, piritita, 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.



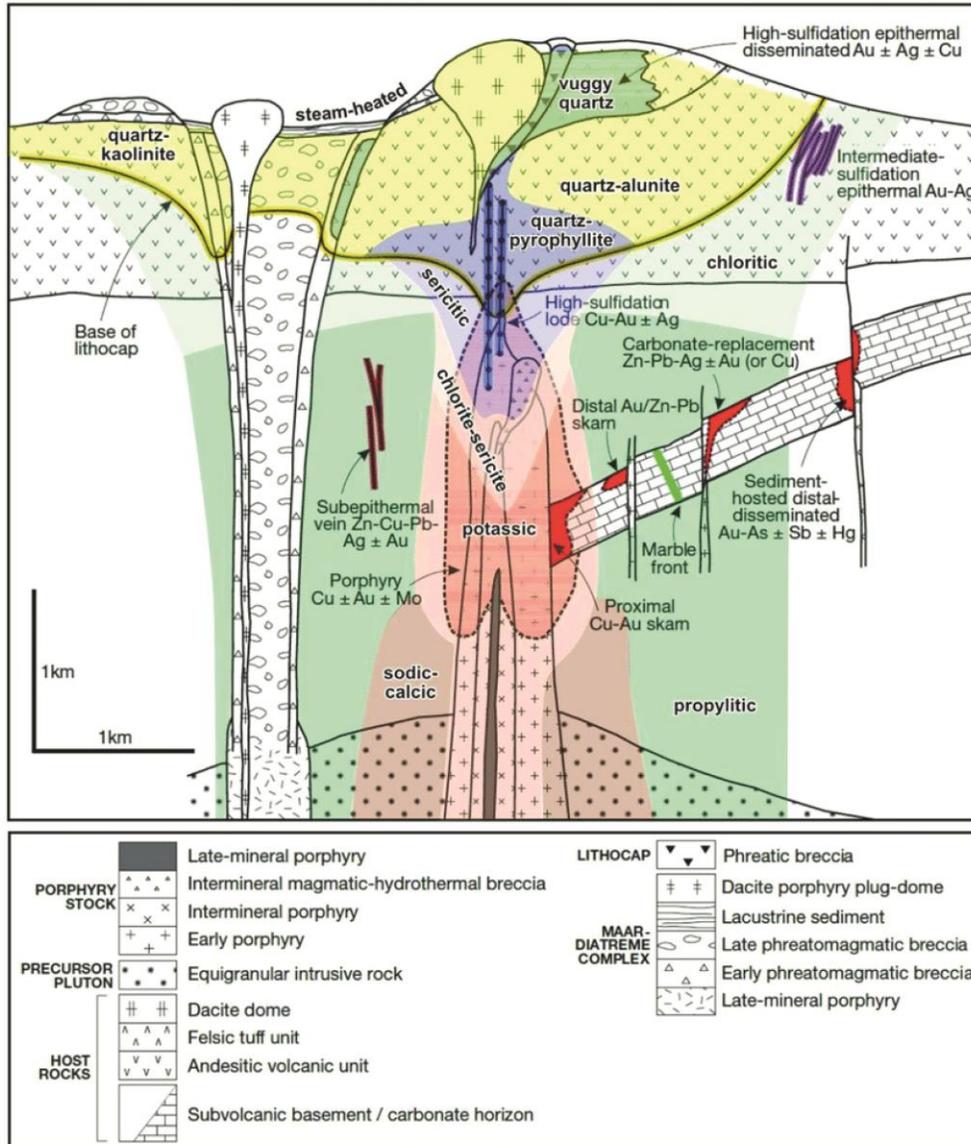
Características de alteraciones Hipogénicas

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	Feldespato 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, piritita y arsenopiritita; 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.

UES **Modelo esquemático de un Sistema Pórfido**



Modificado de Sillitoe, 2010.

Anexo 15: Tabla de clasificación genética de los Yacimientos Minerales según Smirnov, 1976.



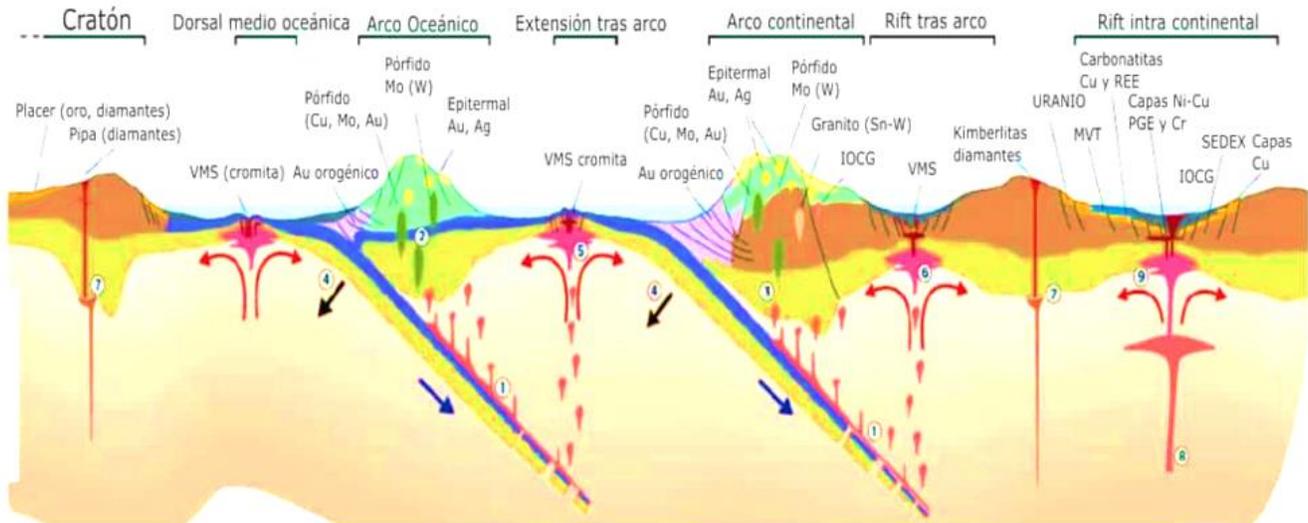
Clasificación Genética de los Yacimientos Minerales

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.

Anexo 16: Diagrama del marco tectónico de los yacimientos minerales.

Marco Tectónico de los Yacimientos Minerales

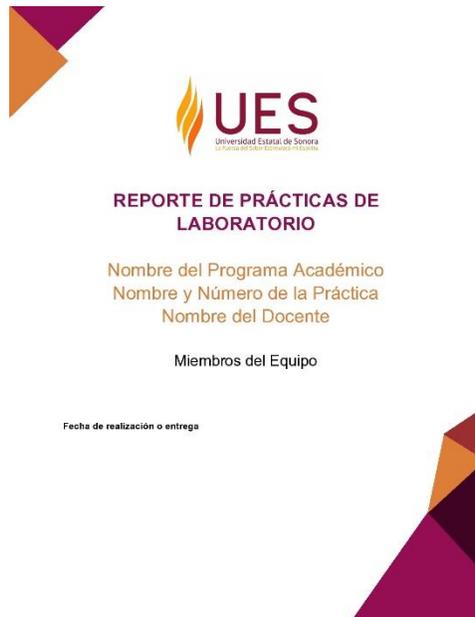


2.- Formatos de seguridad y protocolos adicionales

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.

- **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.



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.



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.



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

INTRODUCCIÓN

Las prácticas de laboratorio representan una estrategia de aprendizaje esencial para el desarrollo de competencias profesionales en los estudiantes de la Universidad Estatal de Sonora. A través de la experimentación directa, los alumnos tienen la oportunidad de aplicar y validar los conocimientos teóricos adquiridos, fortaleciendo su comprensión y dominio disciplinar. Por otra parte, las prácticas promueven el desarrollo de competencias transversales como el razonamiento científico, el pensamiento crítico, el trabajo colaborativo y la resolución de problemas en un entorno seguro y controlado que favorece la formación integral y prepara a los estudiantes para enfrentar con mayor solidez los retos del ejercicio profesional.

Cada práctica se desarrolla de manera estructurada y con el apoyo del docente responsable; en espacios designados para garantizar el correcto desarrollo de las mismas, la seguridad y el cumplimiento de las competencias establecidas para cada práctica. En este contexto, el reporte de prácticas se constituye como una herramienta clave para asegurar un abordaje metodológico y científico del proceso experimental. A través de este documento, los estudiantes pueden reflexionar sobre la experiencia, analizan los resultados obtenidos y evidencian la integración entre el conocimiento teórico y la práctica mediante la exposición clara, ordenada y fundamentada de sus hallazgos.

Este enfoque responde a la orientación del Modelo Educativo Institucional hacia el aprendizaje activo, significativo y situado, centrado en el estudiante como protagonista de su proceso formativo. Así mismo, contribuye al logro del perfil de egreso de los programas educativos a través del fortalecimiento de competencias que articulan el saber, saber hacer y saber ser.

El presente documento señala la estructura básica que deberán contener los reportes de prácticas de laboratorio de las asignaturas de la Universidad Estatal de Sonora que así lo requieran.

PORTADA

- Logo institucional oficial y colores de acuerdo con lo establecido en el [documento de identidad institucional](#).
- Información relativa al Programa Académico, asignatura y laboratorio en el cual se desarrolla la práctica, y fecha de desarrollo o entrega de la práctica.

IDENTIFICACIÓN

Señalar los nombres de los miembros del equipo, nombre del docente, competencia de la práctica que se desarrollará en el reporte (de acuerdo con el manual de prácticas de laboratorio) y el número de práctica que corresponda.

INTRODUCCIÓN

Apartado que contextualiza la práctica en el marco del curso y orienta sobre el propósito y fundamentos del proceso, debe incorporar los siguientes elementos:

- **Contextualización de la práctica:** Relación de la práctica la competencia del curso, su relevancia dentro del curso o disciplina.
- **Importancia de la práctica:** Vincular o ejemplificar problemas reales o situaciones del entorno local, regional o profesional en los cuales la práctica es de impacto o utilidad.

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Este apartado debe incorporar los principales conceptos, leyes, fórmulas y/o teorías que explican el fenómeno a estudiar en la práctica, se deriva de una revisión exhaustiva de diversos autores que han abordado el tema anteriormente.

Proporciona al alumno las bases para el desarrollo del proceso experimental, además de vincular la teoría con la práctica, brinda los elementos que justifican la práctica y permite interpretar los resultados obtenidos en apego a bases científicas; además de promover el desarrollo de las competencias investigativas.

OBJETIVO DE LA PRÁCTICA

En este apartado se declara lo que se pretende lograr a través del desarrollo de la práctica, debe estar redactado en infinitivo, incorporar el elemento o habilidad a desarrollar en la práctica, incluir contexto y condiciones de ejecución.

- Objetivo general claro y conciso que refleje la meta de la práctica
- Objetivos específicos (en caso de ser necesario)

HIPÓTESIS, EXPECTATIVA O PLANTEAMIENTO EXPERIMENTAL

Este elemento constituye una guía para la observación e interpretación de los resultados y debe redactarse a partir de una proposición que anticipe el posible resultado de la práctica, con base en los conocimientos previos del estudiante o la revisión de la teoría.

Permite tener una idea clara de lo que se espera observar o demostrar durante el desarrollo experimental, con lo cual se fortalece la capacidad de análisis y razonamiento científico.

Dependiendo de la naturaleza de la asignatura o consideraciones del docente, la incorporación de este elemento puede ser obligatoria o sugerida.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

Apartado que incorpora los elementos que propician el desarrollo de la práctica al señalar clara y brevemente la relación de insumos necesarios para la preparación de la práctica y disponibilidad de los insumos necesarios para la reproductibilidad del experimento.

Listado detallado del equipo, instrumentos, materiales y reactivos necesarios para el desarrollo de la práctica

Especificación de cantidades, concentraciones, unidades de medida, características técnicas o condiciones especiales de los elementos utilizados.

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

Permite al alumno señalar los pasos seguidos para la reproducción de la práctica y con ello demostrar el proceso de aprendizaje; así como permitir a otros la reproducción del experimento. Consiste en la descripción detallada, ordenada y clara de cada una de las actividades realizadas durante el desarrollo de la práctica.

Debe redactarse en tiempo pasado y de forma impersonal o en tercera persona, especificando lo siguiente según corresponda:

- Actividades
- Condiciones de trabajo
- Tiempos
- Temperaturas
- Cantidades
- Secuencias

PROCESAMIENTO DE DATOS

Este apartado tiene como finalidad describir los cálculos, análisis y/o procesamiento de datos brutos que se realizan durante el desarrollo de la práctica para la obtención de resultados. Puede incluir cálculos matemáticos, aplicación de fórmulas, conversiones de unidades, análisis estadísticos o cualquier otra operación que sea necesaria para la obtención de datos cuantificables o comparables. Su finalidad es dar cuenta del proceso que sigue el estudiante para la obtención de los resultados de la práctica.

La integración de este elemento permite al estudiante vincular la observación experimental con el conocimiento científico al comprobar o refutar la hipótesis de manera fundamentada, permite demostrar de forma transparente cómo se obtuvieron los resultados garantizando con ello la validez y confiabilidad de estos y, entre otras cosas, desarrolla habilidades de razonamiento lógico que promueven el fortalecimiento de competencias clave en la formación profesional de los estudiantes.

RESULTADOS

Presentación clara, ordenada y objetiva de los datos obtenidos durante la práctica, estos datos se presentan sin emitir juicios o interpretaciones y su propósito es mostrar la información experimental tal como fue generada.

Puede incluir tablas, gráficas, esquemas, diagramas o registros de observaciones.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Apartado en el cual se refleja la interpretación de los resultados, relacionándolos con los objetivos y/o la hipótesis planteada al inicio. El proceso de análisis y discusión de los resultados incorpora elementos teóricos, literatura científica o experiencias previas que fundamentan y/o comparan los datos obtenidos; así mismo, se identifican errores experimentales o factores que pudieron haber influido en los resultados.

Como parte del proceso de desarrollo de competencias blandas y transversales, este elemento permite desarrollar la capacidad crítica y argumentativa del estudiante.

CONCLUSIONES

Apartado en el cual se expone de manera resumida y breve los hallazgos principales o más relevantes de la práctica, indicando si la hipótesis, expectativa o planteamiento experimental fue confirmada o rechazada (si aplica).

Debe incluirse también una reflexión sobre lo aprendido, destacando la utilidad de la práctica en su formación profesional.

Deben derivarse de la experiencia real en el laboratorio y no repetir la información del análisis.

BIBLIOGRAFÍA

Listado de fuentes consultadas para sustentar el marco teórico, los cálculos, la metodología y/o la discusión. Debe presentarse con un formato de citación estilo APA 7ma. Edición.

Este elemento además de demostrar los elementos teóricos y fuentes confiables utilizadas como apoyo por el estudiante, promueve la ética académica y el uso responsable de la información.

ANEXOS

Contiene materiales complementarios que respaldan el trabajo experimental sin formar parte del cuerpo principal del reporte. Puede incluir hojas de trabajo, cálculos completos, fotografías del procedimiento, fichas técnicas de materiales, listas de cotejo o cualquier evidencia adicional relevante.



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



UES 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 RUBRICA :										
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	Carece de Tema y/u objetivos			
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		Carece de introducción.	
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 del tema y subtemas en un 25%.		Presentación y desarrollo de las ideas principales del tema 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 casos reales donde se aplique 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, propuestas y análisis del tema.		Presenta ideas y propuestas del tema		Presenta ideas del tema	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 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 fuentes confiables, indicando autor, título, editorial/url, número de página, año, edición.	No reporta correctamente fuentes solicitadas
SUBTOTAL POR ESCALA DE EVALUACIÓN								
EVALUACION 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 PRACTICA DE LABORATORIO						
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)	
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	

ASPECTOS A EVALUAR	Competente sobresaliente (10)	Competente avanzado (9)	Competente intermedio (8)	Competente básico (7)	No aprobado (6)
Resultados	Recopila y ordena los datos obtenidos presentándolos en párrafos, cuadros o gráficos claramente identificados. Presenta evidencia con imágenes debidamente rotuladas, relacionándolas con los resultados. Incluye las fórmulas y sustituciones empleadas	Recopila y ordena la mayor parte de los datos obtenidos, presentándolos en párrafos, cuadros o gráficos y los identifica claramente. Presenta la mayor parte de las evidencias con imágenes rotuladas. Incluye la mayor parte de las fórmulas y sustituciones empleadas.	Recopila y ordena los datos obtenidos presentándolos en párrafos, cuadros o gráficos, pero no los identifica claramente. Presenta evidencia con imágenes. No incluye las fórmulas y sustituciones empleadas.	Recopila los datos obtenidos presentándolos en párrafos únicamente; no presenta evidencia con imágenes debidamente rotuladas y no incluye las fórmulas y sustituciones empleadas.	No presenta los resultados.
Discusión	Interpreta y analiza los resultados obtenidos, realizando una comparación con la bibliografía consultada. Indica las aplicaciones teóricas	Interpreta y analiza los resultados obtenidos realizando una comparación con la bibliografía consultada, pero no indica las aplicaciones teóricas.	Interpreta y analiza los resultados obtenidos pero no los compara con la bibliografía consultada. No indica las aplicaciones teóricas	Realiza una interpretación confusa y no presenta análisis de resultados, además no indica aplicaciones teóricas.	No presenta discusión
Conclusiones	Redacta con sus propias palabras si se cumplen o no la(s) competencia(s) planteada(s) en base al análisis de los resultados.	Redacta con sus propias palabras si se cumplen o la(s) competencia(s) planteada(s) pero no considera completamente el análisis de los resultados.	Redacta de forma confusa si se cumplen o no la(s) competencia(s) planteada(s) y no considera el análisis de resultados	Redacta una conclusión sin hacer uso de sus propias palabras y sin relacionar la(s) competencia(s) planteada(s)	No redacta las conclusiones o presenta conclusiones copiadas de un texto.

UNIVERSIDAD ESTATAL DE SONORA RÚBRICA

ASPECTOS A EVALUAR	Competente sobresaliente (10)	Competente avanzado (9)	Competente intermedio (8)	Competente básico (7)	No aprobado (6)
Referencia	Presenta por lo menos tres bibliografías consultadas, en orden alfabético, considerando el formato APA.	Presenta por lo menos tres bibliografías consultadas, pero no las presenta en orden alfabético o no considera el formato APA.	Presenta menos de tres bibliografías consultadas o fuentes de información no confiable, no considera orden alfabético y/o no considera el formato APA.	Presenta fuentes de información no confiable y no considera el formato APA.	No presenta bibliografía o fuentes de información
Evaluación o cuestionario	Contesta correctamente todas las preguntas y las redacta en forma en sus propias palabras	Contesta correctamente al menos el 75% de la preguntas o evaluación y las redacta en sus propias palabras	Contesta correctamente al menos el 50% de las preguntas o evaluación	Las respuestas incluyen copia de textos	No incluye las respuestas del cuestionario o evaluación
SUBTOTAL POR ESCALA DE EVALUACIÓN					
EVALUACIÓN FINAL DEL EJERCICIO				FECHA DE LA EVALUACIÓN	
NOMBRE Y FIRMA DEL EVALUADOR					
OBSERVACIONES					

3.- Problemas o ejercicios de apoyo

Anexo 26:

- Actividad 1: Reconocimiento de Ambientes Geológicos y Potencial Minero

Con base en un mapa tectónico a escala regional (puede ser de Sonora o de otra región), identifica tres áreas con diferentes ambientes geológicos.

- ✓ Delimita cada ambiente y describe: tipo de tectónica, unidades geológicas dominantes y estructuras principales.
- ✓ Propón al menos dos tipos de depósitos minerales que se podrían esperar en cada ambiente.
- ✓ Justifica tus propuestas con base en asociaciones roca-estructura-mineralización

Anexo 27:

- Actividad 2: Interpretación de Modelos de Formación de Yacimientos

Analiza tres esquemas geológicos simplificados (pórfido cuprífero, skarn, VMS). Para cada uno:

- ✓ Reconstruye en un esquema interpretativo los flujos de fluidos y fuentes de calor.
- ✓ Identifica zonas de alteración y mineralización.
- ✓ Compara y contrasta los modelos: ¿qué los diferencia?, ¿en qué ambientes se formarían?
- ✓ Redacta una conclusión sobre las implicaciones para la exploración de cada tipo.



UES

Universidad Estatal de Sonora
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu