



# UES

Universidad Estatal de Sonora  
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu

# MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO

## Petrografía 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

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>4</b>
<b>IDENTIFICACIÓN .....</b>	<b>6</b>
<i>Carga Horaria del alumno .....</i>	<i>6</i>
<i>Consignación del Documento .....</i>	<i>6</i>
<b>MATRIZ DE CORRESPONDENCIA .....</b>	<b>7</b>
<b>NORMAS DE SEGURIDAD Y BUENAS PRÁCTICAS .....</b>	<b>8</b>
<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>
<b>RELACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO POR ELEMENTO DE COMPETENCIA..</b>	<b>12</b>
<b>PRÁCTICAS.....</b>	<b>3</b>
<b>FUENTES DE INFORMACIÓN .....</b>	<b>53</b>
<b>NORMAS TÉCNICAS APLICABLES.....</b>	<b>55</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>3</b>

## 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**

La implementación de este manual, constituye en un recurso esencial para la correcta organización y ejecución de las prácticas de laboratorio, al proporcionar una estructura sistematizada basada en el modelo de competencias de la Universidad Estatal de Sonora. A través de la estandarización de procedimientos y criterios, se promueve un desarrollo integral del estudiante, que abarca tanto la adquisición de conocimientos teóricos como el fortalecimiento de habilidades técnicas y profesionales indispensables para su formación.

En este sentido, el presente manual no solo orienta la ejecución adecuada de las prácticas, sino que también constituye un instrumento que contribuye al aseguramiento de la calidad académica, promoviendo la formación de profesionistas competentes, críticos y capaces de enfrentar los desafíos de su disciplina. Su correcta aplicación permitirá fortalecer la vinculación

entre el conocimiento teórico y la práctica profesional, consolidando así el perfil de egreso del estudiante de Ingeniería en Geociencias.

- Competencias a desarrollar
  - **Competencias blandas:** Habilidades transversales que se refuerzan en las prácticas, como:
    - Desarrollar habilidades de comunicación oral y escrita para la correcta presentación de resultados y conclusiones.
    - Fomentar el trabajo en equipo y la colaboración efectiva en la ejecución de actividades prácticas, fortaleciendo la capacidad de análisis crítico y la toma de decisiones en la solución de problemas experimentales.
    - Promover el uso eficiente y responsable de tecnologías educativas y herramientas digitales aplicadas al laboratorio.
    - Estimular la responsabilidad, la ética y la autonomía en el desarrollo de prácticas científicas.
  - **Competencias disciplinares:** Desarrollo de conocimientos y habilidades específicas del ámbito petrográfico:
    - Reconocimiento de minerales formadores de rocas mediante propiedades ópticas.
    - Descripción de texturas ígneas (porfídica, glomeroporfídica), metamórficas (lepidoblástica, nematoblástica) y sedimentarias (grado de sorting, redondez) según estándares IUGS e interpretación de ambientes de formación.
  - **Competencias profesionales:** Aplicación de los conocimientos adquiridos en escenarios reales o simulados, en concordancia con el perfil de egreso del programa educativo de ingeniería en geociencias.
    - Aplicar conocimientos teóricos y prácticos en la solución de problemas reales o simulados.
    - Ejecutar actividades de laboratorio y campo con responsabilidad, precisión técnica y cumplimiento de normas de seguridad.
    - Interpretar datos geológicos y generar información útil para la toma de decisiones en proyectos científicos o productivos.
    - Presentar resultados de forma clara y profesional, mediante informes técnicos y presentaciones fundamentadas e Integrarse eficazmente en equipos de trabajo multidisciplinarios, demostrando ética, liderazgo y compromiso ambiental.

## IDENTIFICACIÓN

<b>Nombre de la Asignatura</b>		<b>Petrografía</b>	
<b>Clave</b>	<b>052CE040</b>	<b>Créditos</b>	<b>6</b>
<b>Asignaturas Antecedentes</b>		<b>Plan de Estudios</b>	<b>2021</b>

<b>Área de Competencia</b>	<b>Competencia del curso</b>
<p>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.</p>	<p>Visualizar rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas en el microscopio petrográfico de luz polarizada, en base a la identificación mineral, descripción de texturas y clasificación propuestos por la Unión Internacional de Ciencias Geológicas (IUGS), para entender los procesos de formación, deformación y alteración de las rocas presentes en el yacimiento mineral a partir de un pensamiento estratégico en el análisis de problemas, durante la etapa de exploración geológica en laboratorio de análisis mineral.</p>

### Carga Horaria de la asignatura

<b>Horas Supervisadas</b>			<b>Horas Independientes</b>	<b>Total de Horas</b>
<b>Aula</b>	<b>Laboratorio</b>	<b>Plataforma</b>		
0	4	1	2	7

### Consignación del Documento

<b>Unidad Académica</b>	Unidad Académica Magdalena
<b>Fecha de elaboración</b>	30/06/2025
<b>Responsables del diseño</b>	M.C Perla Adelina Sánchez Medrano
<b>Validación</b>	
<b>Recepción</b>	Coordinación de Procesos Educativos

## MATRIZ DE CORRESPONDENCIA

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

PRÁCTICA	PERFIL DE EGRESO
1. Texturas granulares y equigranulares.	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.
2. Texturas inequigranulares y exsolución.	
3. Texturas volcánicas y piroclásticas.	
4. Clasificación modal en diagramas de clasificación QAPF.	
5. Identificación de rocas sedimentarias clásticas 1.	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.
6. Identificación de rocas sedimentarias clásticas 2.	
7. Identificación de rocas sedimentarias químicas y bioquímicas.	
8. Clasificación modal de rocas sedimentarias en diagramas de clasificación aplicados por el IUGS.	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.
9. Identificación de características texturales de rocas metamórficas.	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.
10. Clasificación de rocas metamórficas.	
	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.

## **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 el 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.
- 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. Prohibiciones**

- 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 5. 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 6. 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 7. 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 8. 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 9. 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 10. 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 11. 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 12. 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 13. 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 14. 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 15. 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 16. 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 lavajos.

#### **Artículo 17. 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 18. Irritación o quemadura ocular por contacto accidental (por tocarse los ojos tras manipular reactivos o rocas)**

- Acudir inmediatamente al lavajos 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 19. 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 20. 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

<b>Elemento de Competencia al que pertenece la práctica</b>	<b>Elemento de Competencia I</b>
	Clasificar las rocas ígneas en el microscopio petrográfico de luz polarizada plana con base en los porcentajes de los minerales formadores de rocas, tamaño, relaciones y forma de los cristales, a través del pensamiento estratégico, para la clasificación de la roca ígneas plutónicas (intrusivas), volcánicas (efusivas, explosivas) y conocer el ambiente de formación e identificar los procesos geológicos en el área de la exploración.

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
Práctica No. 1	Texturas granulares y equigranulares.	Identificar texturas granulares y equigranulares, usando láminas delgadas en microscopio petrográfico con objetivos a 4X, 10X, 20X o 40X para diferenciar hábitos cristalinos (euhedral, subhedral, anhedral) y distribución de tamaños de grano para inferir tasas de enfriamiento magmático.
Práctica No. 2	Texturas inequigranulares y exsolución.	Identificar texturas inequigranulares y exsolución, usando láminas delgadas en microscopio petrográfico con objetivos a 4X, 10X, 20X o 40X para identificar fenocristales en matriz fina y texturas de exsolución para reconstruir procesos de cristalización fraccionada.
Práctica No. 3	Texturas volcánicas y piroclásticas.	Identificar y clasificar texturas extrusivas (hialopilitica, vesicular) y piroclásticas (fiamme, pómez), usando láminas delgadas en microscopio petrográfico con objetivos a 4X, 10X, 20X o 40X para diferenciar ambientes volcánicos.
Práctica No. 4	Clasificación modal en diagramas de clasificación QAPF de Streckeisen.	Clasificar rocas ígneas modalmente mediante conteo de puntos en láminas delgadas en microscopio petrográfico con objetivos a 4X, 10X, 20X o 40X, integrando texturas y diagramas QAPF de Streckeisen.

<b>Elemento de Competencia al que pertenece la práctica</b>	<b>Elemento de Competencia II</b>
	Clasificar las rocas sedimentarias en el microscopio petrográfico de luz polarizada plana abordando a través del pensamiento estratégico su descripción microscópica con base en los esquemas de clasificación vigentes para comprender los procesos sedimentarios y su relación en la formación de yacimientos minerales.

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
Práctica No. 5	Identificación de rocas sedimentarias clásticas 1.	Interpretar texturas clásticas y composición mineralógica para determinar procesos diagenéticos, mediante análisis de láminas en microscopio petrográfico con objetivos a 4X, 10X, 20X o 40X para identificar ambientes sedimentarios.
Práctica No. 6	Identificación de rocas sedimentarias clásticas 2.	Interpretar texturas clásticas y composición mineralógica para determinar procesos diagenéticos, mediante análisis de láminas en microscopio petrográfico con objetivos a 4X, 10X, 20X o 40X para identificar ambientes sedimentarios.
Práctica No. 7	Identificación de rocas sedimentarias químicas y bioquímicas.	Identificar microfósiles, ooides y texturas de precipitación para inferir ambientes deposicionales, a través de identificación en láminas delgadas en microscopio petrográfico con objetivos a 4X, 10X, 20X o 40X para identificar ambientes sedimentarios marinos.
Práctica No. 8	Clasificación modal de rocas sedimentarias en diagramas de clasificación aplicados por el IUGS.	Aplicar diagramas de clasificación IUGS a rocas detríticas para categorizarlas según tamaño de grano, matriz y minerales mediante análisis en láminas delgadas en microscopio petrográfico con objetivos a 4X, 10X, 20X o 40X.

<b>Elemento de Competencia al que pertenece la práctica</b>	<p><b>Elemento de Competencia III</b></p> <p>Clasificar las rocas metamórficas en el microscopio petrográfico de luz polarizada plana con base a la identificación de los minerales característicos y texturas de este tipo de rocas, a través del pensamiento estratégico, para la clasificación de las rocas metamórficas y conocer el ambiente de formación e identificar los procesos geológicos en el área de la exploración.</p>
---	--

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
Práctica No. 9	Identificación de características texturales de rocas metamórficas.	Identificar características texturales de rocas metamórficas para determinar condiciones P-T, mediante análisis de láminas delgadas en microscopio petrográfico con objetivos a 4X, 10X, 20X o 40X.
Práctica No. 10	Clasificación de rocas metamórficas.	Clasificar rocas metamórficas según texturas para categorizarlas por tipo de metamorfismo aplicando diagramas IUGS.



# UES

Universidad Estatal de Sonora  
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu

# PRÁCTICAS

<b>NOMBRE DE LA PRÁCTICA 1.</b>	Texturas granulares y equigranulares.
<b>COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA</b>	Identificar texturas granulares y equigranulares, usando láminas delgadas en microscopio petrográfico con objetivos a 4X, 10X, 20X o 40X para diferenciar hábitos cristalinos (euhedral, subhedral, anhedral) y distribución de tamaños de grano para inferir tasas de enfriamiento magmático.

### FUNDAMENTO TEÓRICO

Las texturas en rocas ígneas reflejan las condiciones de enfriamiento del magma. Se analizan mediante láminas delgadas en microscopio petrográfico (objetivos 4X-40X), evaluando:

#### Distribución del tamaño:

- **Textura equigranular:** Cristales de tamaño similar. Indica enfriamiento lento y uniforme donde los cristales crecen a tasas constantes.
- **Textura granular (no equigranular):** Cristales de tamaños variables. Incluye texturas como:
  - Porfírica: Fenocristales grandes (crecidos lentamente) en una matriz fina (enfriamiento rápido). Típica de rocas volcánicas.
  - Seriada: Graduación continúa de tamaños. Sugiere cambios en las condiciones de cristalización.

#### Hábito cristalino:

- **Euhedral:** Cristales con caras bien definidas. Se forman temprano, con espacio libre (enfriamiento lento).
- **Subhedral:** Caras parcialmente desarrolladas. Cristalización en espacio limitado.
- **Anhedral:** Sin caras definidas. Cristalizan últimos, en espacios restringidos.

#### Relación con la tasa de enfriamiento:

- **Enfriamiento lento (profundidad):** Baja nucleación + crecimiento prolongado → Textura equigranular, cristales grandes, hábitos euhedrales/subhedrales.
- **Enfriamiento rápido (superficie):** Alta nucleación + crecimiento breve → Textura no equigranular (porfírica o afanítica), matriz anhedral/vítrea.
- **Inferencia petrogenética:** La combinación de tamaño de cristales (equigranular vs. no equigranular) y hábito cristalino permite deducir la historia térmica del magma:
  - Equigranular + euhedral/subhedral → Ambiente plutónico.
  - Porfírica (fenocristales euhedrales + matriz fina) → Ascenso rápido desde profundidad a superficie (volcánico/hipabisal).

### MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

Material/Equipo	Cantidad
Microscopio petrográfico	1 por estudiante o equipo.
Láminas delgadas	2-5 laminas
Guías de identificación mineral	1 por estudiante o equipo.
Tabla de características texturales	1 por estudiante o equipo.
Cámara digital / cámara celular	1 por estudiante o equipo.
Libreta de apuntes	1 por estudiante o equipo.

## PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

### 1. Preparación del espacio de trabajo.

- Verificar que el microscopio petrográfico esté limpio, calibrado y correctamente conectado.
- Asegurar que las láminas delgadas estén en buenas condiciones, sin fracturas ni suciedad.
- Limpiar cuidadosamente las lentes del microscopio con papel especial para óptica.

### 2. Colocación de la muestra.

- Seleccionar la lámina delgada correspondiente y colocarla en la platina del microscopio.
- Ajustar la platina para centrar la muestra bajo el objetivo de menor aumento (4X).

### 3. Objetivo Óptico de 4X.

- Realizar un recorrido panorámico de la muestra para identificar zonas de interés.
- Describir la textura global y registrar observaciones iniciales sobre la homogeneidad del tamaño de grano y la distribución de los cristales.
- Dibujar un esquema general de la muestra.

### 4. Objetivo Óptico de 10X - 20X.

- Cambiar a los objetivos de 10X y posteriormente a 20X para observar con mayor detalle la forma de los cristales.
- Identificar los hábitos cristalinos predominantes:
  - ✓ Euhedrales: Cristales con formas geométricas bien definidas.
  - ✓ Subhedrales: Cristales con algunas caras bien definidas, pero parcialmente irregulares.
  - ✓ Anhedrales: Cristales sin caras cristalinas reconocibles.
- Registrar la proporción de cada hábito en la muestra.
- Tomar notas sobre el grado de intercrecimiento entre cristales y posibles zonaciones.

### 5. Objetivo Óptico de 40X (en caso de ser necesario).

- Utilizar el objetivo de 40X para observar las uniones cristalinas, bordes de contacto y la posible presencia de minerales accesorios.
- Detallar la variación de tamaños entre cristales vecinos para evaluar si existe una textura verdaderamente equigranular o si hay ligeras variaciones.
- Analizar la relación entre los cristales y la posible orientación preferente.

## 6. Medición y estimación del tamaño del cristal.

- Utilizar la escala micrométrica del microscopio o un ocular calibrado para estimar el tamaño promedio de los cristales.
- Registrar si los cristales son finos (<1 mm), medianos (1-5 mm) o gruesos (>5 mm).

## 7. Interpretación petrográfica.

- Relacionar las texturas observadas con las tasas de enfriamiento:
  - ✓ Texturas granulares y equigranulares suelen indicar enfriamiento lento en ambientes plutónicos.
  - ✓ La presencia de cristales bien formados (euhedrales) sugiere espacios abiertos de crecimiento y enfriamiento prolongado.
  - ✓ Cristales anhedrales pueden indicar cristalización rápida o competencia espacial.
- Inferir el ambiente geológico probable (plutónico, hipabisal, etc.).

## RESULTADOS ESPERADOS

- Identificación precisa de las texturas granulares y equigranulares en cada lámina delgada.
- Diferenciación clara de los hábitos cristalinos: euhedrales, subhedrales y anhedrales.
- Estimación adecuada del tamaño promedio de los cristales en cada muestra.
- Interpretación correcta de las tasas de enfriamiento magmático a partir de las texturas observadas.
- Elaboración de dibujos esquemáticos claros y bien detallados que reflejen las observaciones microscópicas.
- Relación adecuada entre la textura y el posible ambiente geológico de formación de la roca.
- Reporte completo, ordenado y con una adecuada interpretación petrográfica.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

Preguntas o guías para la interpretación de los datos:

1. ¿Qué tipo de textura predominó en cada muestra?
2. ¿Las texturas fueron consistentes en toda la lámina o cambiaron en diferentes zonas?
3. ¿Cuál fue el hábito cristalino predominante?
4. ¿Qué minerales aparecen juntos de forma recurrente?
5. ¿Observaste minerales accesorios o alteraciones secundarias?
6. ¿El contacto entre los cristales es ajustado o existen intersticios?
7. ¿La muestra presenta algún grado de orientación preferente o foliación?
8. ¿El tamaño de grano es uniforme en toda la lámina o varía por zonas? Y ¿A que podría deberse?
9. Según lo que observaste, ¿la muestra corresponde más a un origen intrusivo o extrusivo? ¿Por qué?
10. ¿Hubo problemas con la calidad de la lámina delgada, el enfoque o la identificación de minerales?

## CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Durante la práctica, el estudiante identificara y analizara texturas granulares y equigranulares en láminas delgadas utilizando el microscopio petrográfico. Este análisis permitirá relacionar las texturas observadas con las tasas de enfriamiento magmático, concluyendo que las rocas con texturas granulares y equigranulares se formaron por enfriamiento lento en ambientes plutónicos.

El estudiante lograra reconocer hábitos cristalinos euhedrales, subhedrales y anhedrales, lo que facilitó la interpretación de las condiciones de cristalización y la historia de crecimiento mineral. Además, el análisis del tamaño de grano permitió inferir las variaciones en la velocidad de enfriamiento.

El manejo adecuado del microscopio petrográfico y la elaboración de descripciones y esquemas detallados fortalecerán las habilidades prácticas del estudiante. Esta experiencia es fundamental para su formación profesional, ya que le proporciona herramientas para interpretar procesos geológicos, aplicables en exploración minera, estudios petrográficos y análisis geotécnicos en el campo de las Geociencias.

### ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

1. A partir de fotografías microscópicas de distintas láminas delgadas, identificar y clasificar las texturas presentes (granulares, equigranulares, porfídicas, etc.) y los hábitos cristalinos (euhedral, subhedral, anhedral). Justificar cada clasificación.
2. Utilizando una escala micrométrica, medir al menos 20 cristales en una lámina delgada y calcular el tamaño promedio de los cristales.
3. A partir de la descripción de texturas y hábitos cristalinos en una muestra, elaborar un esquema narrativo que explique la historia de enfriamiento y cristalización del magma.
4. Analizar dos muestras con texturas distintas (por ejemplo, una equigranular y otra porfídica). Describir diferencias y similitudes, y discutir cómo estas reflejan diferentes condiciones de formación.
5. Elaborar un mapa conceptual que relacione tipos de texturas, hábitos cristalinos, tamaños de grano y tasas de enfriamiento, apoyándose en ejemplos reales.

**EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE**

Criterios de evaluación	<b>Criterio de evaluación asignado por el facilitador.</b>	
	Se sugiere:	
	<b>Criterio</b>	<b>%</b>
	Identificación de texturas	25%
	Medición y análisis	20%
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	Interpretación petrográfica	25%
	Dibujo esquemático	15%
	Reporte de la práctica	15%
Formatos de reporte de prácticas	<a href="#">Reporte de Prácticas en General</a> <a href="#">Rubrica de práctica de laboratorio</a> Anexo 21: Formato de reporte de práctica de laboratorio	

<b>NOMBRE DE LA PRÁCTICA 2.</b>	Texturas inequigranulares y exsolución.
<b>COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA</b>	Identificar texturas inequigranulares y exsolución, usando láminas delgadas en microscopio petrográfico con objetivos a 4X, 10X, 20X o 40X para identificar fenocristales en matriz fina y texturas de exsolución para reconstruir procesos de cristalización fraccionada.

### FUNDAMENTO TEÓRICO

Las texturas observadas en rocas ígneas reflejan procesos de cristalización y enfriamiento que afectan la forma, tamaño y distribución de los minerales, identificables mediante láminas delgadas en microscopio petrográfico permite analizar aspectos claves como:

- **Textura inequigranular:**

Se caracterizan por la coexistencia de cristales de tamaños muy diferentes dentro de una misma roca. En este tipo de textura, se pueden observar fenocristales, que son cristales de gran tamaño, claramente visibles a simple vista o bajo el microscopio, inmersos en una matriz de granos finos o microlitos. Esta distribución heterogénea del tamaño de los granos indica que la cristalización no ocurrió de manera simultánea ni uniforme.

Se caracteriza por:

- Presencia de cristales de tamaños muy diferentes.
- Fenocristales grandes, formados durante un enfriamiento lento inicial, se encuentran inmersos en una matriz de granos finos que cristalizan más rápidamente.
- Esta textura indica una cristalización no simultánea y variable en tasa de crecimiento.

- **Texturas de exsolución:**

Es un proceso textural que ocurre cuando un mineral sólido originalmente homogéneo se vuelve inestable al disminuir la temperatura, dando lugar a la separación espontánea en dos o más fases minerales distintas dentro del mismo cristal.

Se caracteriza por:

- Separación en fases minerales distintas dentro de un mismo cristal durante el enfriamiento.
- Se manifiesta como lamelas, bandas o intercrecimientos minerales visibles en el microscopio.
- Este fenómeno ocurre porque la solubilidad de ciertos elementos disminuye con la temperatura, provocando segregación química interna.

### MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

Material/Equipo	Cantidad
Microscopio petrográfico	1 por estudiante o equipo.
Láminas delgadas	2-5 laminas
Guías de identificación mineral	1 por estudiante o equipo.
Tabla de características texturales	1 por estudiante o equipo.
Cámara digital / cámara celular	1 por estudiante o equipo.
Libreta de apuntes	1 por estudiante o equipo.

### PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

#### 1. Preparación del espacio de trabajo.

- Verificar que el microscopio petrográfico esté limpio, calibrado y correctamente conectado.
- Asegurar que las láminas delgadas estén en buenas condiciones, sin fracturas ni suciedad.
- Limpiar cuidadosamente las lentes del microscopio con papel especial para óptica.

#### 2. Colocación de la muestra.

- Seleccionar la lámina delgada correspondiente y colocarla en la platina del microscopio.
- Ajustar la platina para centrar la muestra bajo el objetivo de menor aumento (4X).

#### 3. Objetivo Óptico de 4X.

- Realizar un recorrido panorámico de la muestra para localizar zonas con diferencias notables en el tamaño de los cristales.
- Describir la distribución general de tamaños (presencia de fenocristales y matriz fina).
- Registrar observaciones preliminares sobre la textura inequigranular y realizar un dibujo esquemático global de la muestra.

#### 4. Objetivo Óptico de 10X - 20X.

- Cambiar a los objetivos de 10X y posteriormente a 20X para observar con mayor detalle la forma de los cristales.
- Identificar los hábitos cristalinos predominantes:
  - ✓ Euhedrales: Cristales con formas geométricas bien definidas.
  - ✓ Subhedrales: Cristales con algunas caras bien definidas, pero parcialmente irregulares.
  - ✓ Anhedrales: Cristales sin caras cristalinas reconocibles.
- Observar y describir el grado de intercrecimiento entre cristales y su contacto con la matriz fina.
- Identificar los fenocristales y las zonas de posible exsolución.

#### 5. Objetivo Óptico de 40X (en caso de ser necesario).

- Observar detalles en los bordes cristalinos.
- Contactos entre fases minerales.

- Presencia de lamelas, bandas o intercrecimientos indicativos de exsolución.
- Cambiar entre luz natural y luz polarizada para confirmar la presencia de exsolución.
- Registrar mediante esquemas o fotografías las texturas de exsolución observadas.

#### **6. Medición y estimación del tamaño del cristal.**

- Utilizar la escala micrométrica del microscopio o un ocular calibrado para estimar el tamaño promedio de los cristales.
- Registrar si los cristales son finos (<1 mm), medianos (1-5 mm) o gruesos (>5 mm).

#### **7. Interpretación petrográfica.**

- Relacionar las texturas observadas con las tasas de enfriamiento y procesos magmáticos:
  - ✓ Textura inequigranular: Enfriamiento lento inicial seguido por enfriamiento rápido.
  - ✓ Exsolución: Enfriamiento progresivo que provoca separación de fases.
- Inferir el ambiente de formación:
  - ✓ Presencia de fenocristales + matriz fina → Textura porfírica → Ambientes volcánicos o hipabisales.
  - ✓ Presencia de exsolución → Cristalización prolongada con segregación química → Posible evolución magmática compleja.
- Concluir sobre la historia térmica y evolución del magma que originó la roca.

### **RESULTADOS ESPERADOS**

1. Identificación precisa de las texturas inequigranulares y de exsolución en cada lámina delgada.
2. Diferenciación clara de los hábitos cristalinos: euhedrales, subhedrales y anhedrales.
3. Estimación adecuada del tamaño promedio de los fenocristales y de la matriz fina.
4. Observación detallada y registro de las texturas de exsolución, incluyendo lamelas y bandas minerales.
5. Interpretación correcta de los procesos de cristalización fraccionada y enfriamiento diferencial a partir de las texturas observadas.
6. Elaboración de dibujos esquemáticos claros y bien detallados que reflejen las observaciones realizadas en el microscopio.
7. Relación adecuada entre las texturas observadas y el posible ambiente geológico de formación de la roca (plutónico, hipabisal, volcánico).

Reporte completo, ordenado y con una adecuada interpretación petrográfica.

### ANÁLISIS DE RESULTADOS

Preguntas o guías para la interpretación de los datos:

1. ¿Cómo describirías la morfología y tamaño de los fenocristales observados? ¿Presentan algún hábito cristalino predominante?
2. ¿Qué patrones o distribuciones espaciales presentan las texturas de exsolución dentro de los cristales? ¿Son uniformes, laminares, o localizadas en ciertas áreas?
3. ¿Cómo interpretas la coexistencia de fenocristales grandes con una matriz fina en términos de condiciones de enfriamiento y cristalización fraccionada?
4. ¿Existen indicios de intercrecimientos minerales u otras texturas secundarias que puedan modificar la interpretación original?
5. ¿Qué conclusiones puedes derivar sobre la dinámica del magma a partir de la identificación de texturas inequigranulares y exsolución?

### CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

La identificación de texturas inequigranulares y de exsolución permitirá confirmar los procesos de cristalización fraccionada y enfriamiento descritos en la teoría. La presencia de fenocristales inmersos en una matriz fina refleja etapas de enfriamiento lento seguidas de un enfriamiento más rápido, fundamentales en la formación de rocas ígneas.

Las texturas de exsolución aportan información valiosa sobre la evolución química y térmica del magma. Estas técnicas son esenciales en el campo profesional para interpretar la historia geológica y apoyar la exploración y explotación de recursos minerales.

En conjunto, la práctica fortalece las habilidades de observación y análisis petrográfico, integrando la teoría con la aplicación práctica.

### ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

1. A partir de fotografías microscópicas de diferentes láminas delgadas, identificar y clasificar las texturas presentes (inequigranulares, equigranulares, porfídicas, etc.) y los hábitos cristalinos (euhedrales, subhedrales, anhedrales). Justificar cada clasificación.
2. Utilizando la escala micrométrica del microscopio, medir al menos 20 cristales en una lámina delgada y calcular el tamaño promedio de los cristales observados.
3. A partir de la descripción de las texturas y hábitos cristalinos en una muestra, elaborar un esquema narrativo que explique la historia de enfriamiento y cristalización del magma o protolito.
4. Analizar dos muestras con texturas distintas (por ejemplo, una inequigranular y otra con texturas de exsolución). Describir diferencias y similitudes, y discutir cómo estas reflejan las condiciones y procesos de formación.
5. Elaborar un mapa conceptual que relacione tipos de texturas, hábitos cristalinos, tamaños de grano y tasas de enfriamiento, apoyándose en ejemplos reales y observaciones realizadas durante la práctica.

**EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE**

<b>EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE</b>													
Criterios de evaluación	<b>Criterio de evaluación asignado por el facilitador.</b>												
	Se sugiere:												
	<table border="0" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;"><b>Criterio</b></th> <th style="text-align: right;"><b>%</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Identificación de texturas y hábitos.</td> <td style="text-align: right;">25%</td> </tr> <tr> <td>Medición y estimación de tamaños</td> <td style="text-align: right;">20%</td> </tr> <tr> <td>Análisis e interpretación petrográfica</td> <td style="text-align: right;">25%</td> </tr> <tr> <td>Dibujo esquemático</td> <td style="text-align: right;">15%</td> </tr> <tr> <td>Reporte de la práctica</td> <td style="text-align: right;">15%</td> </tr> </tbody> </table>	<b>Criterio</b>	<b>%</b>	Identificación de texturas y hábitos.	25%	Medición y estimación de tamaños	20%	Análisis e interpretación petrográfica	25%	Dibujo esquemático	15%	Reporte de la práctica	15%
	<b>Criterio</b>	<b>%</b>											
	Identificación de texturas y hábitos.	25%											
Medición y estimación de tamaños	20%												
Análisis e interpretación petrográfica	25%												
Dibujo esquemático	15%												
Reporte de la práctica	15%												
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	<a href="#">Reporte de Prácticas en General</a> <a href="#">Rubrica de práctica de laboratorio</a>												
Formatos de reporte de prácticas	Anexo 21: Formato de reporte de práctica de laboratorio												

<b>NOMBRE DE LA PRÁCTICA 3.</b>	Texturas volcánicas y piroclásticas.
<b>COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA</b>	Identificar y clasificar texturas extrusivas (hialopilítica, vesicular) y piroclásticas (fiamme, pómez), usando láminas delgadas en microscopio petrográfico con objetivos a 4X, 10X, 20X o 40X para diferenciar ambientes volcánicos.

### FUNDAMENTO TEÓRICO

Las rocas volcánicas se forman por el enfriamiento rápido de la lava en la superficie terrestre o cerca de ella, lo que impide el crecimiento de cristales y genera texturas extrusivas (efusivas) en coladas de lava y texturas piroclásticas en depósitos explosivos.

Las cuales consisten en:

- **Texturas Volcánicas Extrusivas:** son típicas de rocas que se solidifican rápidamente tras la erupción volcánica. Entre las principales se encuentran:

- Textura Hialopilítica

Se caracteriza por una matriz vítrea en la que se encuentran microlitos (pequeños cristales) en un vidrio amorfo. Este tipo de textura es indicativa de un enfriamiento extremadamente rápido, donde no hubo tiempo suficiente para el crecimiento de cristales. Es común en basaltos, andesitas y vidrios volcánicos.

- Textura Vesicular

Se caracteriza por la presencia de vesículas o cavidades formadas por burbujas de gases que quedaron atrapadas en la lava durante su solidificación. Este tipo de textura refleja un ambiente de desgasificación del magma y es típica de rocas como la escoria y el basalto vesicular.

- **Texturas Piroclásticas:** se generan por la fragmentación explosiva del magma y la acumulación de fragmentos volcánicos transportados por el aire. Las rocas piroclásticas incluyen cenizas, lapilli, bloques y bombas volcánicas.

- Textura Fiamme

Es una textura característica de depósitos piroclásticos soldados, donde fragmentos de material vítreo (normalmente pómez) han sido aplanados y alargados debido a la compactación y deformación por el calor residual. Las fiamme son un indicador de flujos piroclásticos soldados, típicos de ignimbritas.

- Textura Pómez

La pómez es una roca altamente vesicular y de baja densidad que puede flotar en el agua. Su textura muestra gran abundancia de vesículas interconectadas y fragmentos angulosos, lo que indica una desgasificación violenta y rápida durante la erupción.

### MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

Material/Equipo	Cantidad
Microscopio petrográfico	1 por estudiante o equipo.
Láminas delgadas	2-5 laminas
Guías de identificación mineral	1 por estudiante o equipo.
Tabla de características texturales	1 por estudiante o equipo.
Cámara digital / cámara celular	1 por estudiante o equipo.
Libreta de apuntes	1 por estudiante o equipo.

### PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

#### 1. Preparación del espacio de trabajo.

- Verificar que el microscopio petrográfico esté limpio, calibrado y correctamente conectado.
- Asegurar que las láminas delgadas estén en buenas condiciones, sin fracturas ni suciedad.
- Limpiar cuidadosamente las lentes del microscopio con papel especial para óptica.

#### 2. Colocación de la muestra.

- Seleccionar la lámina delgada correspondiente y colocarla en la platina del microscopio.
- Ajustar la platina para centrar la muestra bajo el objetivo de menor aumento (4X).

#### 3. Objetivo Óptico de 4X.

- Realizar un recorrido panorámico de la muestra para identificar áreas relevantes: vesículas, fragmentos piroclásticos, texturas vítreas, etc.
- Describir la distribución general (Presencia de matriz vítrea, cantidad y distribución de vesículas y fragmentos piroclásticos identificables).
- Realizar un dibujo esquemático global de la muestra.

#### 4. Objetivo Óptico de 10X - 20X.

- Cambiar a los objetivos de 10X y posteriormente a 20X para observar con mayor detalle:
- Forma y tamaño de los cristales (fenocristales y matriz).
- Identificación de vesículas (formas, tamaños y distribución).
- Texturas específicas:
  - ✓ **Textura vesicular:** burbujas aisladas o interconectadas.
  - ✓ **Textura hialopilítica:** matriz vítrea con microlitos dispersos.
  - ✓ **Textura fiamme:** fragmentos alargados y deformados por soldadura.
  - ✓ **Textura pómez:** abundancia de vesículas con escasa matriz.

#### 5. Objetivo Óptico de 40X (en caso de ser necesario).

- Observar detalles en los bordes cristalinos y vesiculares.
- Examinar los contactos entre fases minerales y la textura de la matriz vítrea
- Confirmar la presencia de fiamme mediante la observación de la deformación y alineación de fragmentos piroclásticos.

- Observar la textura vesicular en mayor detalle: tamaño, distribución y conexión de vesículas.
- Alternar entre luz natural y luz polarizada para diferenciar mejor los minerales y las fases amorfas.

#### **6. Medición y estimación del tamaño del cristal.**

- Utilizar la escala micrométrica del microscopio o un ocular calibrado para estimar el tamaño promedio de los cristales y vesículas.
- Registrar si los cristales son finos (<1 mm), medianos (1-5 mm) o gruesos (>5 mm).

#### **7. Interpretación petrográfica.**

- Relacionar las texturas observadas con el ambiente volcánico:
  - ✓ Textura hialopilitica → Enfriamiento muy rápido → Lavas superficiales.
  - ✓ Textura vesicular → Presencia de gases → Erupciones efusivas o explosivas.
  - ✓ Textura fiamme → Flujos piroclásticos soldados → Erupciones explosivas.
  - ✓ Textura pómez → Desgasificación violenta → Erupciones altamente explosivas.
  - ✓ Inferir los procesos magmáticos y eruptivos asociados.
- Concluir sobre la historia térmica y eruptiva de la roca examinada.

### **RESULTADOS ESPERADOS**

1. Identificación precisa de las texturas volcánicas extrusivas (hialopilitica, vesicular) y piroclásticas (fiamme, pómez) en cada lámina delgada observada.
2. Estimación adecuada del tamaño promedio de los cristales (fenocristales y matriz) y de las vesículas presentes en las rocas volcánicas.
3. Observación detallada y registro de las vesículas, fiamme y fragmentos piroclásticos, incluyendo su forma, tamaño, distribución y relación con la matriz vítrea.
4. Interpretación correcta de los procesos eruptivos y de enfriamiento rápido que dieron origen a las texturas observadas, incluyendo ambientes efusivos y explosivos.
5. Relación adecuada entre las texturas identificadas y el ambiente geológico de formación, distinguiendo entre lavas superficiales, flujos piroclásticos y depósitos explosivos.

### ANÁLISIS DE RESULTADOS

Preguntas o guías para la interpretación de los datos:

1. ¿Cuáles son las texturas predominantes en cada lámina delgada observada?
2. ¿Los hábitos observados indican enfriamiento rápido, lento o una combinación de ambos?
3. ¿Cuál es el tamaño promedio de los fenocristales y de las vesículas?
4. ¿Cómo se distribuyen las vesículas dentro de la roca: de forma homogénea o irregular?
5. ¿La proporción matriz/vesículas es alta o baja? ¿Qué implica esto sobre la desgasificación del magma?
6. ¿Se observaron fiamme? Si es así, ¿los fragmentos están deformados, aplanados o alineados?
7. Comparando las láminas, ¿qué diferencias notorias encuentras entre las rocas con textura hialopilitica y aquellas con texturas piroclásticas?
8. ¿El tamaño y la forma de las vesículas indican erupciones efusivas o explosivas?
9. ¿Las texturas sugieren enfriamiento rápido, enfriamiento progresivo o desgasificación intensa?
10. ¿Cuál de las muestras muestra mayor evidencia de actividad explosiva?

### CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

La práctica permitirá la identificación de texturas volcánicas y piroclásticas permitiéndole reconocer de manera precisa las texturas hialopilitica, vesicular, fiamme y pómez mediante la observación con microscopio petrográfico.

Estas texturas proporcionan información clave sobre los procesos de enfriamiento rápido, desgasificación y fragmentación explosiva que ocurren durante la actividad volcánica.

A través del análisis de los hábitos cristalinos, la distribución y tamaño de vesículas y fragmentos piroclásticos, fue posible inferir los ambientes de formación y las condiciones eruptivas asociadas.

### ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

1. Observa imágenes microscópicas (o láminas delgadas) de diferentes rocas volcánicas y piroclásticas. Clasifica cada muestra según su textura (hialopilitica, vesicular, fiamme, pómez) y justifica tu clasificación.
2. En un área de la muestra en la lámina delgada, calcula el porcentaje aproximado de vesículas respecto a la matriz sólida. Compara los valores entre una roca vesicular y una pómez.
3. A partir de descripciones texturales y fotografías de muestras, determina si corresponden a erupciones efusivas o explosivas. Argumenta tu respuesta basándote en las texturas observadas.
4. Describe cómo varían las texturas cuando el enfriamiento es rápido vs. lento, y qué implicaciones tiene esto para la formación de fenocristales y matriz vítrea.
5. Investiga un caso real de erupción volcánica y describe las texturas volcánicas y piroclásticas asociadas, relacionándolas con la dinámica eruptiva del evento.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE													
Criterios de evaluación	<p><b>Criterio de evaluación asignado por el facilitador.</b></p> <p>Se sugiere:</p> <table 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 texturas</td> <td style="text-align: center;">25%</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Identificación de bordes cristalinos y vesiculares</td> <td style="text-align: center;">20%</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Análisis e interpretación petrográfica</td> <td style="text-align: center;">25%</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Dibujo esquemático</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 texturas	25%	Identificación de bordes cristalinos y vesiculares	20%	Análisis e interpretación petrográfica	25%	Dibujo esquemático	15%	Reporte de la práctica	15%
Criterio	%												
Identificación de texturas	25%												
Identificación de bordes cristalinos y vesiculares	20%												
Análisis e interpretación petrográfica	25%												
Dibujo esquemático	15%												
Reporte de la práctica	15%												
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	<p><a href="#">Reporte de Prácticas en General</a> <a href="#">Rubrica de práctica de laboratorio</a></p>												
Formatos de reporte de prácticas	<p>Anexo 21: Formato de reporte de práctica de laboratorio</p>												

<b>NOMBRE DE LA PRÁCTICA 4.</b>	Clasificación modal en diagramas de clasificación QAPF.
<b>COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA</b>	Clasificar rocas ígneas modalmente mediante conteo de puntos en láminas delgadas en microscopio petrográfico con objetivos a 4X, 10X, 20X o 40X, integrando texturas y diagramas QAPF.

### FUNDAMENTO TEÓRICO

La clasificación modal es un método que permite identificar y clasificar rocas ígneas a partir de la cantidad real de minerales que las componen. Esta clasificación es fundamental en petrografía, ya que proporciona una descripción precisa de la roca y ayuda a comprender su origen y evolución geológica.

El conteo de puntos en láminas delgadas es la técnica más utilizada para obtener porcentajes modales, consiste en observar la roca bajo un microscopio petrográfico y contar sistemáticamente los minerales presentes. Este proceso permite calcular los porcentajes volumétricos de cuarzo, feldespato alcalino y plagioclasas, que son esenciales para la clasificación de rocas ígneas.

El diagrama QAPF de Streckeisen, es una herramienta gráfica que facilita la clasificación internacional de rocas ígneas, basándose en los porcentajes de estos tres minerales principales. Ubicar correctamente la muestra en este diagrama garantiza una clasificación estandarizada y confiable.

### MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

Material/Equipo	Cantidad
Microscopio petrográfico	1 por estudiante o equipo.
Láminas delgadas	2-5 laminas
Hoja de conteo modal o software de conteo	1 por estudiante o equipo.
Diagramas QAPF impresos	1 por estudiante o equipo.
Cámara digital / cámara celular	1 por estudiante o equipo.
Libreta de apuntes	1 por estudiante o equipo.

### PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

#### 1. Preparación del espacio de trabajo.

- Verificar que el microscopio petrográfico esté limpio, calibrado y correctamente conectado.
- Asegurar que las láminas delgadas estén en buenas condiciones, sin fracturas ni suciedad.
- Limpiar cuidadosamente las lentes del microscopio con papel especial para óptica.

#### 2. Colocación de la muestra.

- Seleccionar la lámina delgada correspondiente y colocarla en la platina del microscopio.
- Ajustar la platina para centrar la muestra bajo el objetivo de menor aumento (4X).
- Realizar un recorrido completo para identificar las zonas más representativas de la roca, evitando áreas alteradas, bordeadas o con porosidad anómala.

#### 3. Objetivo Óptico de 4X.

- Realizar un recorrido panorámico de la muestra para identificar áreas relevantes: vesículas, fragmentos piroclásticos, texturas vítreas, etc.

#### **4. Selección de áreas de conteo.**

- Escoger al menos tres zonas representativas de la lámina delgada para realizar el conteo modal.
- Estas áreas deben mostrar una distribución uniforme de los minerales y reflejar la textura predominante de la roca.

#### **5. Conteo de puntos sistemático**

- Cambiar al objetivo de mayor aumento (10X, 20X o 40X) según el tamaño de grano observado.
- Utilizar un retículo con punto de intersección o una malla para realizar el conteo modal siguiendo un patrón ordenado (por ejemplo, de izquierda a derecha y de arriba a abajo) hasta completar un número suficiente de puntos (por lo general, mínimo 100, 200 y 400 puntos).
- Identificar y registrar el mineral que aparece en cada punto.

#### **6. Medición y estimación del tamaño del cristal.**

- Anotar cuidadosamente el número de veces que cada mineral es interceptado durante el conteo.
- Agrupar los minerales principales (cuarzo, feldespato alcalino, plagioclasas) y los minerales accesorios.

#### **7. Cálculo de porcentajes modales**

- Calcular el porcentaje modal de cada mineral utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje Modal} = \left( \frac{\text{Número de puntos del mineral}}{\text{Número total de puntos}} \right) \times 100$$

#### **8. Ubicación en el diagrama QAPF**

- Con los porcentajes calculados de Q, A y P, localizar gráficamente la muestra en el diagrama QAPF de Streckeisen para obtener su clasificación petrológica precisa.

#### **9. Descripción de texturas**

- Registrar las texturas observadas en la lámina delgada, como texturas granulares, porfídicas, intergranulares, hipidiomorfas o panidiomorfas.
- Describir también el tamaño de grano, la forma y la relación entre los minerales.

#### **10. Análisis y clasificación final**

- Analizar los resultados obtenidos, relacionar la textura con la clasificación modal y concluir el nombre petrológico de la roca.
- Comparar con clasificaciones previas y discutir posibles variaciones o errores.

### RESULTADOS ESPERADOS

1. Identificación precisa de los minerales esenciales (cuarzo, feldespato alcalino, plagioclasas) y minerales accesorios presentes en cada lámina delgada observada.
2. Conteo modal sistemático y registro detallado del número de puntos interceptados por cada mineral, asegurando la representatividad estadística de la muestra.
3. Cálculo correcto de los porcentajes modales a partir de los datos obtenidos, incluyendo la correcta suma de los minerales esenciales y su proporción relativa.
4. Ubicación precisa de la muestra en el diagrama QAPF de Streckeisen con base en los porcentajes modales calculados, garantizando la correcta clasificación petrológica de la roca.
5. Interpretación adecuada de la relación entre la clasificación modal y el ambiente geológico de formación de la roca ígnea, considerando su origen plutónico o volcánico.
6. Asociación correcta entre la textura observada y la clasificación modal, reconociendo si la textura favorece una interpretación intrusiva o extrusiva.

### ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. ¿Cuáles fueron los minerales más abundantes identificados en la muestra y cómo se distribuyen en la lámina delgada?
2. ¿El conteo modal realizado fue suficiente para representar adecuadamente la muestra? ¿Hubo zonas heterogéneas o alteradas que pudieron afectar los resultados?
3. ¿En qué posición del diagrama QAPF quedó ubicada la muestra? ¿El nombre petrológico obtenido concuerda con las características observadas en la lámina delgada?
4. ¿Qué ambiente geológico de formación (plutónico, o volcánico) corresponde a la clasificación obtenida? ¿Cuáles evidencias texturales y modales apoyan esta interpretación?
5. ¿Qué relación existe entre la clasificación modal obtenida y los posibles usos industriales, el contexto tectónico o la importancia geológica de la roca estudiada?

### CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

La práctica de clasificación modal mediante conteo de puntos en láminas delgadas permitirá aplicar de manera directa los conceptos teóricos relacionados con la composición mineralógica de las rocas ígneas. A través del conteo sistemático y la correcta aplicación del diagrama QAPF de Streckeisen, se lograra determinar de forma precisa el nombre petrológico de las muestras analizadas, confirmando la importancia de este método en la clasificación objetiva y estandarizada de las rocas.

En el campo profesional del Ingeniero en Geociencias, la clasificación modal es fundamental para la correcta descripción de afloramientos, la elaboración de mapas geológicos, el análisis de yacimientos minerales, y la interpretación de la evolución magmática de una región. Un conteo modal bien realizado contribuye a estudios de prospección, caracterización de materiales de construcción, e investigaciones científicas que requieren precisión mineralógica.

### ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

1. Realizar el conteo modal a partir de imágenes digitales de láminas delgadas proporcionadas por el docente. Calcular los porcentajes modales y clasificar cada muestra en el diagrama QAPF.
2. Resolver casos prácticos con tablas de conteo modal ya proporcionadas. Clasificar las rocas en el diagrama QAPF y justificar la interpretación geológica de cada caso.
3. Dibujar manualmente varios diagramas QAPF a partir de diferentes porcentajes ficticios proporcionados y practicar la ubicación correcta de distintas rocas ígneas.
4. Compara la clasificación modal obtenida por conteo de puntos con la clasificación normativa calculada a partir de la composición química (proporcionada por el docente).
5. El docente proporcionará solo imágenes y porcentajes modales, sin el nombre de la roca.
  - El alumno deberá:
    - ✓ Realizar la clasificación modal completa.
    - ✓ Justificar su interpretación con base en el diagrama QAPF y en la textura observada.

### EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE		
Criterios de evaluación	<b>Criterio de evaluación asignado por el facilitador.</b>	
	Se sugiere:	
	<b>Criterio</b>	<b>%</b>
	Conteo Modal	25%
	Cálculo de Porcentajes Modales	20%
	Ubicación en el Diagrama QAPF	20%
	Descripción petrográfica	15%
	Interpretación geológica	10%
	Reporte de la práctica	10%
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	<a href="#">Reporte de Prácticas en General</a> <a href="#">Rubrica de práctica de laboratorio</a>	
Formatos de reporte de prácticas	Anexo 21: Formato de reporte de práctica de laboratorio	

<b>NOMBRE DE LA PRÁCTICA 5.</b>	Identificación de rocas sedimentarias clásticas 1.
<b>COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA</b>	Interpretar texturas clásticas y composición mineralógica para determinar procesos diagenéticos, mediante análisis de láminas en microscopio petrográfico con objetivos a 4X, 10X, 20X o 40X para identificar ambientes sedimentarios.

### FUNDAMENTO TEÓRICO

Las rocas sedimentarias clásticas son el resultado de la meteorización, erosión, transporte, deposición y litificación de fragmentos (clastos) derivados de rocas preexistentes. Constituyen un registro fundamental de los procesos superficiales de la Tierra y los ambientes en los que se depositaron (Boggs, 2009). Su estudio es esencial para reconstruir la historia geológica, entender la evolución de cuencas sedimentarias y explorar recursos naturales.

#### **Componentes Fundamentales de las Rocas Clásticas:**

- **Clastos:** Fragmentos individuales que componen la roca. Se clasifican principalmente por:
  - Tamaño (Escala de Wentworth): Grava (>2mm), Arena (1/16 mm - 2mm), Limo (1/256 mm - 1/16 mm), Arcilla (<1/256 mm). El tamaño dominante define el nombre de la roca (conglomerado, arenisca, limolita, arcillita).
  - Composición Mineralógica: Minerales primarios (cuarzo, feldespatos, micas) y fragmentos de roca (líticos). La composición refleja la roca fuente y la duración/intensidad del transporte.
  - Forma y Redondez: Indican la energía del medio de transporte y la distancia recorrida (clastos angulosos = poco transporte; clastos redondeados = mucho transporte).
  
- **Matriz:** Material detrítico de grano fino (generalmente limo y arcilla) que ocupa los espacios intersticiales entre los clastos más grandes. Abundante en rocas mal seleccionadas.
  
- **Cementante:** Material químico precipitado posteriormente a la deposición que une los clastos y la matriz. Tipos comunes: sílice (cuarzo, calcedonia), carbonato (calcita, dolomita), óxidos de hierro (hematita, limonita), arcillas (caolinita, illita).
  
- **Texturas:** son características microscópicas (y macroscópicas) que describen las relaciones espaciales y la geometría de los componentes de la roca.
  - Tamaño de Grano: Distribución de los diámetros de los clastos.
  - Selección (Sorting): Grado de uniformidad en el tamaño de los clastos. Indica energía y persistencia del medio de transporte.
  - Redondez y Esfericidad: Grado de suavizado de las aristas y vértices de los clastos (redondez) y proximidad a una forma esférica (esfericidad). Relacionadas con abrasión durante el transporte.
  - Empaquetamiento (Packing): Arreglo espacial de los clastos y densidad con la que se disponen. Afecta la porosidad y permeabilidad original.
  - Fábrica: Orientación preferencial de los clastos alargados o planares, indica corrientes unidireccionales o de oleaje.

### MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

Material/Equipo	Cantidad
Microscopio petrográfico	1 por estudiante o equipo.
Láminas delgadas	2-5 laminas
Guía de minerales y texturas sedimentarias.	1 por estudiante o equipo.
Cámara digital / cámara celular	1 por estudiante o equipo.
Libreta de apuntes	1 por estudiante o equipo.

### PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

#### 1. Preparación del espacio de trabajo.

- Verificar que el microscopio petrográfico esté limpio, calibrado y correctamente conectado.
- Asegurar que las láminas delgadas estén en buenas condiciones, sin fracturas ni suciedad.
- Limpiar cuidadosamente las lentes del microscopio con papel especial para óptica.

#### 2. Colocación de la muestra.

- Seleccionar la lámina delgada correspondiente y colocarla en la platina del microscopio.
- Ajustar la platina para centrar la muestra bajo el objetivo de menor aumento (4X).

#### 3. Objetivo Óptico de 4X.

- Realizar un recorrido panorámico de la muestra para identificar áreas representativas y observar la distribución general de los clastos, matriz y cementante.
- Identificar visualmente las proporciones entre los clastos, matriz y porosidad (si es visible).
- Describir las características generales:
  - ✓ Tamaño predominante del clasto.
  - ✓ Grado de selección
  - ✓ Forma de los clastos
- Realizar un dibujo esquemático de la vista general de la muestra.

#### 4. Objetivo Óptico de 10X - 20X.

- Cambiar a los objetivos de 10X y posteriormente a 20X para observar con mayor detalle:
  - ✓ Forma, tamaño y límites de los clastos.
  - ✓ Identificación de minerales (cuarzo, feldespatos, fragmentos de roca, etc.).
  - ✓ Identificación de la matriz y/o cementante (sílice, calcita, arcillas, etc.).
- Describir la textura:
  - ✓ Textura Sostenida: contactos entre granos (puntuales, entrelazados, flotantes).
  - ✓ Textura Incluida: clastos sostenidos en una matriz.
  - ✓ Textura Cementada: clastos sostenidos en el cementante.

#### 5. Objetivo Óptico de 40X (en caso de ser necesario).

- Observar los detalles de los bordes de los clastos y las características del cementante.
- Examinar las relaciones texturales finas:
  - ✓ Contacto entre clastos (indicación de compactación).
  - ✓ Alteraciones
  - ✓ Posible recristalización o disolución de minerales.

## 6. Medición y estimación del tamaño del cristal.

- Utilizar la escala micrométrica del microscopio o un ocular calibrado para estimar el tamaño promedio de los clastos.
  - ✓ Grava (> 2 mm)
  - ✓ Arena gruesa (0.5 – 2 mm)
  - ✓ Arena Fina (0.0625 – 0.5 mm)
  - ✓ Limo / Arcilla (< 0.0625 mm)

## 7. Interpretación petrográfica.

- Relacionar las texturas observadas con los posibles ambientes sedimentarios:
  - ✓ Clastos angulosos, mal seleccionados (clasificados) → Ambientes de alta energía (depósitos aluviales, arroyos de montaña).
  - ✓ Clastos redondeados, bien seleccionados (clasificados) → Ambientes de baja energía (playas, dunas eólicas).
  - ✓ Soporte granoso → Transporte fluvial, eólico o marino.
  - ✓ Soporte matricial → Depósitos de gravedad (flujos de detritos, turbiditas).
- Identificar procesos diagenéticos:
  - ✓ Compactación → Reducción de porosidad.
  - ✓ Cementación → Crecimiento de nuevos minerales entre los granos.
  - ✓ Disolución → Formación secundaria de poros.

Concluir sobre la historia de depósito, transporte y diagénesis de la roca sedimentaria observada.

## RESULTADOS ESPERADOS

1. Identificación precisa de los componentes clásticos esenciales presentes en cada lámina delgada observada, incluyendo cuarzo, feldespatos, fragmentos líticos, así como minerales accesorios y cementante.
2. Análisis textural sistemático y registro detallado de:
  - Tamaño de grano
  - Forma (angulosidad/redondeamiento)
  - Grado de selección
  - Tipo de soporte (granoso o matricial)
3. Clasificación aproximada de la roca sedimentaria clástica con base en la proporción relativa de clastos, matriz y cementante, siguiendo los diagramas de clasificación como Folk y Pettijohn.
4. Interpretación precisa del ambiente sedimentario de depósito con base en las texturas, selección y composición mineralógica observada, considerando si se trata de un ambiente fluvial, marino, eólico, glacial, entre otros.

5. Identificación adecuada de evidencias de procesos diagenéticos como compactación, cementación, disolución, recristalización y formación de minerales secundarios.
6. Asociación correcta entre las características texturales y el ambiente de transporte y depósito, reconociendo si los atributos texturales corresponden a depósitos de alta energía, baja energía, o eventos gravitacionales.

### ANÁLISIS DE RESULTADOS

Preguntas o guías para la interpretación de los datos:

1. ¿Cuál es el tamaño predominante de los granos observados? ¿Corresponde a grava, arena, limo o arcilla?
2. ¿Los granos son angulosos, subangulosos, subredondeados o redondeados? ¿Qué indica esto sobre la distancia y el tiempo de transporte?
3. ¿Cuáles son los minerales dominantes y accesorios identificados en la lámina delgada?
4. ¿Qué evidencias de compactación se observaron? ¿Los granos presentan contactos ajustados o deformación?
5. ¿Cómo se conectan las evidencias diagenéticas con la historia post-depósito de la roca?

### CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

- La identificación de minerales, texturas clásticas y procesos diagenéticos en lámina delgada es fundamental para interpretar el ambiente sedimentario y la historia geológica de una roca.
- La forma, tamaño y selección de los granos permiten inferir los agentes de transporte y la energía del ambiente de depósito, aspectos esenciales en la clasificación de rocas sedimentarias clásticas.
- La observación de cementación, compactación y porosidad es clave para evaluar la evolución diagenética y la calidad de la roca.
- La práctica refuerza la importancia de la integración entre la teoría sedimentológica y la observación microscópica para realizar interpretaciones geológicas precisas y fundamentadas.
- Las competencias adquiridas en la práctica son aplicables en actividades profesionales como la exploración minera, la cartografía geológica, la evaluación de suelos y la caracterización de ambientes sedimentarios antiguos y modernos.

### ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

1. Observa imágenes microscópicas (o láminas delgadas) de diferentes rocas sedimentarias clásticas. Clasifica cada muestra según su tamaño de grano (grava, arena gruesa, arena fina, limo) y grado de selección (bien, moderadamente o mal seleccionada). Justifica tu clasificación.
2. A partir de descripciones texturales y fotografías de muestras, determina si las rocas provienen de ambientes sedimentarios de alta o baja energía. Argumenta tu respuesta con base en el tamaño, forma y selección de los granos.
3. Describe cómo varía la redondez y selección de los granos en función de la distancia de transporte y el agente sedimentario (agua, viento, hielo). Explica las implicaciones para la interpretación del ambiente de depósito.
4. Investiga un caso real de depósito sedimentario (por ejemplo, un delta fluvial o una duna eólica) y describe las características texturales y composición mineralógica típicas asociadas. Relaciónalas con las condiciones ambientales y procesos de formación.
5. Calcula el porcentaje aproximado de fragmentos líticos en una muestra dada y compara con el porcentaje de cuarzo. ¿Qué nos indica esta relación sobre el origen y la tectónica de la cuenca sedimentaria?

### EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE		
Criterios de evaluación	<b>Criterio de evaluación asignado por el facilitador.</b>	
	Se sugiere:	
	<b>Criterio</b>	<b>%</b>
	Identificación de texturas clásticas y minerales esenciales	20%
	Descripción de bordes y contactos entre granos (compactación, cementación)	20%
	Análisis e interpretación del ambiente sedimentario y procesos diagenéticos	25%
	Dibujo esquemático detallado y claro de la muestra petrográfica	15%
	Interpretación geológica	5%
	Reporte de la práctica	15%
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	<a href="#">Reporte de Prácticas en General</a> <a href="#">Rubrica de práctica de laboratorio</a>	
Formatos de reporte de prácticas	Anexo 21: Formato de reporte de práctica de laboratorio	

<b>NOMBRE DE LA PRÁCTICA 6.</b>	Identificación de rocas sedimentarias clásticas 2.
<b>COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA</b>	Interpretar texturas clásticas y composición mineralógica para determinar procesos diagenéticos, mediante análisis de láminas en microscopio petrográfico con objetivos a 4X, 10X, 20X o 40X para identificar ambientes sedimentarios.

### FUNDAMENTO TEÓRICO

Las rocas sedimentarias clásticas son el resultado de la meteorización, erosión, transporte, deposición y litificación de fragmentos (clastos) derivados de rocas preexistentes. Constituyen un registro fundamental de los procesos superficiales de la Tierra y los ambientes en los que se depositaron (Boggs, 2009). Su estudio es esencial para reconstruir la historia geológica, entender la evolución de cuencas sedimentarias y explorar recursos naturales.

Componentes Fundamentales de las Rocas Clásticas:

- **Clastos:** Fragmentos individuales que componen la roca. Se clasifican principalmente por:
  - Tamaño (Escala de Wentworth): Grava (>2mm), Arena (1/16 mm - 2mm), Limo (1/256 mm - 1/16 mm), Arcilla (<1/256 mm). El tamaño dominante define el nombre de la roca (conglomerado, arenisca, limolita, arcillita).
  - Composición Mineralógica: Minerales primarios (cuarzo, feldespatos, micas) y fragmentos de roca (líticos). La composición refleja la roca fuente y la duración/intensidad del transporte.
  - Forma y Redondez: Indican la energía del medio de transporte y la distancia recorrida (clastos angulosos = poco transporte; clastos redondeados = mucho transporte).
- **Matriz:** Material detrítico de grano fino (generalmente limo y arcilla) que ocupa los espacios intersticiales entre los clastos más grandes. Abundante en rocas mal seleccionadas.
- **Cementante:** Material químico precipitado posteriormente a la deposición que une los clastos y la matriz. Tipos comunes: sílice (cuarzo, calcedonia), carbonato (calcita, dolomita), óxidos de hierro (hematita, limonita), arcillas (caolinita, illita).
- **Texturas:** son características microscópicas (y macroscópicas) que describen las relaciones espaciales y la geometría de los componentes de la roca.
  - Tamaño de Grano: Distribución de los diámetros de los clastos.
  - Selección (Sorting): Grado de uniformidad en el tamaño de los clastos. Indica energía y persistencia del medio de transporte.
  - Redondez y Esfericidad: Grado de suavizado de las aristas y vértices de los clastos (redondez) y proximidad a una forma esférica (esfericidad). Relacionadas con abrasión durante el transporte.
  - Empaquetamiento (Packing): Arreglo espacial de los clastos y densidad con la que se disponen. Afecta la porosidad y permeabilidad original.
  - Fábrica: Orientación preferencial de los clastos alargados o planares, indica corrientes unidireccionales o de oleaje.

### MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

Material/Equipo	Cantidad
Microscopio petrográfico	1 por estudiante o equipo.
Láminas delgadas	2-5 laminas
Guía de minerales y texturas sedimentarias.	1 por estudiante o equipo.
Cámara digital / cámara celular	1 por estudiante o equipo.
Libreta de apuntes	1 por estudiante o equipo.

### PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

#### 1. Preparación del espacio de trabajo.

- Verificar que el microscopio petrográfico esté limpio, calibrado y correctamente conectado.
- Asegurar que las láminas delgadas estén en buenas condiciones, sin fracturas ni suciedad.
- Limpiar cuidadosamente las lentes del microscopio con papel especial para óptica.

#### 2. Colocación de la muestra.

- Seleccionar la lámina delgada correspondiente y colocarla en la platina del microscopio.
- Ajustar la platina para centrar la muestra bajo el objetivo de menor aumento (4X).

#### 3. Objetivo Óptico de 4X.

- Realizar un recorrido panorámico de la muestra para identificar áreas representativas y observar la distribución general de los clastos, matriz y cementante.
- Identificar visualmente las proporciones entre los clastos, matriz y porosidad (si es visible).
- Describir las características generales:
  - ✓ Tamaño predominante del clasto.
  - ✓ Grado de selección
  - ✓ Forma de los clastos
- Realizar un dibujo esquemático de la vista general de la muestra.

#### 4. Objetivo Óptico de 10X - 20X.

- Cambiar a los objetivos de 10X y posteriormente a 20X para observar con mayor detalle:
  - ✓ Forma, tamaño y límites de los clastos.
  - ✓ Identificación de minerales (cuarzo, feldespatos, fragmentos de roca, etc.).
  - ✓ Identificación de la matriz y/o cementante (sílice, calcita, arcillas, etc.).
- Describir la textura:
  - ✓ Textura Sostenida: contactos entre granos (puntuales, entrelazados, flotantes).
  - ✓ Textura Incluida: clastos sostenidos en una matriz.
  - ✓ Textura Cementada: clastos sostenidos en el cementante.

#### 5. Objetivo Óptico de 40X (en caso de ser necesario).

- Observar los detalles de los bordes de los clastos y las características del cementante.
- Examinar las relaciones texturales finas:
  - ✓ Contacto entre clastos (indicación de compactación).
  - ✓ Alteraciones
  - ✓ Posible recristalización o disolución de minerales.

## 6. Medición y estimación del tamaño del cristal.

- Utilizar la escala micrométrica del microscopio o un ocular calibrado para estimar el tamaño promedio de los clastos.
  - ✓ Grava (> 2 mm)
  - ✓ Arena gruesa (0.5 – 2 mm)
  - ✓ Arena Fina (0.0625 – 0.5 mm)
  - ✓ Limo / Arcilla (< 0.0625 mm)

## 7. Interpretación petrográfica.

- Relacionar las texturas observadas con los posibles ambientes sedimentarios:
  - ✓ Clastos angulosos, mal seleccionados (clasificados) → Ambientes de alta energía (depósitos aluviales, arroyos de montaña).
  - ✓ Clastos redondeados, bien seleccionados (clasificados) → Ambientes de baja energía (playas, dunas eólicas).
  - ✓ Soporte granoso → Transporte fluvial, eólico o marino.
  - ✓ Soporte matricial → Depósitos de gravedad (flujos de detritos, turbiditas).
- Identificar procesos diagenéticos:
  - ✓ Compactación → Reducción de porosidad.
  - ✓ Cementación → Crecimiento de nuevos minerales entre los granos.
  - ✓ Disolución → Formación secundaria de poros.
- Concluir sobre la historia de depósito, transporte y diagénesis de la roca sedimentaria observada.

## RESULTADOS ESPERADOS

1. Identificación precisa de los componentes clásticos esenciales presentes en cada lámina delgada observada, incluyendo cuarzo, feldespatos, fragmentos líticos, así como minerales accesorios y cementante.
2. Análisis textural sistemático y registro detallado de:
  - Tamaño de grano
  - Forma (angulosidad/redondeamiento)
  - Grado de selección
  - Tipo de soporte (granoso o matricial)
3. Clasificación aproximada de la roca sedimentaria clástica con base en la proporción relativa de clastos, matriz y cementante, siguiendo los diagramas de clasificación como Folk y Pettijohn.
4. Interpretación precisa del ambiente sedimentario de depósito con base en las texturas, selección y composición mineralógica observada, considerando si se trata de un ambiente

fluvial, marino, eólico, glacial, entre otros.

5. Identificación adecuada de evidencias de procesos diagenéticos como compactación, cementación, disolución, recristalización y formación de minerales secundarios.
6. Asociación correcta entre las características texturales y el ambiente de transporte y depósito, reconociendo si los atributos texturales corresponden a depósitos de alta energía, baja energía, o eventos gravitacionales.

### ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. ¿Qué proporción de la muestra está compuesta por matriz en comparación con granos clásticos? ¿Cómo afecta esto la clasificación de la roca?
2. ¿Existen indicios de procesos de disolución o recristalización que modifiquen la textura original? ¿Cómo podrían afectar estos procesos a la porosidad?
3. ¿Las características observadas permiten identificar un ambiente sedimentario específico (fluvial, marino, eólico, glacial)? ¿Qué elementos sustentan esta interpretación?
4. ¿Cómo varía la forma y tamaño de los granos en diferentes áreas de la muestra?
5. ¿Los minerales presentes sugieren un origen continental, marino o mixto para el sedimento?

### CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

1. La identificación de minerales, texturas clásticas y procesos diagenéticos en lámina delgada es fundamental para interpretar el ambiente sedimentario y la historia geológica de una roca.
2. La forma, tamaño y selección de los granos permiten inferir los agentes de transporte y la energía del ambiente de depósito, aspectos esenciales en la clasificación de rocas sedimentarias clásticas.
3. La observación de cementación, compactación y porosidad es clave para evaluar la evolución diagenética y la calidad de la roca.
4. La práctica refuerza la importancia de la integración entre la teoría sedimentológica y la observación microscópica para realizar interpretaciones geológicas precisas y fundamentadas.
5. Las competencias adquiridas en la práctica son aplicables en actividades profesionales como la exploración minera, la cartografía geológica, la evaluación de suelos y la caracterización de ambientes sedimentarios antiguos y modernos.

### ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

1. Observa imágenes microscópicas (o láminas delgadas) de diferentes rocas sedimentarias clásticas. Clasifica cada muestra según su tamaño de grano (grava, arena gruesa, arena fina, limo) y grado de selección (bien, moderadamente o mal seleccionada). Justifica tu clasificación.
2. A partir de descripciones texturales y fotografías de muestras, determina si las rocas provienen de ambientes sedimentarios de alta o baja energía. Argumenta tu respuesta con base en el tamaño, forma y selección de los granos.
3. Describe cómo varía la redondez y selección de los granos en función de la distancia de transporte y el agente sedimentario (agua, viento, hielo). Explica las implicaciones para la interpretación del ambiente de depósito.
4. Investiga un caso real de depósito sedimentario (por ejemplo, un delta fluvial o una duna eólica) y describe las características texturales y composición mineralógica típicas asociadas. Relaciónalas con las condiciones ambientales y procesos de formación.
5. Calcula el porcentaje aproximado de fragmentos líticos en una muestra dada y compara con el porcentaje de cuarzo. ¿Qué nos indica esta relación sobre el origen y la tectónica de la cuenca sedimentaria?

**EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE**

<b>EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE</b>		
<b>Criterios de evaluación</b>	<b>Criterio de evaluación asignado por el facilitador.</b>	
	Se sugiere:	
	<b>Criterio</b>	<b>%</b>
	Identificación de texturas clásticas y minerales esenciales	20%
	Descripción de bordes y contactos entre granos (compactación, cementación)	20%
	Análisis e interpretación del ambiente sedimentario y procesos diagenéticos	25%
	Dibujo esquemático detallado y claro de la muestra petrográfica	15%
	Interpretación geológica Reporte de la práctica 5% 15%	
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	<a href="#">Reporte de Prácticas en General</a> <a href="#">Rubrica de práctica de laboratorio</a>	
Formatos de reporte de prácticas	Anexo 21: Formato de reporte de práctica de laboratorio	

<b>NOMBRE DE LA PRÁCTICA 7.</b>	Identificación de rocas sedimentarias químicas y bioquímicas.
<b>COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA</b>	Identificar microfósiles, ooides y texturas de precipitación para inferir ambientes deposicionales, a través de identificación en láminas delgadas en microscopio petrográfico con objetivos a 4X, 10X, 20X o 40X para identificar ambientes sedimentarios marinos.

### FUNDAMENTO TEÓRICO

Las rocas sedimentarias químicas y bioquímicas se originan por la precipitación de minerales desde soluciones acuosas o por la acumulación de restos de organismos con capacidad de precipitar minerales, principalmente carbonatos. Su estudio es esencial para reconstruir antiguos ambientes de depositación, interpretar condiciones paleoclimáticas y explorar recursos naturales como hidrocarburos, evaporitas y carbonatos.

#### Componentes Fundamentales de las Rocas Químicas y Bioquímicas:

- **Cristales Precipitados:** Minerales formados directamente por precipitación química. Los más comunes incluyen:
  - ✓ Calcita y Aragonito: Principales constituyentes de calizas químicas y bioquímicas.
  - ✓ Yeso y Halita: Característicos de ambientes evaporíticos.
  - ✓ Dolomita: Formada por procesos diagenéticos que afectan rocas carbonatadas.
  
- **Microfósiles (bioquímicos):** Restos microscópicos de organismos marinos como foraminíferos, radiolarios y diatomeas, que se incorporan a la roca al acumularse tras la muerte de los organismos.
  - ✓ Foraminíferos: Protozoos marinos con conchas calcáreas o silíceas. Indicadores de profundidad, T°, y salinidad.
  - ✓ Ostrácodos: Crustáceos microscópicos con valvas calcáreas. Ambientes variados, sensibles a salinidad.
  - ✓ Cocolitóforos: Algas planctónicas con placas calcáreas (cocolitos). Aguas abiertas, marinas.
  - ✓ Diatomeas: Algas con frústulas silíceas. Aguas frías, ricas en nutrientes (marinas o lacustres).
  - ✓ Radiolarios: Protozoos planctónicos con esqueletos silíceos. Aguas oceánicas profundas, cálidas.
  - ✓ Espículas de Esponjas: Elementos esqueléticos silíceos o calcáreos.
  - ✓ Ooides: Granos esféricos de carbonato de calcio formados por crecimiento concéntrico alrededor de un núcleo.
  - ✓ Matriz Carbonatada: Material fino compuesto por micrita (carbonato de grano muy fino) que rodea a los microfósiles y ooides.
  
- **Texturas de Precipitación (Químicas/Bioquímicas):** Patrones observables en la roca que revelan cómo cristalizaron los minerales
  - ✓ Micrita (Lodo Carbonático): Masa criptocristalina (<4µm) de calcita. Indica aguas tranquilas, protegidas, baja energía (lagunas, plataforma interna).
  - ✓ Esparita: Cementante calcítico cristalino (>10µm) entre granos.
    - Tipos: Isópaca (fringe): Crestas delgadas en bordes de granos. Precipitación temprana,

ambiente marino. Drusa: Cristales en forma de cuña que crecen hacia poros. Ambiente marino o meteórico. Y Mosaico: Cristales poliédricos que rellenan poros. Ambiente meteórico/vadoso comúnmente.

- ✓ Texturas de Crecimiento Sintaxial: Cementante que continúa la estructura cristalina de un grano huésped (ej: sobre crinoideo) de ambiente marino.
- ✓ Texturas Pisoides/Oncoides: Estructuras concéntricas >2mm. Oncoides tienen núcleo orgánico (algas) y crecen in situ. Indican aguas someras agitadas (pisoides) o ambientes con actividad algal/bacteriana (oncoides: lagunas, manantiales).
- ✓ Texturas Fibrosas/Radiales (Aragonito/Calcita Alta Mg): Cemento o componentes esqueléticos. Ambientes marinos cálidos, precipitación rápida.

### MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

Material/Equipo	Cantidad
Microscopio petrográfico	1 por estudiante o equipo.
Láminas delgadas	2-5 laminas
Guía de minerales y texturas de rocas sedimentarias químicas y bioquímicas.	1 por estudiante o equipo.
Cámara digital / cámara celular	1 por estudiante o equipo.
Libreta de apuntes	1 por estudiante o equipo.

### PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

#### 1. Preparación del espacio de trabajo.

- Verificar que el microscopio petrográfico esté limpio, calibrado y correctamente conectado.
- Asegurar que las láminas delgadas estén en buenas condiciones, sin fracturas ni suciedad.
- Limpiar cuidadosamente las lentes del microscopio con papel especial para óptica.

#### 2. Colocación de la muestra.

- Seleccionar la lámina delgada correspondiente y colocarla en la platina del microscopio.
- Ajustar la platina para centrar la muestra bajo el objetivo de menor aumento (4X).

#### 3. Objetivo Óptico de 4X.

- Realizar un recorrido panorámico de la muestra para identificar áreas representativas y observar la distribución general.
- Identificar la presencia de microfósiles, ooides y texturas de precipitación.
- Describir las características generales:
  - ✓ Abundancia y distribución de microfósiles.
  - ✓ Presencia y tamaño de ooides.
  - ✓ Distribución de la matriz y el cementante.
- Realizar un dibujo esquemático de la vista general de la muestra.

#### 4. Objetivo Óptico de 10X - 20X.

- Cambiar a los objetivos de 10X y posteriormente a 20X para observar con mayor detalle:

- ✓ Forma, tamaño y estructura de microfósiles.
- ✓ Tamaño y disposición concéntrica de los ooides.
- ✓ Identificación de texturas de precipitación (laminación, cristales intercrecidos, estructuras radiales).
- ✓ Tipo de cementante (calcita, dolomita, sílice, yeso).
- ✓ Composición y textura de la matriz carbonatada.

- Describir la textura:

- ✓ Cristalina (intercrecida, granular, fossilífera).
- ✓ Laminada o masiva.
- ✓ Textura bioquímica (acumulación de fósiles, ooides, estructuras esqueléticas).

**5. Objetivo Óptico de 40X (en caso de ser necesario).**

- Observar los detalles de los microfósiles y los ooides.
- Eliminar las relaciones texturales finas:
  - ✓ Contacto entre cristales y microfósiles.
  - ✓ Identificación de recristalización o disolución de carbonatos.
  - ✓ Cementante secundario o reemplazo mineral.

**6. Medición y estimación del tamaño del cristal.**

- Utilizar la escala micrométrica del microscopio o un ocular calibrado para medir:
  - ✓ Diámetro promedio de ooides
  - ✓ Tamaño de microfósiles (foraminíferos, radiolarios, etc.).
- Clasificar los tamaños de grano de acuerdo con escalas estandarizadas para carbonatos.

**7. Interpretación petrográfica.**

- Relacionar las texturas observadas con los posibles ambientes marinos:
  - ✓ Microfósiles planctónicos → Ambientes de mayor profundidad.
  - ✓ Microfósiles bentónicos → Plataformas someras.
  - ✓ Ooides abundantes → Aguas someras, cálidas y agitadas.
  - ✓ Laminaciones → Ambientes tranquilos o condiciones de evaporación periódica.
- Identificar procesos diagenéticos:
  - ✓ Compactación → Reducción de porosidad.
  - ✓ Cementación → Formación de nuevos minerales.
  - ✓ Recristalización → Sustitución de cristales originales por otros más estables.
  - ✓ Disolución → Formación secundaria de porosidad.
  - ✓ Concluir sobre la historia de depósito, transporte, precipitación y diagénesis de la roca sedimentaria química o bioquímica observada.

1. Identificación precisa de los componentes esenciales presentes en cada lámina delgada observada, incluyendo microfósiles (foraminíferos, radiolarios, diatomeas), ooides, cristales de calcita, aragonito, dolomita, yeso, halita, así como minerales cementantes.
2. Análisis petrográfico detallado y registro sistemático de:
  - Tamaño y morfología de microfósiles y ooides.
  - Texturas de precipitación (cristalina, laminar, granular, intercrecida).
  - Distribución y tipo de matriz carbonatada.
  - Presencia y características del cementante (calcita, dolomita, sílice, yeso).
3. Interpretación precisa del ambiente sedimentario marino con base en las texturas, la abundancia de microfósiles, la presencia de ooides y las estructuras de precipitación, considerando ambientes como plataforma somera, laguna costera, arrecife o cuenca evaporítica.
4. Identificación adecuada de evidencias de procesos diagenéticos tales como compactación, cementación, disolución, recristalización, formación de poros secundarios y sustitución mineral.
5. Asociación correcta entre las características texturales y el ambiente de formación, reconociendo si las texturas corresponden a:
  - Ambientes de alta energía (plataformas carbonatadas, zonas de oleaje).
  - Ambientes de baja energía (lagunas restringidas, cuencas profundas).
  - Ambientes evaporíticos (indicados por texturas cristalinas y minerales como yeso y halita).

### ANÁLISIS DE RESULTADOS

Preguntas o guías para la interpretación de los datos:

1. ¿Cuáles son los principales componentes observados en la lámina delgada?
2. ¿Qué tipo de textura predomina en la muestra?
3. ¿Qué indican las texturas observadas sobre las condiciones de formación?
4. ¿Cómo se distribuyen los microfósiles y los ooides?
5. ¿Qué ambiente sedimentario marino se infiere a partir de los componentes y texturas observadas?
6. ¿Hay evidencias de compactación, recristalización, disolución o cementación?
7. ¿La interpretación petrográfica coincide con las clasificaciones estándar para rocas sedimentarias químicas y bioquímicas?

### CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

1. La identificación de microfósiles, ooides, texturas de precipitación y procesos diagenéticos en lámina delgada es fundamental para interpretar con precisión el ambiente sedimentario marino y la historia geoquímica de una roca.
2. La presencia, forma, tamaño y distribución de microfósiles y ooides permiten inferir las condiciones ambientales, la energía del medio y los mecanismos de formación química o bioquímica, aspectos esenciales en la clasificación de rocas sedimentarias carbonatadas y evaporíticas.
3. La práctica refuerza la importancia de integrar la teoría sedimentológica y petrográfica con la observación microscópica directa, permitiendo realizar interpretaciones geológicas más confiables sobre los ambientes de formación y los procesos post-deposicionales.
4. Las competencias adquiridas en esta práctica son altamente aplicables en el campo profesional, incluyendo la exploración petrolera, la evaluación de rocas reservorio carbonatadas, la cartografía geológica, la caracterización de cuencas sedimentarias y la

reconstrucción de ambientes marinos antiguos.

### ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

1. Analiza una serie de imágenes microscópicas de rocas sedimentarias químicas y bioquímicas. Identifica los componentes principales como ooides, microfósiles, cristales de evaporitas o texturas de precipitación. Clasifica las muestras de acuerdo con sus texturas (granular, laminada, cristalina, fossilífera) y justifica tu clasificación describiendo las características observadas en cada imagen.
2. A partir de descripciones petrográficas y fotografías de calizas, dolomitas y evaporitas, determina el ambiente sedimentario probable donde se originaron. Considera la presencia de ooides, microfósiles, laminaciones, cristales intercrecidos y tamaño de los componentes. Justifica si se trata de un ambiente marino somero, una laguna restringida, un sistema evaporítico o una cuenca profunda.
3. Investiga cómo varía la formación de ooides, microfósiles y precipitados evaporíticos en función de la temperatura, salinidad y energía del medio. Explica cómo estas variaciones permiten inferir condiciones ambientales antiguas y su importancia para la reconstrucción de plataformas marinas y ambientes costeros.
4. Analiza una descripción de roca bioquímica donde se reporta una alta concentración de microfósiles planctónicos, presencia de cementación calcítica y porosidad secundaria por disolución. Interpreta el ambiente sedimentario, el probable nivel de energía, los procesos diagenéticos que pudieron ocurrir y cómo estos aspectos pueden afectar la calidad de la roca como posible reservorio.
5. Analiza la importancia de la identificación precisa de microfósiles y texturas de precipitación en el contexto de la exploración de recursos. Reflexiona sobre cómo el reconocimiento de estos elementos puede apoyar estudios en la industria petrolera, la minería de evaporitas y la reconstrucción de paleoambientes marinos.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE															
Criterios de evaluación	<p><b>Criterio de evaluación asignado por el facilitador.</b></p> <p>Se sugiere:</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left; width: 80%;">Criterio</th> <th style="text-align: right; width: 20%;">%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Identificación de microfósiles, ooides, cristales de precipitación y minerales cementantes</td> <td style="text-align: right;">20%</td> </tr> <tr> <td>Descripción de texturas químicas y bioquímicas, bordes y relaciones entre componentes (cementación, recristalización, disolución)</td> <td style="text-align: right;">20%</td> </tr> <tr> <td>Análisis e interpretación del ambiente sedimentario marino y procesos diagenéticos</td> <td style="text-align: right;">25%</td> </tr> <tr> <td>Dibujo esquemático detallado, claro y correctamente etiquetado de la muestra petrográfica</td> <td style="text-align: right;">15%</td> </tr> <tr> <td>Interpretación geológica</td> <td style="text-align: right;">5%</td> </tr> <tr> <td>Reporte de la práctica</td> <td style="text-align: right;">15%</td> </tr> </tbody> </table>	Criterio	%	Identificación de microfósiles, ooides, cristales de precipitación y minerales cementantes	20%	Descripción de texturas químicas y bioquímicas, bordes y relaciones entre componentes (cementación, recristalización, disolución)	20%	Análisis e interpretación del ambiente sedimentario marino y procesos diagenéticos	25%	Dibujo esquemático detallado, claro y correctamente etiquetado de la muestra petrográfica	15%	Interpretación geológica	5%	Reporte de la práctica	15%
	Criterio	%													
	Identificación de microfósiles, ooides, cristales de precipitación y minerales cementantes	20%													
	Descripción de texturas químicas y bioquímicas, bordes y relaciones entre componentes (cementación, recristalización, disolución)	20%													
	Análisis e interpretación del ambiente sedimentario marino y procesos diagenéticos	25%													
	Dibujo esquemático detallado, claro y correctamente etiquetado de la muestra petrográfica	15%													
	Interpretación geológica	5%													
Reporte de la práctica	15%														
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	<p><a href="#">Reporte de Prácticas en General</a></p> <p><a href="#">Rubrica de práctica de laboratorio</a></p>														
Formatos de reporte de prácticas	<p>Anexo 21: Formato de reporte de práctica de laboratorio</p>														

<b>NOMBRE DE LA PRÁCTICA 8.</b>	Clasificación modal de rocas sedimentarias en diagramas de clasificación aplicados por el IUGS.
<b>COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA</b>	Aplicar diagramas de clasificación IUGS a rocas detríticas para categorizarlas según tamaño de grano, matriz y minerales mediante análisis en láminas delgadas en microscopio petrográfico con objetivos a 4X, 10X, 20X o 40X.

### FUNDAMENTO TEÓRICO

Las rocas sedimentarias se clasifican principalmente en detríticas (clásticas) y no detríticas (químicas y bioquímicas) según el origen y naturaleza de sus componentes.

- Las rocas sedimentarias detríticas están compuestas por fragmentos sólidos derivados de la desintegración física y química de rocas preexistentes.
  - Estos fragmentos, o clastos, pueden ser minerales individuales como cuarzo y feldespatos, o fragmentos líticos de rocas.
  - La clasificación modal de estas rocas se basa en la cuantificación relativa de sus componentes esenciales: **cuarzo (Q)**, **feldespatos (F)**, **fragmentos líticos (L)** y **matriz**, que es el material fino que rellena los espacios entre los granos más gruesos.
  - El sistema de clasificación del International Union of Geological Sciences (IUGS) utiliza diagramas ternarios para ubicar y clasificar las rocas detríticas según estas proporciones, facilitando la interpretación de su origen sedimentario, ambiente deposicional y proveniencia tectónica.
- Por otro lado, las rocas sedimentarias químicas y bioquímicas se forman principalmente por la precipitación de minerales a partir de soluciones acuosas o por la actividad biológica.
  - En este grupo se incluyen las calizas, dolomías y evaporitas. Las rocas químicas resultan de procesos de precipitación directa, como la evaporación en cuencas restringidas que genera yeso o halita, mientras que las bioquímicas se originan por la acumulación de restos orgánicos, como microfósiles, ooides y otros componentes biogénicos.
  - La identificación petrográfica de estos componentes y sus texturas es fundamental para reconstruir los ambientes sedimentarios, como plataformas carbonatadas, arrecifes o lagunas evaporíticas, y para entender la evolución diagenética de estas rocas.

El análisis petrográfico mediante microscopio petrográfico y láminas delgadas permite cuantificar los minerales, fragmentos y texturas de las rocas detríticas, químicas y bioquímicas, facilitando su clasificación y la interpretación de su historia geológica. Esta metodología es esencial para la exploración geológica, la evaluación de recursos naturales y la comprensión de procesos sedimentarios y tectónicos que han moldeado la corteza terrestre.

Material/Equipo	Cantidad
Microscopio petrográfico	1 por estudiante o equipo.
Láminas delgadas	2-5 laminas
Hoja de conteo modal o software de conteo	1 por estudiante o equipo.
Diagramas de clasificación para rocas sedimentarias detríticas.	1 por estudiante o equipo.
Cámara digital / cámara celular	1 por estudiante o equipo.
Libreta de apuntes	1 por estudiante o equipo.

## PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

### 1. Preparación del espacio de trabajo.

- Verificar que el microscopio petrográfico esté limpio, calibrado y correctamente conectado.
- Asegurar que las láminas delgadas estén en buenas condiciones, sin fracturas ni suciedad.
- Limpiar cuidadosamente las lentes del microscopio con papel especial para óptica.

### 2. Colocación de la muestra.

- Seleccionar la lámina delgada correspondiente y colocarla en la platina del microscopio.
- Ajustar la platina para centrar la muestra bajo el objetivo de menor aumento (4X).
- Realizar un recorrido completo para identificar las zonas más representativas de la roca, evitando áreas alteradas, bordeadas o con porosidad anómala.

### 3. Objetivo Óptico de 4X.

- Realizar un recorrido panorámico de la muestra para identificar zonas representativas de la muestra.
- Observa la distribución general de los componentes: clastos, matriz, cementante, ooides, microfósiles, etc.

### 4. Conteo de puntos sistemático

- Cambiar al objetivo de mayor aumento (10X, 20X o 40X) según el tamaño de grano observado.
- Utilizar un retículo con punto de intersección o una malla para realizar el conteo modal siguiendo un patrón ordenado (por ejemplo, de izquierda a derecha y de arriba a abajo) hasta completar un número suficiente de puntos (por lo general, mínimo 100, 200 y 400 puntos).
- Identificación de minerales esenciales: cuarzo, feldespatos, fragmentos líticos.
- Identificación de componentes químicos o bioquímicos: ooides, microfósiles, cementante calcítico, cristales evaporíticos.
- Texturas presentes: granular, laminada, cristalina, fosilífera, ooidal.
- Si es necesario, utiliza el objetivo de 40X para examinar detalles finos: bordes de granos, contactos entre cristales, características del cementante, procesos diagenéticos (recristalización, disolución).
- Identificar y registrar el mineral que aparece en cada punto.

### 5. Medición y estimación del tamaño del cristal.

- Utiliza la escala micrométrica o retícula del ocular para medir tamaños promedio de granos, ooides o microfósiles.
- Anota la proporción estimada de matriz, cemento y clastos.

#### 6. Cálculo de porcentajes modales

- Calcular el porcentaje modal de cada mineral utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje Modal} = \left( \frac{\text{Número de puntos del mineral}}{\text{Número total de puntos}} \right) \times 100$$

#### 7. Ubicación en el los diagramas de clasificación de rocas sedimentarias

- Con los porcentajes calculados de e cuarzo, feldespatos, fragmentos líticos y matriz para las rocas detríticas.
- Para rocas químicas y bioquímicas, determina la abundancia relativa de ooides, microfósiles y cementante.

#### 8. Descripción de texturas

- Describe la textura, la composición y su relación con posibles ambientes sedimentarios.
- Analiza procesos diagenéticos observados y su impacto en la roca.

#### 9. Análisis y clasificación final

- Analizar los resultados obtenidos, relacionar la textura con la clasificación modal y concluir el nombre petrológico de la roca.
- Comparar con clasificaciones previas y discutir posibles variaciones o errores.

### RESULTADOS ESPERADOS

1. Identificación detallada de los minerales principales (cuarzo, feldespatos, fragmentos líticos) en rocas detríticas, así como la correcta identificación de microfósiles, ooides, cristales evaporíticos y cementantes en rocas químicas y bioquímicas.
2. Conteo modal sistemático y registro estadístico confiable en conteos puntuales representativos (mínimo 100 puntos por muestra), con registro ordenado del número de intercepciones de cada mineral, fragmento lítico, matriz y componente bioquímico.
3. Obtención precisa de los porcentajes relativos de cuarzo, feldespatos, fragmentos líticos, matriz y cementante, con especial atención en la correcta distribución entre minerales esenciales y accesorios.
4. Representación correcta de las proporciones modales en los diagramas ternarios para rocas sedimentarias detríticas, asegurando la clasificación sedimentológica exacta de cada muestra.
5. Identificación precisa de la roca con base en sus componentes y texturas (caliza fosilífera, caliza ooidal, evaporita, dolomía, etc.) a partir de la observación en lámina delgada.

### ANÁLISIS DE RESULTADOS

Preguntas o guías para la interpretación de los datos:

1. ¿Cuáles fueron los componentes más abundantes identificados en la muestra?
2. ¿El nombre sedimentológico obtenido en los diagramas con las texturas, tamaños de grano y tipo de soporte observados?
3. ¿Cuál es el ambiente sedimentario inferido a partir de la clasificación modal y las texturas observadas?
4. ¿Qué relación existe entre la clasificación modal, la textura y la importancia geológica o económica de la roca?
5. ¿Los resultados permiten inferir la tectónica de la cuenca o la estabilidad del ambiente sedimentario?

### CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

La práctica de clasificación modal mediante el conteo de puntos en láminas delgadas permitirá aplicar de manera directa los conceptos teóricos relacionados con la composición y textura de las rocas sedimentarias, tanto detríticas como químicas y bioquímicas.

A través del conteo sistemático y la correcta aplicación de los diagramas de clasificación, se lograra categorizar con precisión las muestras analizadas, lo que demuestra la importancia de este método para realizar una clasificación objetiva, cuantitativa y estandarizada de las rocas sedimentarias.

### ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

1. Conteo modal a partir de imágenes digitales de láminas delgadas de rocas sedimentarias proporcionadas por el docente.
2. Contrastar la clasificación modal obtenida mediante conteo puntual con descripciones macroscópicas o datos complementarios (proporcionados por el docente) para verificar la consistencia entre métodos.
3. A partir de imágenes y porcentajes modales suministrados sin identificación previa, el alumno deberá:
  - Realizar la clasificación modal completa.
  - Justificar la interpretación con base en los diagramas y las texturas observadas.
4. Contrastar la clasificación modal obtenida mediante conteo puntual con descripciones macroscópicas o datos complementarios (proporcionados por el docente) para verificar la consistencia entre métodos.
5. Practicar la ubicación correcta de diferentes tipos de rocas sedimentarias detríticas a partir de porcentajes ficticios proporcionados por el docente.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE															
Criterios de evaluación	<p><b>Criterio de evaluación asignado por el facilitador.</b></p> <p>Se sugiere:</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Criterio</th> <th style="text-align: center;">%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Conteo Modal</td> <td style="text-align: center;">25%</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Cálculo de Porcentajes Modales</td> <td style="text-align: center;">20%</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Ubicación en diagramas de clasificación</td> <td style="text-align: center;">20%</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Descripción petrográfica</td> <td style="text-align: center;">15%</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Interpretación geológica</td> <td style="text-align: center;">10%</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Reporte de la práctica</td> <td style="text-align: center;">10%</td> </tr> </tbody> </table>	Criterio	%	Conteo Modal	25%	Cálculo de Porcentajes Modales	20%	Ubicación en diagramas de clasificación	20%	Descripción petrográfica	15%	Interpretación geológica	10%	Reporte de la práctica	10%
Criterio	%														
Conteo Modal	25%														
Cálculo de Porcentajes Modales	20%														
Ubicación en diagramas de clasificación	20%														
Descripción petrográfica	15%														
Interpretación geológica	10%														
Reporte de la práctica	10%														
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	<p><a href="#">Reporte de Prácticas en General</a> <a href="#">Rubrica de práctica de laboratorio</a></p>														
Formatos de reporte de prácticas	Anexo 21: Formato de reporte de práctica de laboratorio														
<b>NOMBRE DE LA PRÁCTICA 9.</b>	Identificación de características texturales de rocas metamórficas.														
<b>COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA</b>	Identificar características texturales de rocas metamórficas para determinar condiciones P-T, mediante análisis de láminas delgadas en microscopio petrográfico con objetivos a 4X, 10X, 20X o 40X.														

FUNDAMENTO TEÓRICO	
<p>Las rocas metamórficas son aquellas que se forman a partir de otras rocas preexistentes (ígneas, sedimentarias o metamórficas) cuando son sometidas a nuevas condiciones de presión y temperatura, sin llegar a fundirse (Winter, 2010). Durante este proceso, los minerales pueden recrystalizar, cambiar de forma y orientarse, generando texturas características.</p>	
<p><b>Principales Texturas Metamórficas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Foliada</u>: Minerales orientados en planos paralelos. Ejemplos: pizarras, esquistos, gneises.</li> <li>- <u>No foliada</u>: Granos equidimensionales sin orientación preferencial. Ejemplos: mármoles, cuarcitas.</li> <li>- <u>Porfiroblástica</u>: Cristales grandes rodeados de matriz fina.</li> <li>- <u>Cataclástica</u>: Granos fracturados por deformación mecánica.</li> </ul>	
<p><b>Minerales Índice:</b> Permiten estimar el grado metamórfico.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Bajo grado</u>: Clorita, moscovita.</li> <li>- <u>Grado medio</u>: Biotita, granate.</li> <li>- <u>Alto grado</u>: Silimanita, cianita.</li> </ul>	
<p><b>Ambientes Metamórficos:</b></p>	

- Regional: Alta presión y temperatura, común en orógenos.
- De contacto: Calor de intrusiones ígneas, genera rocas sin foliación.
- Dinámico: Asociado a zonas de falla, con fracturación intensa.

### MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

Material/Equipo	Cantidad
Microscopio petrográfico	1 por estudiante o equipo.
Láminas delgadas	2-5 laminas
Guía de minerales y texturas de rocas metamórficas	1 por estudiante o equipo.
Cámara digital / cámara celular	1 por estudiante o equipo.
Libreta de apuntes	1 por estudiante o equipo.

### PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

#### 1. Preparación del espacio de trabajo.

- Verificar que el microscopio petrográfico esté limpio, calibrado y correctamente conectado.
- Asegurar que las láminas delgadas estén en buenas condiciones, sin fracturas ni suciedad.
- Limpiar cuidadosamente las lentes del microscopio con papel especial para óptica.

#### 2. Colocación de la muestra.

- Seleccionar la lámina delgada correspondiente y colocarla en la platina del microscopio.
- Ajustar la platina para centrar la muestra bajo el objetivo de menor aumento (4X).

#### 3. Objetivo Óptico de 4X.

- Realizar un recorrido panorámico de la muestra para identificar áreas representativas.
- Describir la distribución, orientación y tamaño general de los cristales.
- Identificar de manera preliminar si la textura es foliada o no foliada
- Realizar un dibujo esquemático de la vista general de la muestra.

#### 4. Objetivo Óptico de 10X - 20X.

- Cambiar a los objetivos de 10X y posteriormente a 20X para observar con mayor detalle:
  - ✓ Contactos entre cristales.
  - ✓ Orientación preferencial de minerales (foliación, bandeamiento, crecimiento porfiroblástico).
  - ✓ Minerales índice presentes y su asociación.
- Describir la textura predominante:

- ✓ Foliada: pizarrosa, esquistosa, gneísica.
- ✓ No foliada: granoblástica, porfiroblástica, cataclástica.

- Identificar posibles relictos de fases pre-metamórficas.

### 5. Objetivo Óptico de 40X (en caso de ser necesario).

- Detallar bordes de cristales, contactos triples y texturas de recristalización.
- Observar posibles zonas de presión-disolución o migración de minerales.
- Confirmar la presencia de minerales índice de bajo, medio o alto grado metamórfico.

### 6. Medición y estimación del tamaño del cristal.

- Utiliza la escala micrométrica o retícula del ocular para medir tamaños promedio de granos, ooides o microfósiles.
  - ✓ Tamaño promedio de cristales.
  - ✓ Dimensiones de porfiroblastos.
- Clasificar los tamaños de grano (fino, medio, grueso).

### 7. Interpretación petrográfica.

- Relacionar la textura y mineralogía observada con las condiciones de presión-temperatura (bajo, medio o alto grado).
- Interpretar el ambiente metamórfico (Regional, de contacto o dinámico).
- Identificar procesos de deformación, recristalización, crecimiento mineral y posibles eventos tectónicos.

## RESULTADOS ESPERADOS

1. Identificación precisa de minerales metamórficos esenciales (cuarzo, feldespatos, micas, granate, anfíboles, etc.) y minerales índice que permitan inferir el grado metamórfico (bajo, medio o alto).
2. Reconocimiento detallado de las texturas metamórficas predominantes, incluyendo:
  - ✓ Foliación (pizarrosa, esquistosa, gneísica).
  - ✓ No foliadas (granoblástica, porfiroblástica, cataclástica).
  - ✓ Contactos entre cristales y orientación preferencial de los minerales.
3. Registro sistemático de mediciones y observaciones, con especial atención en:
  - ✓ Tamaño promedio de cristales.
  - ✓ Presencia y tamaño de porfiroblastos.
  - ✓ Relación entre matriz y minerales de mayor tamaño.
4. Clasificación petrográfica correcta de las rocas metamórficas, considerando su textura, mineralogía y grado metamórfico.
5. Interpretación precisa de las condiciones de presión y temperatura asociadas al metamorfismo y al posible ambiente geológico (regional, de contacto o dinámico).

6. Identificación de evidencias de procesos metamórficos y deformacionales como recristalización, presión-disolución, crecimiento de porfiroblastos y desarrollo de foliación.

### ANÁLISIS DE RESULTADOS

Preguntas o guías para la interpretación de los datos:

1. ¿Cuáles son los minerales más abundantes y qué minerales índice se identificaron en la lámina delgada?
2. ¿La textura observada es foliada o no foliada? ¿Cómo se distribuyen los minerales dentro de la roca?
3. ¿Se observaron porfiroblastos? ¿Cuál es su tamaño, mineralogía y relación con la matriz?
4. ¿Cuál es el grado metamórfico (bajo, medio o alto) inferido a partir de los minerales y las texturas observadas?
5. ¿El ambiente metamórfico corresponde a un contexto regional, de contacto o dinámico? ¿Qué observaciones apoyan esta interpretación?
6. ¿Cómo se relacionan las texturas identificadas con los posibles eventos tectónicos que afectaron a la roca?
7. ¿Qué procesos post-metamórficos (alteración, disolución, recristalización secundaria) se identifican en la muestra?
8. ¿Cómo se comparan las observaciones petrográficas con las características teóricas de las rocas metamórficas estudiadas? ¿Existen diferencias? ¿Por qué?

### CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

1. La identificación de texturas y minerales metamórficos en lámina delgada es fundamental para interpretar las condiciones de presión y temperatura que dieron origen a la roca, así como los procesos tectónicos asociados a su evolución.
2. La observación detallada de la foliación, porfiroblastos, orientación mineral y relaciones texturales permite establecer con mayor precisión el grado metamórfico y el ambiente geológico en el que la roca se formó, ya sea regional, de contacto o dinámico.
3. La interpretación petrográfica de las rocas metamórficas requiere una integración entre la teoría del metamorfismo y la práctica microscópica, ya que cada textura observada es evidencia directa de las condiciones geológicas pasadas.
4. Esta práctica refuerza la importancia de las técnicas de análisis modal, textural y mineralógico en el campo profesional del Ingeniero en Geociencias, aplicables en la cartografía geológica, estudios de zonas tectónicas activas, evaluación de estabilidad de macizos rocosos, y exploración minera en terrenos metamorfosados.
5. La capacidad de interpretar correctamente las texturas metamórficas contribuye a la reconstrucción de la historia tectono-metamórfica de una región, apoyando decisiones estratégicas en proyectos de ingeniería, minería, y geología estructural.

### ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

1. Observar imágenes petrográficas de diferentes rocas metamórficas y clasificarlas según:
  - Tipo de textura (foliada o no foliada).
  - Grado metamórfico (bajo, medio o alto).
  - Justificar la clasificación con base en minerales y texturas observadas.
2. Interpretar el ambiente metamórfico (regional, de contacto o dinámico) a partir de descripciones texturales y fotografías proporcionadas.

3. Investigar un caso real de una zona metamórfica documentada y describir:
  - Minerales típicos.
  - Texturas predominantes.
  - Relación con los procesos tectónicos asociados.
4. Medir y comparar el tamaño de porfiroblastos en diferentes imágenes o muestras, analizando la relación entre tamaño y condiciones de presión-temperatura.
5. Dibujar esquemáticamente los diferentes tipos de foliación:
  - Pizarrosa.
  - Esquistosa.
  - Gneílica.
  - Explicar la relación entre foliación, grado metamórfico y deformación.

<b>EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE</b>		
<b>Criterios de evaluación</b>	<b>Criterio de evaluación asignado por el facilitador.</b>	
	Se sugiere:	
	<b>Criterio</b>	<b>%</b>
	Identificación de minerales esenciales y minerales índice	20%
	Descripción precisa de texturas metamórficas (foliación, porfiroblastos, contactos)	20%
	Interpretación del grado metamórfico y condiciones P-T	20%
	Interpretación del ambiente metamórfico (regional, contacto o dinámico)	15%
Dibujo esquemático detallado de texturas y foliación	5%	
Reporte de la práctica	20%	
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	<a href="#">Reporte de Prácticas en General</a> <a href="#">Rubrica de práctica de laboratorio</a>	
Formatos de reporte de prácticas	Anexo 21: Formato de reporte de práctica de laboratorio	

<b>NOMBRE DE LA PRÁCTICA 10.</b>	Clasificación de rocas metamórficas.
<b>COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA</b>	Clasificar rocas metamórficas según texturas para categorizarlas por tipo de metamorfismo aplicando diagramas IUGS.

### FUNDAMENTO TEÓRICO

Las rocas metamórficas se originan a partir de la transformación de rocas preexistentes (ígneas, sedimentarias o metamórficas) debido a cambios en presión, temperatura y la presencia de fluidos, sin llegar a fundirse. Este proceso, conocido como metamorfismo, genera nuevas texturas y asociaciones minerales que reflejan las condiciones físicas y químicas a las que fue sometida la roca.

La clasificación de las rocas metamórficas se basa principalmente en dos criterios:

- **Textura:**
  - ✓ Foliada: Presenta alineación preferencial de minerales (pizarra, filita, esquisto, gneis).
  - ✓ No foliada: Estructura granular o maciza sin orientación mineral evidente (mármol, cuarcita, hornfels).
- **Mineralogía**: Identificación de minerales índice que permiten estimar el grado metamórfico (por ejemplo: clorita, granate, estauroilita, sillimanita).

El IUGS (International Union of Geological Sciences) propone diagramas de clasificación que consideran la textura, la mineralogía y el grado metamórfico, permitiendo categorizar las rocas en foliadas o no foliadas y asociarlas a tipos específicos de metamorfismo:

- Metamorfismo regional: Genera foliación y recristalización progresiva a gran escala.
- Metamorfismo de contacto: Produce recristalización sin foliación, en zonas cercanas a cuerpos ígneos.
- Metamorfismo dinámico: Asociado a zonas de falla, con deformación intensa.

### MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

Material/Equipo	Cantidad
Microscopio petrográfico	1 por estudiante o equipo.
Láminas delgadas	2-5 laminas
Guía de minerales y texturas de rocas metamórficas	1 por estudiante o equipo.
Cámara digital / cámara celular	1 por estudiante o equipo.
Libreta de apuntes	1 por estudiante o equipo.

### PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

### **1. Preparación del espacio de trabajo.**

- Verificar que el microscopio petrográfico esté limpio, calibrado y correctamente conectado.
- Asegurar que las láminas delgadas estén en buenas condiciones, sin fracturas ni suciedad.
- Limpiar cuidadosamente las lentes del microscopio con papel especial para óptica.

### **2. Colocación de la muestra.**

- Seleccionar la lámina delgada correspondiente y colocarla en la platina del microscopio.
- Ajustar la platina para centrar la muestra bajo el objetivo de menor aumento (4X).

### **3. Objetivo Óptico de 4X.**

- Realizar un recorrido panorámico de la muestra para identificar áreas representativas.
- Describir la distribución, orientación y tamaño general de los cristales.
- Identificar de manera preliminar si la textura es foliada o no foliada.
- Realizar un dibujo esquemático general de la muestra.

### **4. Objetivo Óptico de 10X - 20X.**

- Cambiar a los objetivos de 10X y posteriormente a 20X para observar con mayor detalle:
  - ✓ Contactos entre cristales.
  - ✓ Orientación preferencial de minerales (foliación, bandeamiento, crecimiento porfiroblástico).
  - ✓ Minerales índice presentes y su asociación.
- Describir la textura predominante:
  - ✓ Foliada: pizarrosa, esquistosa, gneísica.
  - ✓ No foliada: granoblástica, porfiroblástica, cataclástica.
- Identificar posibles relictos de fases pre-metamórficas.

### **5. Objetivo Óptico de 40X (en caso de ser necesario).**

- Detallar bordes de cristales, contactos triples y texturas de recristalización.
- Observar posibles zonas de presión-disolución o migración de minerales.
- Confirmar la presencia de minerales índice de bajo, medio o alto grado metamórfico.

### **6. Medición y estimación del tamaño del cristal.**

- Utiliza la escala micrométrica o retícula del ocular para medir tamaños promedio de granos, ooides o microfósiles.
  - ✓ Tamaño promedio de cristales.
  - ✓ Dimensiones de porfiroblastos.
- Clasificar los tamaños de grano (fino, medio, grueso).

### **7. Interpretación petrográfica.**

- Relacionar la textura y mineralogía observada con las condiciones de presión-temperatura (bajo, medio o alto grado).
- Interpretar el ambiente metamórfico (Regional, de contacto o dinámico).
- Identificar procesos de deformación, recristalización, crecimiento mineral y posibles eventos tectónicos.

### RESULTADOS ESPERADOS

1. Identificación precisa de texturas metamórficas observadas en las láminas delgadas, diferenciando entre foliación (pizarrosa, esquistosa, gneísica) y estructuras no foliadas (granoblástica, porfiroblástica).
2. Reconocimiento de minerales índice presentes en cada muestra (clorita, granate, estauroлита, sillimanita, entre otros) que permitan estimar el grado metamórfico (bajo, medio o alto).
3. Clasificación correcta de las rocas metamórficas utilizando los diagramas de clasificación del IUGS, con base en:
  - Textura (foliada o no foliada)
  - Minerales principales presentes
  - Grado metamórfico estimado
4. Interpretación adecuada del tipo de metamorfismo (regional, de contacto o dinámico) en función de las texturas y mineralogía observadas.
5. Elaboración de dibujos esquemáticos claros y detallados que reflejen con precisión las texturas y características identificadas en las muestras.
6. Registro sistemático de observaciones y mediciones de tamaño de porfiroblastos, grado de orientación mineral y distribución textural.

### ANÁLISIS DE RESULTADOS

Preguntas o guías para la interpretación de los datos:

1. ¿La roca presenta textura foliada o no foliada? Describe las características texturales observadas que justifican tu respuesta.
2. ¿Cuáles son los minerales principales e índices identificados en la lámina delgada? ¿Qué grado metamórfico sugieren estos minerales?
3. ¿Cuál es la textura dominante (pizarrosa, esquistosa, gneísica, granoblástica, porfiroblástica)? Explica cómo esta textura está relacionada con las condiciones de presión y temperatura.
4. ¿A qué tipo de metamorfismo corresponde la muestra (regional, de contacto, dinámico)? Fundamenta tu respuesta con base en la textura, mineralogía y grado metamórfico.
5. ¿La roca muestra evidencia de deformación intensa, recristalización o crecimiento de porfiroblastos? Describe los procesos metamórficos que se pueden inferir.
6. ¿Qué implicaciones geológicas puede tener la clasificación de esta roca en la interpretación tectónica de la región donde fue recolectada?

### CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

1. La identificación y clasificación de las rocas metamórficas mediante el análisis petrográfico es fundamental para entender los procesos de transformación que experimentan las rocas en condiciones de presión y temperatura elevadas.
2. La correcta interpretación de las texturas (foliación, porfiroblastos, granoblástica) permite inferir el tipo de metamorfismo al que fue sometida la roca, ya sea regional, de contacto o dinámico, así como estimar el grado metamórfico.
3. La aplicación de los diagramas de clasificación del IUGS facilita la categorización estandarizada de las rocas metamórficas y contribuye a generar descripciones objetivas, útiles para correlacionar unidades metamórficas a nivel local y regional.

### **ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS**

1. Identificación de texturas metamórficas a partir de imágenes digitales de láminas delgadas proporcionadas por el docente.
2. Identifica la textura de rocas metamórficas a partir de una serie de imágenes proporcionadas, seleccionando entre opciones como pizarrosa, esquistosa, gneílica, granoblástica o porfiroblástica.
3. Reconocimiento de minerales índice en láminas delgadas mediante la observación de imágenes digitales.
4. Diferenciar texturas foliadas y no foliadas en ejercicios comparativos con imágenes variadas proporcionadas por el docente.
5. Identifica minerales índice clave (por ejemplo, granate, estaurolita, cianita, sillimanita, andalucita) en imágenes de microscopía, y asocia cada uno con su correspondiente rango de presión-temperatura.

**EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE**

Criterios de evaluación	<p><b>Criterio de evaluación asignado por el facilitador.</b></p>													
	<p>Se sugiere:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="548 394 1166 426"><b>Criterio</b></th> <th data-bbox="1182 394 1239 426"><b>%</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="548 426 1166 499">Identificación de minerales esenciales y minerales índice</td> <td data-bbox="1182 447 1239 478">20%</td> </tr> <tr> <td data-bbox="548 499 1166 594">Descripción precisa de texturas metamórficas (foliación, porfiroblastos, contactos)</td> <td data-bbox="1182 531 1239 562">20%</td> </tr> <tr> <td data-bbox="548 594 1166 699">Interpretación del grado metamórfico y condiciones de presión-temperatura (P-T)</td> <td data-bbox="1182 636 1239 667">20%</td> </tr> <tr> <td data-bbox="548 699 1166 804">Interpretación del tipo de metamorfismo (regional, de contacto o dinámico)</td> <td data-bbox="1182 741 1239 772">15%</td> </tr> <tr> <td data-bbox="548 804 1166 867">Dibujo esquemático detallado de texturas y foliación</td> <td data-bbox="1182 825 1239 856">5%</td> </tr> <tr> <td data-bbox="548 867 1166 898">Reporte de la práctica</td> <td data-bbox="1182 867 1239 898">20%</td> </tr> </tbody> </table>	<b>Criterio</b>	<b>%</b>	Identificación de minerales esenciales y minerales índice	20%	Descripción precisa de texturas metamórficas (foliación, porfiroblastos, contactos)	20%	Interpretación del grado metamórfico y condiciones de presión-temperatura (P-T)	20%	Interpretación del tipo de metamorfismo (regional, de contacto o dinámico)	15%	Dibujo esquemático detallado de texturas y foliación	5%	Reporte de la práctica
<b>Criterio</b>	<b>%</b>													
Identificación de minerales esenciales y minerales índice	20%													
Descripción precisa de texturas metamórficas (foliación, porfiroblastos, contactos)	20%													
Interpretación del grado metamórfico y condiciones de presión-temperatura (P-T)	20%													
Interpretación del tipo de metamorfismo (regional, de contacto o dinámico)	15%													
Dibujo esquemático detallado de texturas y foliación	5%													
Reporte de la práctica	20%													
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	<p><a href="#">Reporte de Prácticas en General</a> <a href="#">Rubrica de práctica de laboratorio</a></p>													
Formatos de reporte de prácticas	<p>Anexo 21: Formato de reporte de práctica de laboratorio</p>													

## FUENTES DE INFORMACIÓN

**Adams, A. E., MacKenzie, W. S., & Guilford, C. (2017).** Atlas of sedimentary rocks under the microscope. Routledge.

**Best, M. G. (2003).** Igneous and metamorphic petrology (2nd ed.). *Journal of Petrology*, 44(3), 589–593.  
<https://doi.org/10.1093/petrology/egg058>

**Blatt, H., Tracy, R. J., & Owens, B. E. (2006).** Petrology: Igneous, sedimentary, and metamorphic (3rd ed.). W. H. Freeman and Company.

**Boggs, S. (2009).** Petrology of sedimentary rocks (2nd ed.). Cambridge University Press.

**Dott, R. H. (1964).** *Wacke, graywacke and matrix*—What approach to immature sandstone classification? *Journal of Sedimentary Petrology*, 34(3), 625–632.

**Dunham, R. J. (1962).** Classification of carbonate rocks according to depositional texture. In W. E. Ham (Ed.), *Classification of carbonate rocks—A symposium* (pp. 108–121). American Association of Petroleum Geologists.

**Fernandes, I., Broekmans, M. A., dos Anjos Ribeiro, M., & Sims, I. (2016).** Sedimentary Rocks. In Fernandes, I., Martins, H., dos Anjos Ribeiro, M., Noronha, F., Broekmans, M. A., & Sims, I. (2016).

**Folk, R. L. (1959).** Practical petrographic classification of limestones. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 43(1), 1–38.

**Folk, R. L. (1974).** Petrology of sedimentary rocks. Hemphill Publishing Company. *Igneous Rocks*. In *Petrographic Atlas: Characterisation of Aggregates Regarding Potential Reactivity to Alkalis* (pp. 9–41). Springer, Dordrecht.

**Le Maitre, R. W. (Ed.). (2002).** *Igneous rocks: A classification and glossary of terms* (2nd ed.). Cambridge University Press.

**MacKenzie, W. S., & Adams, A. E. (1994).** *A colour atlas of rocks and minerals in thin section*. Manson Publishing Ltd.

**MacKenzie, W. S., & Guilford, C. (1980).** *Atlas of rock-forming minerals in thin section*. Longman.

**Nesse, W. D. (2012).** *Introduction to optical mineralogy* (4th ed.). Oxford University Press.

**Nichols, G. (2009).** Sedimentology and stratigraphy (2nd ed.). Wiley-Blackwell. *Petrographic Atlas: Characterisation of Aggregates Regarding Potential Reactivity to Alkalis* (pp. 43–101). Springer, Dordrecht.

**Pettijohn, F. J. (1975).** *Sedimentary rocks* (3rd ed.). Harper & Row.

**Philpotts, A. R., & Ague, J. J. (2009).** *Principles of igneous and metamorphic petrology* (2nd ed.). Cambridge University Press.

**Servicio Geológico Mexicano. (s.f.).** Guía para la descripción macroscópica y microscópica de rocas. Recuperado de <https://www.sgm.gob.mx/>

**Shelley, D. (1993).** Igneous and metamorphic rocks under the microscope: Classification, textures, microstructures, and mineral preferred orientations. Chapman & Hall.

**Streckeisen, A. (1976).** To each plutonic rock its proper name. Earth-Science Reviews, 12(1), 1–33. [https://doi.org/10.1016/0012-8252\(76\)90052-0](https://doi.org/10.1016/0012-8252(76)90052-0)

**Streckeisen, A. (1979).** Classification and nomenclature of volcanic rocks, lamprophyres, carbonatites, and melilitic rocks: Recommendations and suggestions of the IUGS Subcommittee on the Systematics of Igneous Rocks. Geology, 7(7), 331–335. [https://doi.org/10.1130/0091-7613\(1979\)7<331:CANOVR>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0091-7613(1979)7<331:CANOVR>2.0.CO;2)

**Tucker, M. E. (2001).** Sedimentary petrology: An introduction to the origin of sedimentary rocks (3rd ed.). Blackwell Science. Principles of igneous and metamorphic petrology (2nd ed.). Pearson Education.

## NORMAS TÉCNICAS APLICABLES

**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.

Para la identificación y clasificación petrológica de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas en México, actualmente **no existen** normas oficiales específicas aplicables. Sin embargo, para proyectos que requieran realizar este tipo de análisis, se recomienda consultar las guías y protocolos elaborados por el Servicio Geológico Mexicano (SGM), las cuales incluyen procedimientos detallados para el muestreo, la descripción macroscópica y microscópica de rocas, así como para la elaboración de cartografía geológica.

Estas guías están disponibles en:

<https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Rocas/Petrografia.html>



# UES

Universidad Estatal de Sonora  
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu

## ANEXOS

1.- Diagramas, tablas, ejemplos de reportes

Anexo 1: Plantilla Práctica No. 1 Texturas granulares y equigranulares.



**Petrografía**

**Práctica 1: Texturas granulares y equigranulares**

Nombre del alumno: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

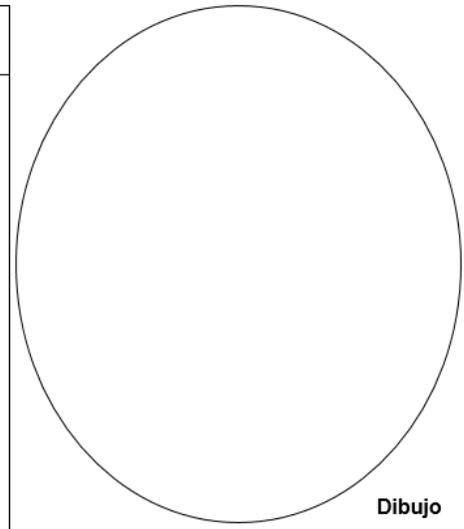
Color	Grado de Cristalinidad					Tamaño de los Cristales		
	Hololeucocrático	Leucocrático	Mesocrático	Melanocrático	Holomelanocrático	Fino (<1 mm)	Medio (1-5 mm)	Grueso (>5 mm)

Distribución del Tamaño de los Cristales		Textura								
		Granular Euhedral	Granular Subhédrico	Granular Anhedral	Porfídica	Poikilítica	Ophítica	Cumulítica	Otra	
Equigranular	Inequigranular									

Mineralogía	
Mineral	Características

Descripción de la lamina

Interpretación petrográfica



Dibujo

**Anexo 2: Plantilla Práctica No. 2 Texturas inequigranulares y exsolución.**



**Petrografía**

**Práctica 2: Texturas inequigranulares y exsolución.**

Nombre del alumno: \_\_\_\_\_

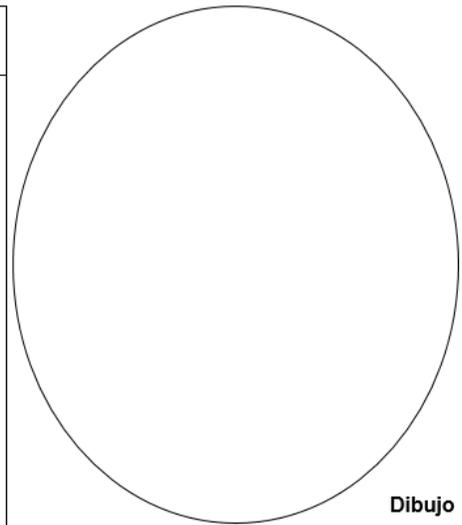
Fecha: \_\_\_\_\_

Color	Grado de Cristalinidad					Tamaño de los Cristales		
	Hololeucocrático	Leucocrático	Mesocrático	Melanocrático	Holomelanocrático	Fino (<1 mm)	Medio (1-5 mm)	Grueso (>5 mm)

Distribución del Tamaño de los Cristales		Textura								
		Porfídica	Glomeroporfírico	Vitrofirica	Cumuladas	Mirmequitica	perfitas	lamelas en piroxenos	Otra	
Equigranular	Inequigranular									

Mineralogía	
Mineral	Características

Descripción de la lamina



**Dibujo**

Interpretación petrográfica

**Anexo 3: Plantilla Práctica No. 3 Texturas volcánicas y piroclásticas.**



**Petrografía**

**Práctica 3: Texturas volcánicas y piroclásticas.**

**Nombre del alumno:** \_\_\_\_\_

**Fecha:** \_\_\_\_\_

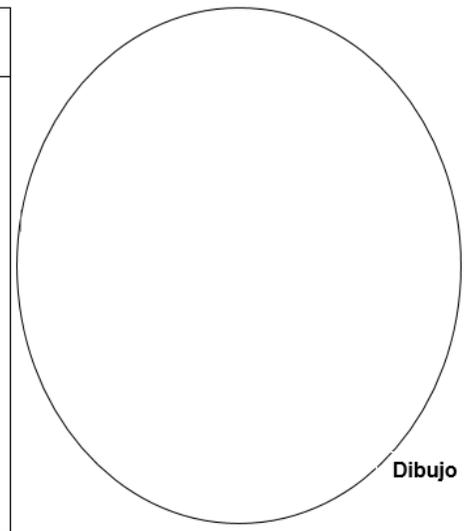
Color	Grado de Cristalinidad					Tamaño de los Cristales		
	Hololeucocrático	Leucocrático	Mesocrático	Melanocrático	Holomelanocrático	Fino (<1 mm)	Medio (1-5 mm)	Gruoso (>5 mm)

Distribución del Tamaño de los Cristales		Textura												
		Intergranular	Hialopilítico	Piroclástico	Vidrio	Pómez	Fiamme	Felty	Vesicular	Amigdaloidal	Otra			
Equigranular	Inequigranular													

Mineralogía	
Mineral	Características

Descripción de la lamina

Interpretación petrográfica

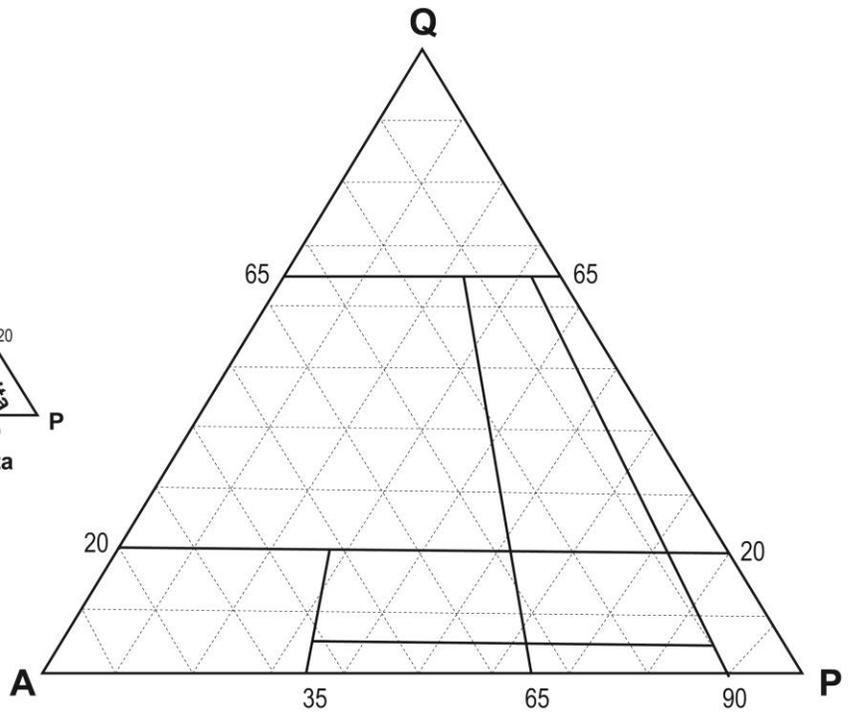


**Dibujo**



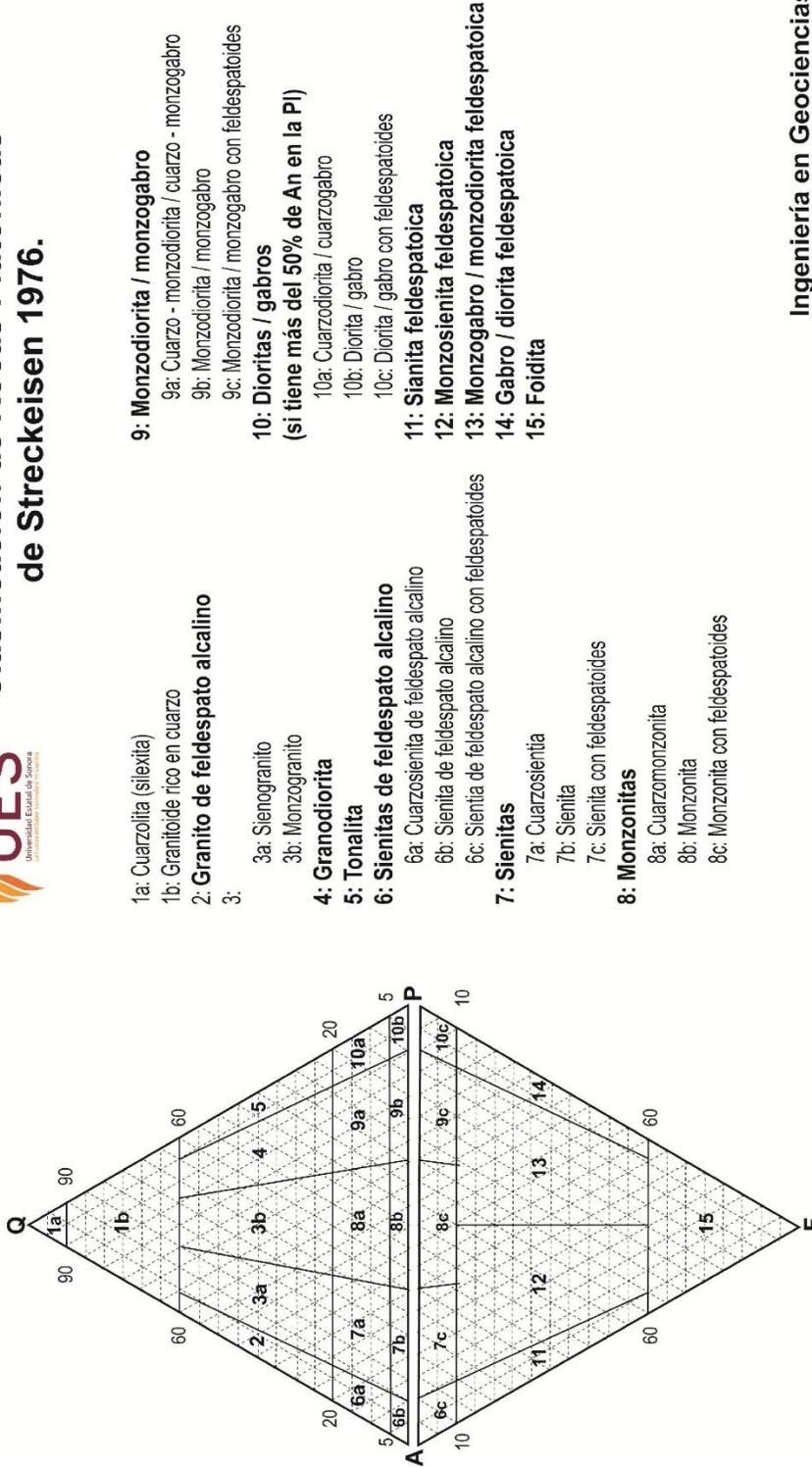
**Anexo 5: Diagrama de Clasificación de Rocas plutónicas, según la Unión Internacional de Ciencias Geológicas (IUGS).**

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

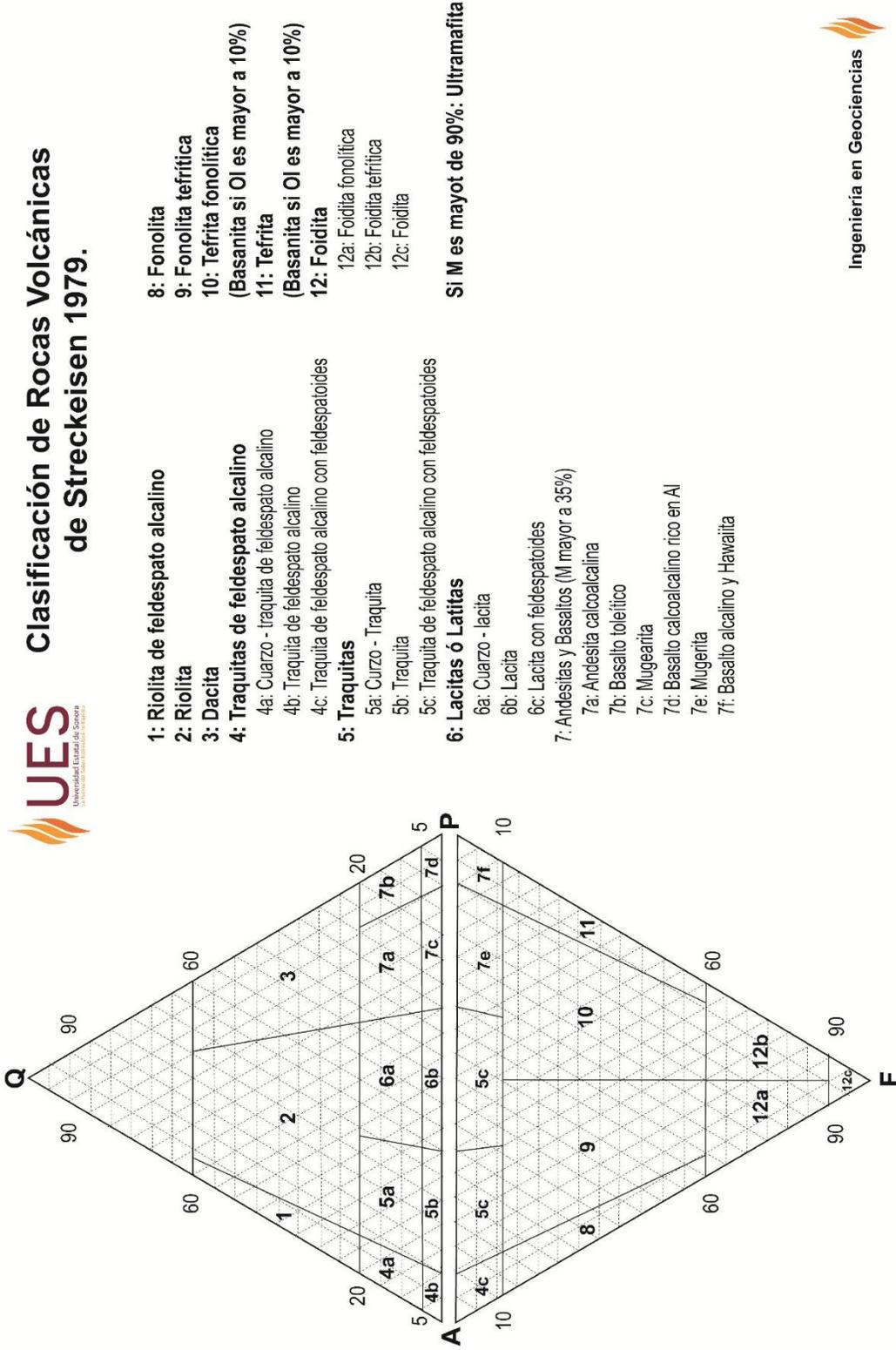


## Anexo 6: Diagrama de Clasificación de Rocas plutónicas, según Streckeisen, 1976.

### UES Clasificación de Rocas Plutónicas de Streckeisen 1976.

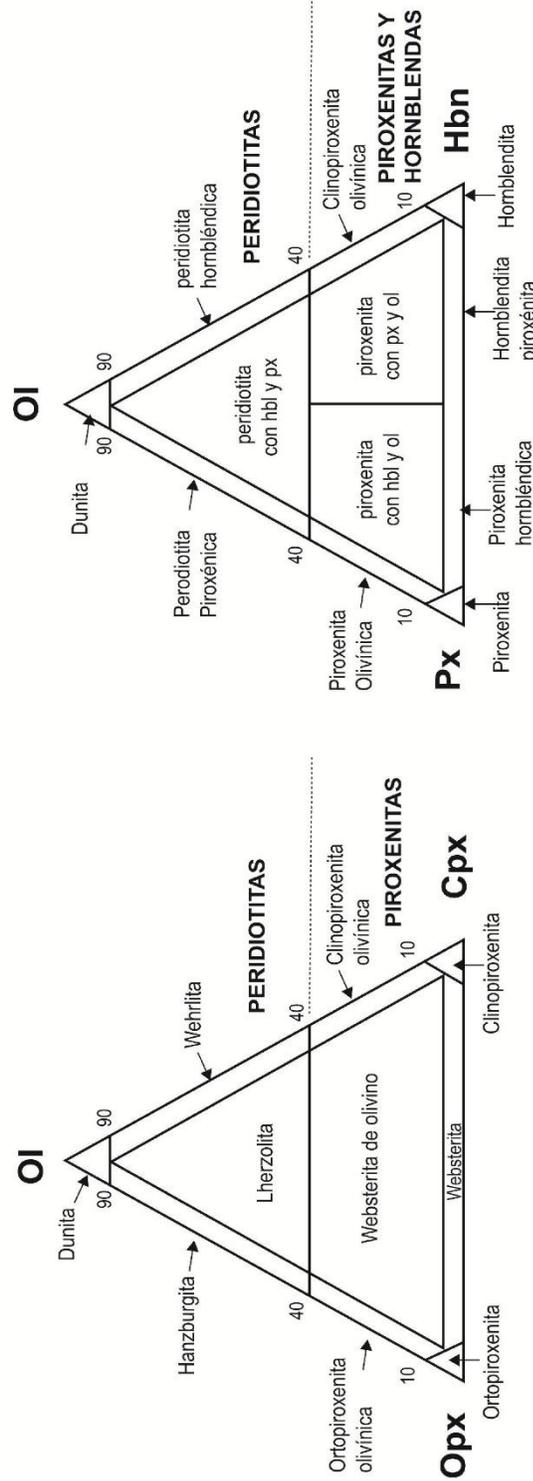


Anexo 7: Diagrama de Clasificación de Rocas volcánicas, según Streckeisen, 1979.



Anexo 8: Diagrama de Clasificación de las rocas ígneas plutónicas M > 90. Rocas ultramáficas de Le Maitre et al 2002.

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



### Anexo 9: Plantilla Práctica No. 5 Identificación de rocas sedimentarias clásticas 1



**Petrografía**

**Práctica 5: Identificación de rocas sedimentarias clásticas 1**

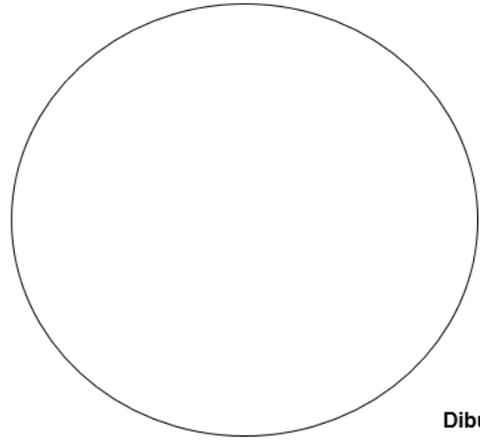
**Nombre del alumno:** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_\_

Color	Tamaño del Clasto				Clasificación de los Clastos				
	Grava Fina >4mm	Árena Gruesa 1 mm	Árena Fina 1.125 mm	Limo Grueso 0.05 mm	Muy bien clasificada	Bien clasificada	Moderadamente clasificada	Mal clasificada	Muy mal clasificada

Forma (redondez) del Clasto					Entramado (contacto) de los Clastos			
Anguloso	Subánguloso	Subredondeado	Redondeado	Muy redondeado	Puntual	Recto	Cóncavo-convexo	Suturados

Textura			Madurez Textural				Empaquetamiento	
Sostenida	Incluida	Cementada	Inmadura	Submadura	Madura	Supermadura	Matriz sostenida	Granos soportados

**Descripción General de la Lámina** \_\_\_\_\_



**Dibujo**

**Interpretación del ambiente de depósito**

### Anexo 10: Plantilla Práctica No. 6 Identificación de rocas sedimentarias clásticas 2



**Petrografía**

**Práctica 6: Identificación de rocas sedimentarias clásticas 2**

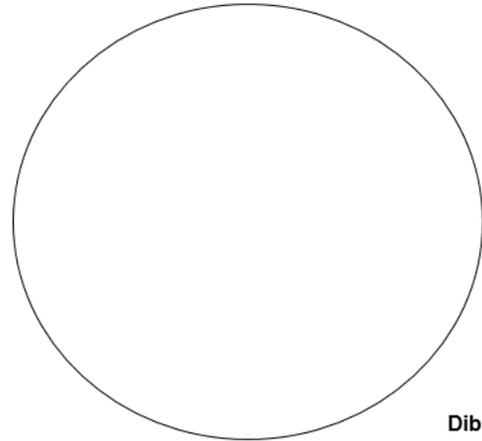
**Nombre del alumno:** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_\_

Color	Tamaño del Clasto				Clasificación de los Clastos				
	Grava Fina >4mm	Arena Gruesa 1 mm	Arena Fina 1.125 mm	Limo Grueso 0.05 mm	Muy bien clasificada	Bien clasificada	Moderadamente clasificada	Mal clasificada	Muy mal clasificada

Forma (redondez) del Clasto					Entramado (contacto) de los Clastos			
Anguloso	Subánguloso	Subredondeado	Redondeado	Muy redondeado	Puntual	Recto	Cóncavo-convexo	Suturados

Textura			Madurez Textural				Empaquetamiento	
Sostenida	Incluida	Cementada	Inmadura	Submadura	Madura	Supermadura	Matriz sostenida	Granos soportados

**Descripción General de la Lámina** \_\_\_\_\_



**Dibujo**

**Interpretación del ambiente de depósito**

**Anexo 11: Plantilla Práctica No. 7 Identificación de rocas sedimentarias químicas y bioquímicas.**



**Petrografía**

**Práctica 7: Identificación de Rxs químicas y bioquímicas.**

Nombre del alumno: \_\_\_\_\_

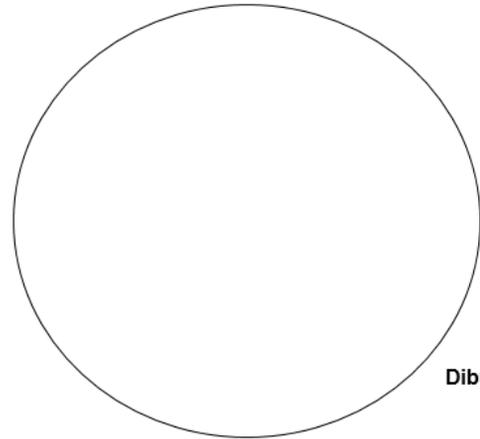
Fecha: \_\_\_\_\_

Color	Componentes Esenciales									
	Foraminíferos	Radiolarios	Diatomeas	Ooides	Cristales de Calcita	Cristales de Aragonito	Dolomita	Yeso	Halita	Minerales Cementantes (especificar)

Análisis Petrográfico Detallado				Texturas de Precipitación			
Tamaño promedio	Rango de tamaños	Morfología predominante	Distribución (homogénea/heterogénea)	Cristalina	Laminar	Granular	Intercedida

Matriz			Cementante			
Micrita	Esparita	Otra	Calcita	Dolomita	Sílice	Otra

**Descripción General de la Lámina** \_\_\_\_\_



Dibujo

**Interpretación del ambiente de depósito**

**Anexo 12: Plantilla Práctica No. 8 Clasificación modal de rocas sedimentarias en diagramas de clasificación aplicados por el IUGS.**



**Petrografía Práctica 8: Clasificación modal de RxS en diagramas de clasificación.**

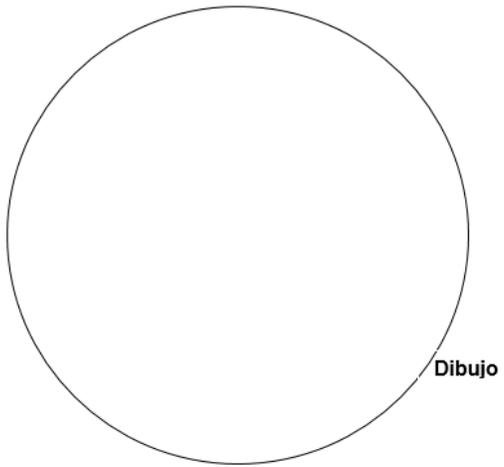
Nombre del alumno: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Color	Componentes visibles					Matriz	Cementante	Tamaño del clasto	Clasificación y forma del clasto
	Clastos	Matriz	Cementante	Ooides	Microfósiles				

Entramado	Textura	Madurez Textural	Empaquetamiento

Conteo Modal		
Mineral	Conteo (n)	%
<b>Total</b>		

Descripción General de la Lámina



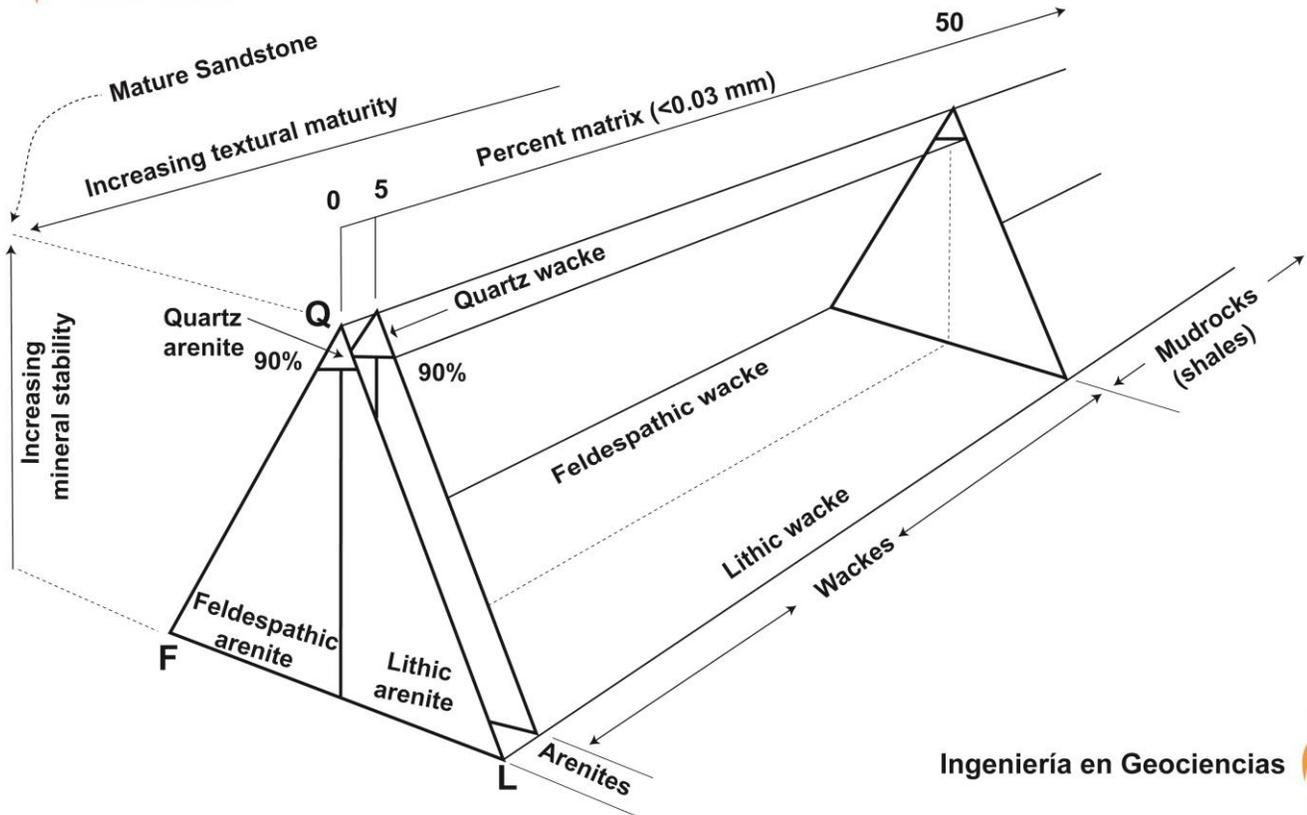
Dibujo

- Nombre de la lámina: \_\_\_\_\_
- Nombre de la roca según Dott, 1964: \_\_\_\_\_
- Nombre de la roca según Pettijohn, 1975: \_\_\_\_\_
- Nombre de la roca según Folk et al, 1970: \_\_\_\_\_
- Nombre de la roca según Dunham, 1962: \_\_\_\_\_
- Nombre de la roca según Folk 1959: \_\_\_\_\_

Nota: según las características de la roca.

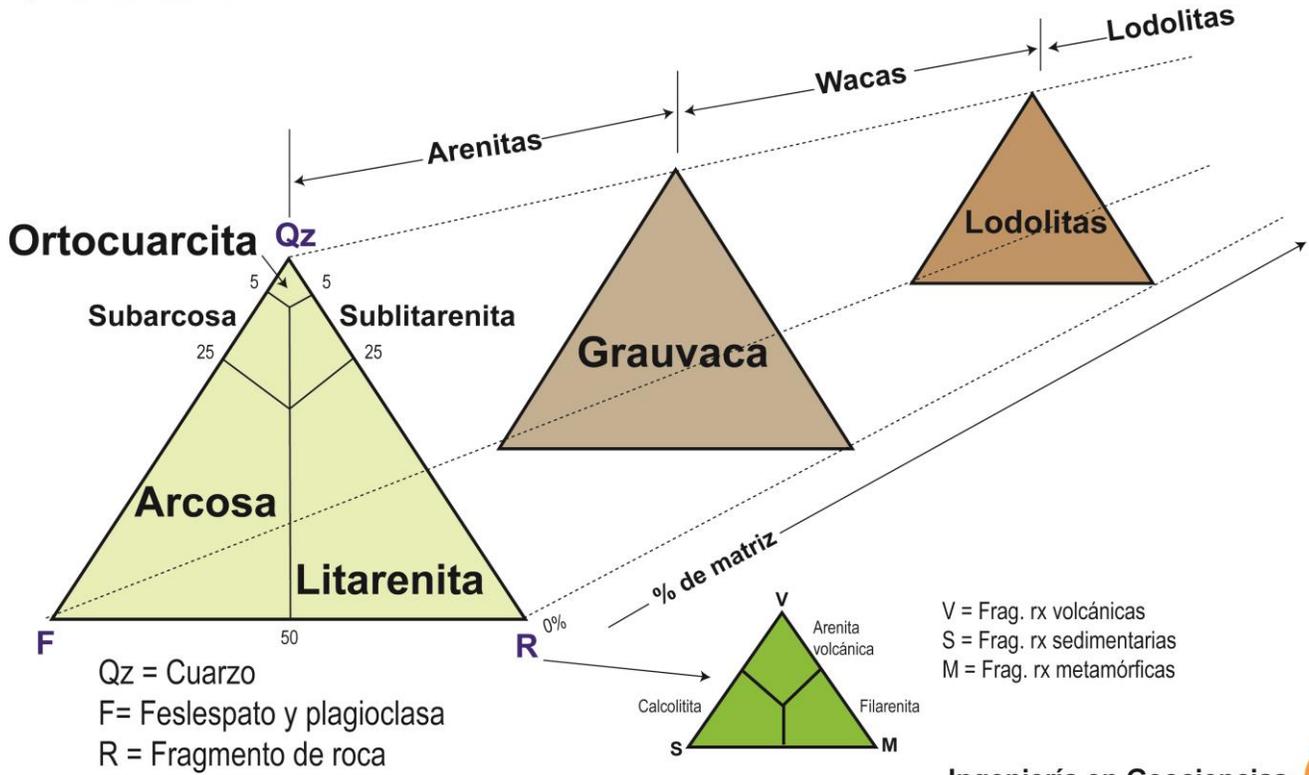
Anexo 13: Diagrama de Clasificación de la rocas sedimentarias según Dott, 1964.

**UES** Diagrama de Clasificación de Areniscas (Dott, 1964)



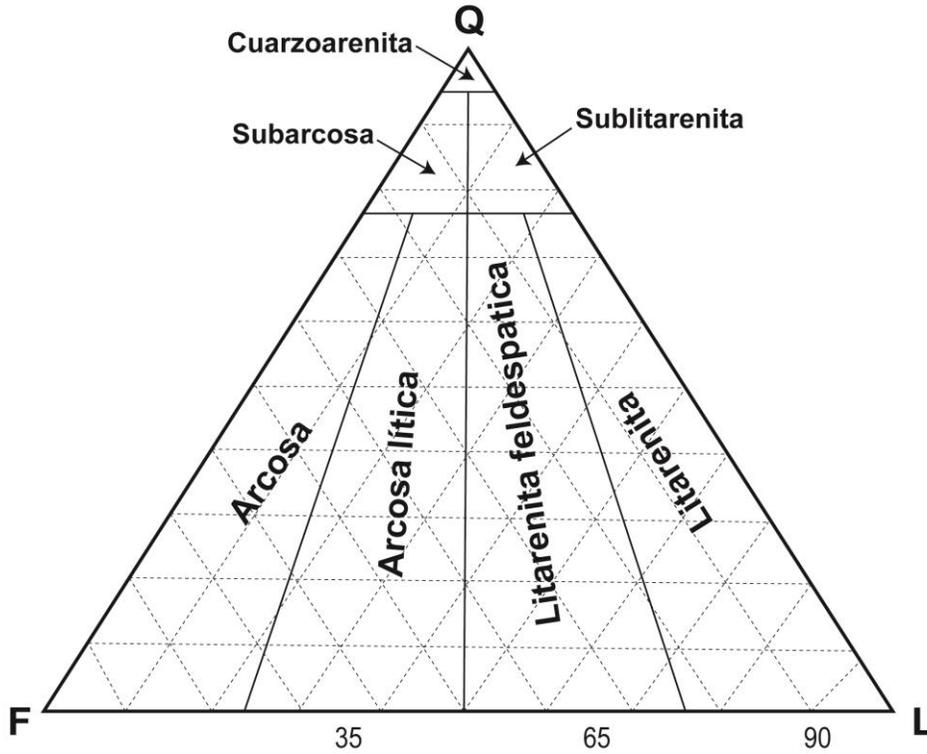
Anexo 14: Diagrama de Clasificación de rocas sedimentarias según Pettijohn 1975.

**UES** Diagrama de Clasificación de Areniscas (Pettijohn 1975)



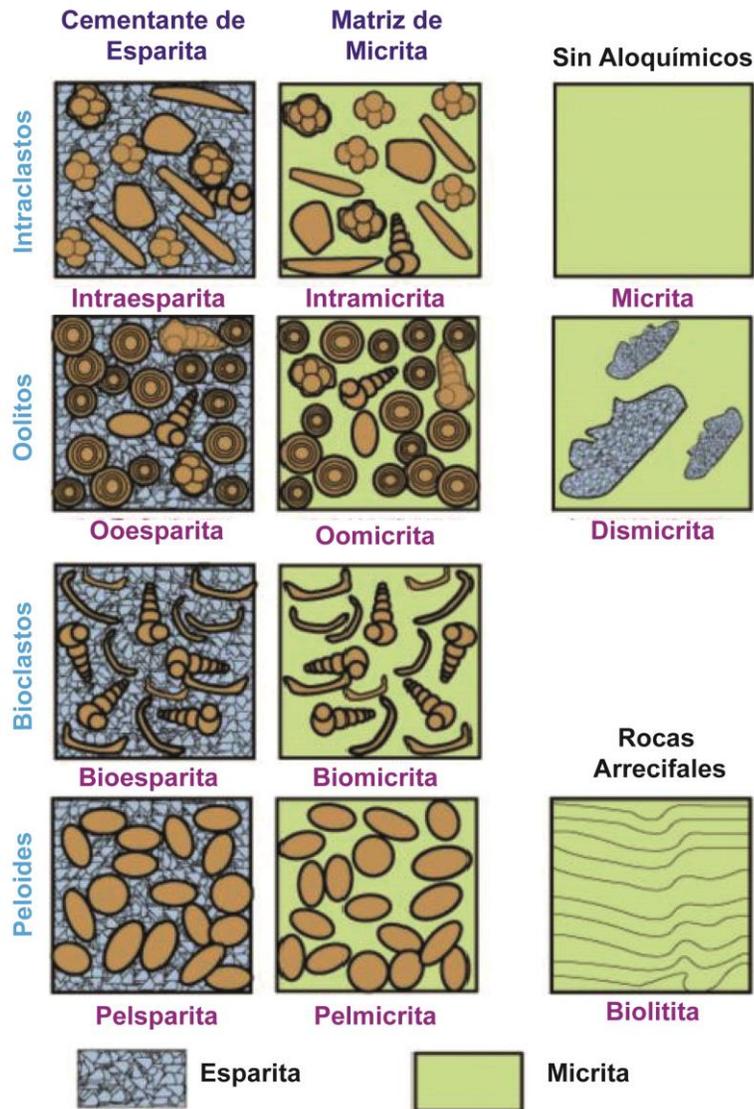
Anexo 15: Diagrama de Clasificación de rocas sedimentarias según Folk et al 1970.

**Diagrama de Clasificación de Areniscas de Folk et al 1970.**



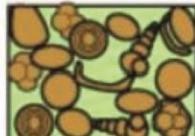
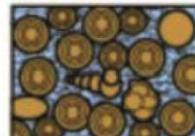
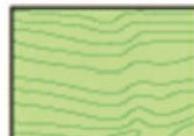
Anexo 16: Diagrama de Clasificación de rocas sedimentarias según Folk, 1959.

**UES** Diagrama de Clasificación de Rocas Carbonatadas de Folk, 1959.



Anexo 17: Diagrama de Clasificación de rocas sedimentarias según Dunham, 1962.

**Diagrama de Clasificación de Rocas Carbonatadas de Dunham, 1962.**

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



**Anexo 18: Plantilla Práctica No. 9 Identificación de características texturales de rocas metamórficas.**



**Petrografía**

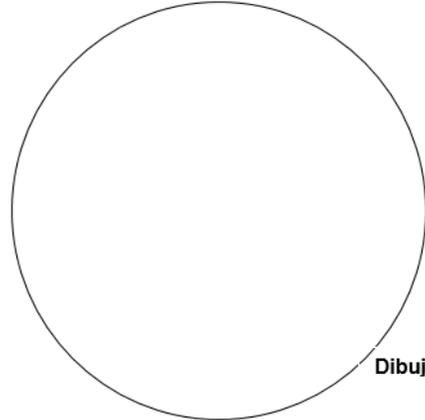
**Práctica 9: Identificación de Rx metamórficas.**

Nombre del alumno: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Color	Distribución de cristales	Orientación de cristales	Tamaño general de cristales	Contactos entre cristales

Textura		Tipo de Textura					Grado de metamorfismo			
Foliada	No Foliada	Pizarrosa	Esquistosa	Gneísica	Granoblástica	Porfiroblástica	Cataclástica	Bajo	Medio	Alto

Mineralogía	
Mineral	Características



Dibujo

Ambiente metamórfico interpretado			
Regional	Contacto	Dinámico	otro

Descripción General de la Lámina

Nombre de la lámina: \_\_\_\_\_

**Anexo 19: Plantilla Práctica No. 10 Clasificación de rocas metamórficas.**



**Petrografía**

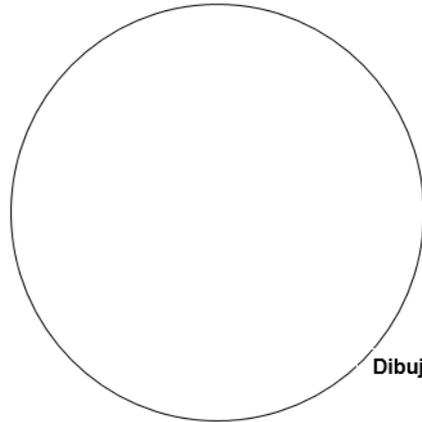
**Práctica 10: Clasificación de Rx metamórficas.**

Nombre del alumno: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Color	Distribución de cristales	Orientación de cristales	Tamaño general de cristales	Contactos entre cristales

Textura		Tipo de Textura					Grado de metamorfismo			
Foliada	No Foliada	Pizarrosa	Esquistosa	Gneísica	Granoblástica	Porfiroblástica	Cataclástica	Bajo	Medio	Alto

Mineralogía	
Mineral	Características



Dibujo

Ambiente metamórfico interpretado			
Regional	Contacto	Dinámico	otro

Descripción General de la Lámina

Nombre de la lámina: \_\_\_\_\_

## 2.- Formatos de seguridad y protocolos adicionales

### Anexo 20: Formato Básico de Seguridad en el Laboratorio Petrográfico.



## Formato Básico de Seguridad en Laboratorio Petrográfico

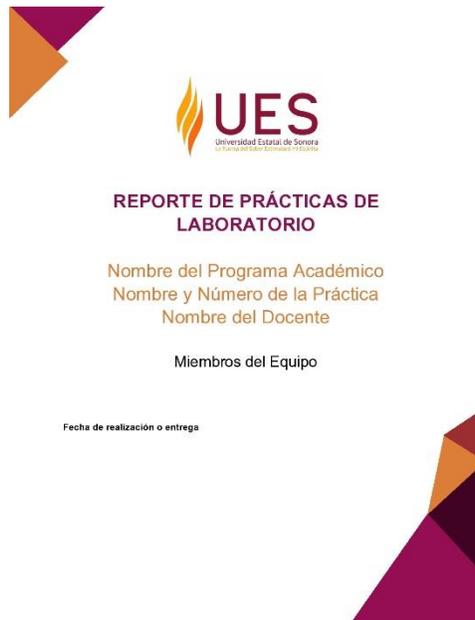
<b>Procedimiento</b>	<b>Precaución</b>
Uso del microscopio	No tocar lentes con dedos, uso de guantes al mover muestras.
Manejo de láminas delgadas	Sujetar por los bordes, no presionar con fuerza.
Espacio de trabajo	Mantener limpio, sin objetos ajenos a la práctica.
Protocolos de emergencia	Conocer salidas de emergencia y uso de extintores.
Higiene personal	Lavarse las manos al finalizar la práctica.



## Anexo 21: 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.



PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA



### Procesamiento de Datos

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



PROCESAMIENTO DE DATOS



## Resultados

Son los datos obtenidos directamente de la realización de la práctica, ya sea a través de observaciones, mediciones o experimentos. Se presentan de forma organizada (tablas, gráficas, imágenes o descripciones) y reflejan lo que ocurrió durante el procedimiento, sin interpretaciones ni conclusiones.



RESULTADOS



## Análisis y Discusión

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



## 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.



## 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 22: 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 Estadal 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 Estadal 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 23: 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 26: P26-F03 Bitácora de adeudo de material y equipo**



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

<b>NOMBRE DE LA PRÁCTICA</b>		<b>HORARIO</b>	
<b>LUGAR</b>		<b>FECHA</b>	__ / __ / __

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

	<b>MATERIAL SOLICITADO</b>	<b>CANTIDAD</b>
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

<b>NOMBRE Y FIRMA DEL DOCENTE A CARGO</b>		
---	--	--

<b>NOMBRE Y FIRMA DEL AUXILIAR DE LABORATORIO</b>		
	<b>MATERIAL RECIBIDO</b>	

**Anexo 27: Registro general de asistencia de alumnos**



**REGISTRO GENERAL DE ASISTENCIA DE ALUMNOS**

<b>NOMBRE DEL EVENTO</b>		<b>HORARIO</b>	
<b>LUGAR</b>		<b>FECHA</b>	___ / ___ / ___

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

<b>NOMBRE Y FIRMA DEL COORDINADOR</b>		
---------------------------------------	--	--

## Anexo 28: 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)	
<b>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</b>	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	*
<b>Puntualidad</b>	Entrego el día y la hora especificada.		No aplica		No aplica		Entrego el día, pero no a la hora especificada.		No aplica	
<b>Apariencia y organización</b>	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).		
<b>Tema y Objetivo</b>	El tema y objetivo fueron indicados		No aplica		No aplica		No aplica	Carece de Tema y/u objetivos		
<b>Introducción</b>	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.		
<b>Desarrollo del tema principal y subtemas</b>	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		
<b>Aplicación</b>	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								
<b>Conclusión</b>	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.
<b>Anexo: Producto (Presentación y resolución de ejercicios y/o problemas)</b>	Presenta como anexo el producto final de la práctica.		No aplica		No aplica		No aplica.	No presentó anexo el producto final de la práctica.
<b>Bibliografía</b>	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 29: 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)		
<b>Portada</b>	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		
<b>Índice</b>	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)		
<b>Marco teórico</b>	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		
<b>Competencia</b>	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		
<b>Materiales y métodos</b>	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)
<b>Resultados</b>	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.
<b>Discusión</b>	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
<b>Conclusiones</b>	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)
<b>Referencia</b>	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
<b>Evaluación o cuestionario</b>	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 30: Rocas Ígneas

1. Una roca ígnea presenta cristales de tamaño medio (1-3 mm), euhedrales y subhedrales distribuidos uniformemente. ¿Qué tipo de enfriamiento representa y cómo clasificarías su textura?
2. Si el conteo modal da 35% cuarzo, 30% feldespato alcalino, 35% plagioclasa, ¿en qué campo del diagrama QAPF clasificarías la roca?
3. Si observas fenocristales de feldespato alcalino rodeados por una matriz de grano fino, ¿qué tipo de textura es y qué indica sobre el enfriamiento?
4. Diferencia entre texturas vesicular, hialopilítica y piroclástica. Proporciona un ejemplo de roca para cada una.

5. Durante un conteo modal obtienes:

Cuarzo: 20%

Feldespato alcalino: 50%

Plagioclasas: 30%

¿Cómo clasificarías la roca y qué nombre corresponde según el diagrama QAPF?

#### Anexo 31: Rocas Sedimentarias

6. Si observas granos angulosos, tamaño mal clasificado y matriz abundante, ¿qué puedes inferir sobre el transporte y la madurez textural?
7. En una lámina delgada identificas microfósiles y ooides. ¿A qué tipo de ambiente deposicional corresponde y cómo clasificarías la roca?
8. Si se observa una textura de cristalización en mosaico con alta proporción de calcita, ¿a qué tipo de roca corresponde y qué indica sobre su formación?
9. Si una roca presenta clastos de 1 mm, matriz de 20%, cemento silíceo y granos subredondeados, ¿cómo la clasificarías según IUGS?
10. Explica la relación entre forma de clasto y distancia de transporte.

#### Anexo 32: Rocas Metamórficas

11. Explica la diferencia entre textura esquistosa y textura granoblástica. Da un ejemplo de roca para cada caso.
12. Si observas cuarzo, feldespato y biotita en una textura con orientación preferencial, ¿cómo clasificarías la textura y qué tipo de metamorfismo está presente?
13. Clasifica una roca con textura pizarrosa, grano muy fino y mineral principal clorita. ¿A qué grado de metamorfismo corresponde?
14. Dibuja y explica cómo ubicarías una roca con textura gneílica en un diagrama P-T.
15. Si una roca presenta texturas de contacto con recristalización de carbonatos, ¿a qué tipo de metamorfismo corresponde?



# UES

Universidad Estatal de Sonora  
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu