



UES

Universidad Estatal de Sonora
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu

MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO PETROLOGÍA II Laboratorio

Programa Académico
Plan de Estudios
Fecha de elaboración
Versión del Documento

Ingeniero en Geociencias
Plan 21
Junio de 2025
Primera



Dra. Martha Patricia Patiño Fierro
Rectora

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

Mtro. José Antonio Romero Montaña
Secretario General Administrativo

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

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN	4
IDENTIFICACIÓN	6
<i>Carga Horaria del alumno</i>	5
<i>Consignación del Documento</i>	5
MATRIZ DE CORRESPONDENCIA	7
NORMAS DE SEGURIDAD Y BUENAS PRÁCTICAS	9
<i>Reglamento general del laboratorio</i>	9
<i>Reglamento de uniforme</i>	9
<i>Uso adecuado del equipo y materiales</i>	9
<i>Manejo y disposición de residuos peligrosos</i>	9
<i>Procedimientos en caso de emergencia</i>	9
RELACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO POR ELEMENTO DE COMPETENCIA	11
PRÁCTICAS	13
FUENTES DE INFORMACIÓN	39
ANEXOS	41

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.

Propósito del manual: Las prácticas de laboratorio tienen como propósito consolidar los conocimientos teóricos adquiridos en el aula mediante el análisis macroscópico de rocas sedimentarias y metamórficas. A través de estas actividades, los estudiantes desarrollarán habilidades para describir, clasificar e interpretar rocas en muestra de mano, utilizando esquemas internacionales de clasificación, como los propuestos por la IUGS-SCMR, con un enfoque en la comprensión de los procesos geológicos que originan estos tipos de rocas.

- **Justificación de su uso en el programa académico:** La asignatura de Petrología II desempeña un papel fundamental en la formación del Ingeniero en Geociencias, la comprensión del comportamiento físico, químico y estructural de las rocas sedimentarias y metamórficas con el fin de interpretar los procesos involucrados y el contexto geológico en el área de exploración geológica de yacimientos minerales. Constituye una base indispensable para la selección de métodos de exploración y explotación minera, al incidir en decisiones técnicas relacionadas con estabilidad de macizos rocosos, comportamiento mecánico de los materiales, y viabilidad de extracción en términos económicos, ambientales y sociales.
- **Competencias a desarrollar:**
 - **Competencias blandas:** Comunicación efectiva, trabajo en equipo, pensamiento crítico, responsabilidad y ética
 - **Competencias disciplinares:** Identificación macroscópica, clasificación petrográfica e interpretación genética.

- **Competencias profesionales:** Aplicación en exploración minera, análisis geológico aplicado e integración técnica.

IDENTIFICACIÓN

Nombre de la Asignatura		Petrología II	
Clave	052CP042	Créditos	5
Asignaturas Antecedentes	Petrología I 052CP041	Plan de Estudios	21

Área de Competencia	Competencia del curso
Analizar los procesos de exploración explotación y beneficio de los minerales, para contribuir a la toma de decisiones ética y responsable y a la resolución estratégica de las problemáticas de la industria minera conforme a la normatividad vigente y a los contextos económicos, ambientales y sociales.	Analizar las rocas sedimentarias, metamórficas y alteraciones hidrotermales de acuerdo a su composición mineralógica y textural que cumplan con los criterios propuestos por la Unión Internacional de Ciencias Geológicas (IUGS), con el fin de interpretar los procesos y contexto geológico, mediante un pensamiento estratégico, en el área de exploración geológica de yacimientos minerales.

Carga Horaria de la asignatura

Horas Supervisadas			Horas Independientes	Total de Horas
Aula	Laboratorio	Plataforma		
1	4	0	1	6

Consignación del Documento

Unidad Académica	Hermosillo
Fecha de elaboración	Junio de 2025
Responsables del diseño	María Fernanda Solis Limón Gonzalo de Jesús Ibarra Dessens
Validación	
Recepción	Coordinación de Procesos Educativos

MATRIZ DE CORRESPONDENCIA

Estas prácticas refuerzan conocimientos esenciales de petrología y análisis litológico, que son la base para tareas como la exploración geológica, modelado de yacimientos, y la evaluación de su viabilidad económica.

Se vinculan directamente con las siguientes competencias del perfil de egreso:

- ✓ Exploración geológica directa (campo) e indirecta (interpretación de rocas y ambientes).
- ✓ Modelado geológico para determinar el potencial económico de yacimientos.
- ✓ Selección de métodos de explotación con base en las características litológicas y estructurales.
- ✓ Toma de decisiones técnicas y estratégicas fundamentadas en el conocimiento del tipo de roca y su origen.

PRÁCTICA	PERFIL DE EGRESO
1. Rocas sedimentarias clásticas	<ul style="list-style-type: none"> - Permite al estudiante identificar y clasificar rocas formadas en ambientes sedimentarios, útiles para la interpretación estratigráfica y exploración superficial. - Aporta a la definición del modelo geológico y localización de trampas o capas portadoras de recursos.
2. Rocas sedimentarias carbonatadas	<ul style="list-style-type: none"> - Fortalece habilidades para reconocer ambientes marinos someros o de plataforma, con importancia en exploración de yacimientos minerales y energéticos. - Contribuye al análisis de facies sedimentarias útiles para determinar el potencial económico de zonas prospectivas.
3. Rocas sedimentarias silíceas y evaporíticas	<ul style="list-style-type: none"> - Aporta conocimientos sobre litologías asociadas a ambientes áridos y lacustres, frecuentemente vinculados a yacimientos evaporíticos (sales, yeso, bórax) y recursos no metálicos. - Refuerza la aplicación de técnicas de exploración indirecta y modelado geológico.
4. Rocas sedimentarias carbonosas	<ul style="list-style-type: none"> - Relaciona el análisis de estas rocas con el potencial energético (carbón, lutitas)

	<p>bituminosas), fortaleciendo la evaluación de recursos geológicos de valor económico.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aporta criterios para modelar el sistema petrolero o de generación de hidrocarburos.
<p>5. Rocas metamórficas fuertemente foliadas, débilmente foliadas y No foliadas</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Desarrolla la capacidad de identificar procesos de transformación en zonas de deformación tectónica o metamorfismo térmico. - Fortalece el análisis estructural y la interpretación del historial geodinámico, clave en el modelado y exploración de yacimientos minerales.

NORMAS DE SEGURIDAD Y BUENAS PRÁCTICAS

Reglamento general del Laboratorio de Rocas

1. La entrada al laboratorio deberá ser ordenada, conservándose este orden durante el desarrollo de la práctica, mostrar respeto y disciplina en todo momento.
2. El tiempo de tolerancia para entrar al laboratorio será fijado por el maestro.
3. Queda prohibido, comer, beber y fumar dentro del laboratorio.
4. Evitar el uso de aparatos electrónicos personales, excepto laptop.
5. Cuidar el área de trabajo y las instalaciones, a los alumnos que se les sorprenda rayando las mesas, estantes y/o paredes, además de limpiarlo serán sancionados de acuerdo con el reglamento escolar vigente.
6. Identificar donde se encuentran exactamente las instalaciones de seguridad del laboratorio, extintores, botiquín de primeros auxilios y salidas de emergencia.
7. El material y muestras de minerales, rocas y fósiles no deben sacarse del laboratorio sin previa autorización del responsable del laboratorio.
8. Toda muestra utilizada debe ser registrada debidamente en la bitácora.
9. Cualquier accidente, por irresponsabilidad, donde resulten dañados materiales, inmuebles, equipos, herramientas, muestras de minerales, fósiles y/o rocas, estos deberán ser repuestos al laboratorio por los integrantes del equipo o persona responsable, en un plazo no mayor a 7 días hábiles. De lo contrario, se les aplicará la sanción de acuerdo con el reglamento escolar vigente.
10. Personas ajenas al programa educativo de Ingeniería en Geociencias podrán hacer uso de las instalaciones, sólo con la autorización del jefe de Carrera.

Reglamento de uniforme

No aplica

Materiales y uso adecuado del equipo

- **Ácido clorhídrico diluido al 10 %**, aplicar una sola pequeña gota con gotero sobre la superficie seleccionada.
- **Navaja de acero inoxidable o rayador**, manipular siempre con la hoja de la navaja alejada del cuerpo y de otros compañeros, utilizarla solo para rayar suavemente la muestra, no ejercer una fuerza excesiva y guardar inmediatamente después de su uso en un lugar seguro.
- **Muestras de roca, mineral o fósil**, sostener con ambas manos si la muestra es grande o pesada, colocarla sobre una superficie plana, estable y antideslizante, no golpear, lanzar o manipularla bruscamente.

Manejo y disposición de residuos peligrosos

No aplica

Procedimientos en caso de emergencia

Ácido clorhídrico diluido al 10 %

Posibles riesgos: contacto con piel, ojos o ingestión accidental.

En caso de accidente:

- **Contacto con piel:** Lavar inmediatamente con abundante agua corriente durante al menos 15 minutos. Retirar ropa contaminada.
- **Contacto con ojos:** Enjuagar con agua limpia por al menos 15 minutos, manteniendo los párpados abiertos. Acudir al servicio médico de inmediato.
- **Ingestión accidental:** No inducir el vómito. Enjuagar la boca con agua y buscar atención médica urgente.
- **Inhalación de vapores** (raro en diluciones bajas): Retirar a la persona a un área ventilada. Si hay síntomas, buscar atención médica.

Navaja de acero inoxidable o rayador

Posibles riesgos: cortaduras leves o profundas.

En caso de accidente:

- **Corte superficial:** Lavar la herida con agua y jabón. Aplicar desinfectante y colocar un apósito.
- **Corte profundo o sangrado profuso:** Aplicar presión directa con un paño limpio, elevar la extremidad afectada y buscar atención médica de inmediato.

Muestras de roca, mineral o fósil

Posibles riesgos: golpes, caídas sobre extremidades, cortes por bordes filosos.

En caso de accidente:

- **Golpe o caída de muestra sobre el pie:** Evaluar la lesión. Si hay hinchazón o dolor intenso, acudir al servicio médico.
- **Corte por fragmento filoso:** Lavar la herida, aplicar desinfectante y vendar. Si hay presencia de fragmentos en la piel o sangrado excesivo, buscar atención médica.

RELACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO POR ELEMENTO DE COMPETENCIA

Elemento de Competencia al que pertenece la práctica	Elemento de Competencia I
	Identificar las rocas sedimentarias abordando a través del pensamiento estratégico su descripción macroscópica, con base en los esquemas de clasificación para comprender los procesos sedimentarios y su relación en la formación de yacimientos minerales.

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
Práctica No. 1	Laboratorio de rocas sedimentarias clásticas	Identificar las características diagnósticas de las rocas sedimentarias clásticas para clasificarlas correctamente, a partir del análisis macroscópico de muestras de mano, en un entorno de laboratorio geológico, colaborando de forma efectiva en equipo y comunicando sus observaciones de manera clara y responsable.
Práctica No. 2	Laboratorio de rocas sedimentarias carbonatadas	Identificar las características diagnósticas de las rocas sedimentarias carbonatadas para clasificarlas correctamente, a partir del análisis macroscópico de muestras de mano, en un entorno de laboratorio geológico, colaborando de forma efectiva en equipo y comunicando sus observaciones de manera clara y responsable.
Práctica No. 3	Laboratorio de rocas sedimentarias silíceas y evaporíticas	Identificar las características diagnósticas de las rocas sedimentarias silíceas y evaporíticas para clasificarlas correctamente, a partir del análisis macroscópico de muestras de mano, en un entorno de laboratorio geológico, colaborando de forma efectiva en equipo y comunicando sus observaciones de manera clara y responsable.
Práctica No. 4	Laboratorio de rocas sedimentarias carbonosas	Identificar las características diagnósticas de las rocas sedimentarias carbonosas para clasificarlas correctamente, a partir del análisis macroscópico de muestras de mano, en un entorno de laboratorio

		geológico, colaborando de forma efectiva en equipo y comunicando sus observaciones de manera clara y responsable.
--	--	---

Elemento de Competencia al que pertenece la práctica	Elemento de Competencia II
	Clasificar las rocas metamórficas a través del pensamiento estratégico de acuerdo con los criterios propuestos por la IUGS-SCMR (International Union of Geological Science-Subcomision on the Systematics of Metamorphic Rocks) para su descripción macroscópica, con el fin de identificar los procesos metamórficos, de alteración y mineralización en la exploración de campo.

PRÁCTICA	NOMBRE	COMPETENCIA
Práctica No. 5	Laboratorio de rocas metamórficas fuertemente foliadas, débilmente foliadas y No foliadas	Identificar las características diagnósticas de las rocas metamórficas fuerte y débilmente foliadas, así como las No foliadas para clasificarlas correctamente, a partir del análisis macroscópico de muestras de mano, en un entorno de laboratorio geológico, colaborando de forma efectiva en equipo y comunicando sus observaciones de manera clara y responsable.



UES

Universidad Estatal de Sonora
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu

PRÁCTICAS

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	No. 1.- Laboratorio de rocas sedimentarias clásticas
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Identificar las características diagnósticas de las rocas sedimentarias clásticas para clasificarlas correctamente, a partir del análisis macroscópico de muestras de mano, en un entorno de laboratorio geológico, colaborando de forma efectiva en equipo y comunicando sus observaciones de manera clara y responsable.

FUNDAMENTO TEÓRICO

El estudio de **las rocas sedimentarias clásticas** parte de la comprensión de los procesos geológicos que intervienen en su formación, desde la meteorización de las rocas preexistentes, pasando por el transporte y la deposición de los sedimentos en una cuenca hasta su litificación. Estos procesos ocurren en la corteza terrestre y han sido descritos y explicados por diversos autores dentro de la petrología sedimentaria.

Las rocas clásticas se componen principalmente de fragmentos o clastos de otras rocas y minerales que han sufrido un transporte. Su clasificación se basa principalmente en el parámetro textural como el tamaño de los clastos y la composición mineralógica. Entre las rocas clásticas más comunes se encuentran las conglomerados-brechas, areniscas y lutitas.

Una de las herramientas esenciales para determinar la clasificación de las rocas clásticas es la escala de tamaño de grano de Wentworth (1922), que clasifica los sedimentos según el tamaño de sus partículas: grava (>2 mm), arena (2 mm – 0.0625 mm) y limo/arcilla (<0.0625 mm).

El análisis de la redondez y esfericidad de los clastos, descrito por Powers (1953), también aporta información sobre el transporte y madurez del sedimento: cuanto más redondeado es un clasto, mayor ha sido su transporte o el tiempo de retrabajo.

La madurez textural y composicional son conceptos trabajados por Pettijohn y Folk y se relacionan con la estabilidad de los minerales presentes, lo cual tiene implicaciones en la interpretación paleoambiental.

En términos de interpretación ambiental, las estructuras sedimentarias como la estratificación cruzada, la gradación normal o las marcas de corriente brindan evidencias sobre el medio de transporte y deposición. La observación de estas estructuras en el afloramiento o muestras de mano permite reconstruir ambientes sedimentarios antiguos como ríos, deltas, playas, desiertos o ambientes marinos.

El conocimiento adquirido permitirá al estudiante aplicar criterios estandarizados para clasificar muestras de conglomerados, areniscas, lutitas, interpretar su origen y ambiente de formación, así como desarrollar habilidades de observación, registro y análisis propios de la investigación geológica. Además, fomenta una actitud crítica y fundamentada para comprender los procesos que modelan la corteza terrestre, con aplicaciones prácticas en áreas como la geotecnia, la hidrogeología y la exploración de recursos minerales.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

1. Muestras representativas de rocas clásticas
2. Lupa con aumento de 10x a 20x
3. Navaja de acero inoxidable o rayador dureza 6
4. Ácido clorhídrico diluido al 10%
5. Imán
6. Regla rumbera
7. Diagramas de clasificación para rocas clásticas (areniscas y conglomerados)
8. Ficha de clasificación de rocas clásticas

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

Esta metodología debe aplicarse a cada muestra de mano proporcionada durante la práctica por el facilitador. Se recomienda el uso de lupa, regla, ficha de clasificación para rocas clásticas, tablas y esquemas de clasificación para areniscas y conglomerados.

Observación general de la muestra de roca

- a. Examina la muestra a simple vista o con lupa, ¿es una roca clástica? Observa los elementos texturales de la roca como tamaño de grano, forma y fábrica.
 - b. Determina la textura: si es grano o matriz sostenida o cementada.
 - c. Anota aspectos estructurales generales como: fisibilidad, color, estructuras sedimentarias de deposición, erosión, deformación, fósiles (vertebrados, invertebrados, vegetales, etc.).
- ✓ *Ejemplo:* Roca con textura matriz sostenida o grano incluido, con presencia de laminaciones finas, de color negro y fósiles vegetales completos o parciales, granos no visibles a simple vista, suave al tacto.

Determinación del tamaño de grano

- d. Si el grano es visible a simple vista o con lupa, se mide con la regla y se utiliza una escala granulométrica o tabla de referencia.
 - e. Estima el tamaño predominante del grano (moda):
Grava (>2 mm)
Arena (2 mm – 0.0625 mm)
Limo y arcilla (<0.0625 mm)
- ✓ *Tip:* Si puedes sentir, ver y medir granos individuales con el dedo, probablemente es arena; si no, puede ser limo o arcilla.

Forma y redondez de los clastos

- f. Describe la forma de los granos:
Angulosos, subangulosos, subredondeados o redondeados.
 - g. Indica el grado de transporte.
- ✓ *Ejemplo:* Clastos subredondeados, indicativos de transporte moderado.

Selección de los granos

- h. Observa si los clastos tienen tamaños similares o variados.

- i. Clasifica la selección como:
Bien seleccionada (granos de tamaño uniforme)
Moderadamente seleccionada
Mal seleccionada (granos de diferentes tamaños)

Composición de los clastos

- j. Identifica, si es posible, los % de los tipos de minerales o fragmentos presentes (cuarzo, feldespato, fragmentos líticos).
k. Usa una lupa y tabla de comparación mineralógica básica.
✓ *Ejemplo:* 80% cuarzo, 15% fragmentos líticos, 5% feldespato.

Matriz y cemento

- l. Determina si la roca está:
Clasto-soportada (los granos están en contacto entre sí)
Matriz-soportada (los clastos están “flotando” en una matriz fina)
m. Si es cementante, describe el tipo de cemento (calcita, sílice, óxidos de hierro).

Usa los datos recolectados para clasificar la roca en una de las siguientes categorías principales:

- n. Conglomerado (grava redondeada)
o. Brecha (grava angulosa)
p. Arenisca (dominada por arena)
✓ *Ejemplo:* Arenisca cuarzosa, feldespática, lítica
q. Lutita (dominada por limo/arcilla; puede dividirse en limolita o arcillita)
✓ *Sugerencia:* Apóyate en diagramas ternarios y tablas de clasificación (Dott, McBride, Folk, Pettijohn, Prothero y Schwab).

Interpretación del ambiente sedimentario (opcional, si aplica)

- r. Con base en la textura y composición, estructuras sedimentarias y fósiles, sugiere un ambiente probable:
Fluvial, deltaico, desértico, glaciar, marino, etc.

RESULTADOS ESPERADOS

Al finalizar la práctica, el estudiante será capaz de:

- Identificar los principales tipos de rocas clásticas (conglomerado, arenisca, lutita) en muestra de mano.
- Describir sus características texturales, como el tamaño, forma, fabrica, selección y madurez textural de los clastos, color, matriz o cementante y fósiles.
- Clasificar las rocas clásticas utilizando diagramas de clasificación.
- Relacionar las características observadas con los procesos de transporte, sedimentación y diagénesis que dieron origen a la roca.
- Interpretar el posible ambiente sedimentario donde se formó la roca (fluvial, deltaico, marino, etc.).

ANÁLISIS DE RESULTADOS

A partir de la observación y descripción de las muestras analizadas, se identificaron distintos tipos de rocas clásticas como areniscas, conglomerados y lutitas. El análisis macroscópico permitió reconocer características texturales, selección de los clastos, estructuras sedimentarias y fósiles.

Estas observaciones fueron fundamentales para aplicar esquemas de clasificación adecuados y determinar los ambientes sedimentarios de formación.

Las preguntas clave para interpretar los datos obtenidos:

1. ¿Qué forma de clastos predominan en cada muestra?, ¿Qué sugiere sobre el transporte que ha experimentado?
2. ¿Cuál es el grado de selección de los clastos?
3. ¿Qué tipo de matriz o cemento se identifica?
4. ¿Qué ambiente sedimentario se puede interpretar con base en las características observadas, como son las estructuras sedimentarias, fósiles, etc?
5. ¿Cómo se clasifica la roca según los esquemas aplicados?

Este análisis permitió la identificación y clasificación precisa de las rocas clásticas en muestra de mano, comprender mejor los procesos geológicos que influyen en su formación y su significado en el contexto sedimentario.

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Se espera que, al finalizar la práctica, los alumnos sean capaces de reconocer e identificar rocas sedimentarias clásticas en muestra de mano, aplicando criterios geológicos estandarizados como el tamaño, forma, selección y composición de los clastos, con el fin de realizar una clasificación precisa, fundamentada en observaciones objetivas y terminología técnica adecuada. Asimismo, deberán ser capaces de relacionar las características observadas con los procesos de formación y el ambiente sedimentario de origen.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

En caso de no contar con muestras físicas de rocas para realizar la práctica de laboratorio, esta deberá llevarse a cabo utilizando muestras virtuales proporcionadas por el facilitador o por el estudiante.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	Reporte de Practica de Laboratorio
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	https://www.ues.mx/archivos/alumnos/rubricas/Reportedepracticadelab-oratorio.pdf
Formatos de reporte de prácticas	El formato de la ficha de clasificación de rocas sedimentarias clásticas será proporcionado por el facilitador.

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	No. 2.- Laboratorio de rocas sedimentarias carbonatadas
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Identificar las características diagnósticas de las rocas sedimentarias carbonatadas para clasificarlas correctamente, a partir del análisis macroscópico de muestras de mano, en un entorno de laboratorio geológico, colaborando de forma efectiva en equipo y comunicando sus observaciones de manera clara y responsable.

FUNDAMENTO TEÓRICO

Las rocas sedimentarias carbonatadas se originan principalmente en ambientes marinos de plataforma y, en menor medida, en sistemas lacustres. Su formación ocurre a partir de la precipitación química de iones disueltos de carbonato de calcio (CaCO_3) y carbonato de calcio y magnesio ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) presentes en el agua, o bien por la fijación bioquímica de estos compuestos a través de la actividad de organismos. Mineralógicamente, están constituidas por calcita y dolomita, que conforman las rocas conocidas como calizas y dolomías, respectivamente. Estas presentan una amplia variedad de texturas y composiciones, las cuales reflejan las condiciones ambientales de formación y los procesos diagenéticos posteriores.

Las rocas ricas en carbonatos como las calizas reaccionan fuertemente con ácido clorhídrico diluido al 10 %, lo cual permite su identificación en campo y laboratorio. En la naturaleza, tienden a disolverse en presencia de agua ligeramente ácida, generando paisajes kársticos caracterizados por superficies irregulares, cavidades, grutas y cañones.

Desde el punto de vista textural, las rocas carbonatadas están compuestas por componentes aloquímicos y ortoquímicos, los cuales proporcionan información valiosa sobre el ambiente de depósito y la historia diagenética. Los componentes aloquímicos son granos transportados dentro de la cuenca, como bioclastos, intraclastos, extraclastos, ooides, oncolitos y peloides. Por su parte, los componentes ortoquímicos incluyen la micrita (lodo carbonatado) y la esparita (cemento de cristales de carbonato), que forman la pasta de la roca. Alonso-Zarza, A.M. (2010).

La clasificación de las rocas carbonatadas se basa en su composición mineralógica y textural (aloquímicos y ortoquímicos). Entre los esquemas más utilizados se encuentran los propuestos por Folk (1959), Dunham (1962) y Embry & Klovan (1971).

Las rocas carbonatadas representan registros clave en la reconstrucción paleoambiental y estratigráfica, ya que preservan evidencia de antiguos ambientes marinos y continentales, así como de la evolución biológica a través de los fósiles que contienen. En el estado de Sonora, se han documentado afloramientos de rocas carbonatadas que datan del Paleozoico hasta el Cenozoico, como los observados en la Sierra Agua Verde, Cerro de Las Conchas y la región de Arivechi-Nácori Chico. Villanueva -Olea, R. et al. (2019).

Además de su valor científico, estas rocas tienen gran importancia económica y ambiental. Son reservorios naturales de hidrocarburos, fuentes de materia prima industrial (cemento, cal, carbonato de calcio), acuíferos kársticos y elementos de interés geoturístico, al formar paisajes espectaculares que combinan valor ecológico, cultural y recreativo.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

1. Muestras representativas de rocas carbonatadas
2. Lupa con aumento de 10x a 20x
3. Ácido clorhídrico diluido al 10%
4. Regla milimétrica
5. Diagramas de clasificación textural para rocas carbonatadas (calizas, margas y dolomías)
6. Ficha de clasificación de rocas carbonatadas

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

Esta metodología debe aplicarse a cada muestra de mano proporcionada durante la práctica por el facilitador. Se recomienda el uso de lupa, regla o rumbera, ficha de clasificación para rocas carbonatadas, tablas y esquemas de clasificación.

Observación general de la muestra de roca

- a. examina la muestra a simple vista o con lupa,
- b. ¿Es una roca sedimentaria? ¿Es carbonatada?
- c. ¿Presenta superficies de disolución que indique karstificación?

Reacciona al ácido clorhídrico diluido al 10 % (HCl)

- d. ¿Efervece cuando reacciona con el ácido clorhídrico?
- e. ¿Reacciona fuerte como la caliza o débil como la dolomía?

Observa los elementos texturales de la roca

- f. Determina el tipo de textura general (fábrica) observando cómo están dispuestos los componentes
- g. ¿La roca es grano-sostenida, matriz sostenida o cementada?

✓ *Ejemplo:* Roca de color gris claro con textura matriz sostenida o grano incluido, sin presencia de aloquímicos a simple vista, presenta superficies de disolución y efervece fuertemente al reaccionar con el HCl.

Identifica los componentes texturales (aloquímicos y ortoquímicos)

- h. si el grano es visible a simple vista o con lupa, es un aloquímico, se miden con una regla y se obtiene un porcentaje tomando en cuenta los que ocurran con mayor frecuencia (moda).
- i. describe la forma de los granos e identifica que tipo de aloquímico se trata: bioclastos, intraclastos, extraclastos, ooides, oncolitos y peloides.
- j. Indica que tipo de ortoquímico está presente: micrita si es un lodo carbonatado de apariencia terroso o esparita si es un cementante de apariencia cristalina.

Identifica los bioclastos

- k. observa la presencia de restos fósiles. ¿Puedes identificar fósiles invertebrados, restos vegetales o foraminíferos?

✓ *Ejemplo:* roca carbonatada con escasos aloquímicos del tipo bioclastos (fragmentos

de moluscos) con abundante micrita.

Clasificación de la roca

- l. utiliza las tres clasificaciones texturales estándar
- m. Folk (1959)
- n. Dunham (1962)
- o. Embry y Klovan (1971)
- p. apóyate en los diagramas incluidos en anexos

Características especiales

- q. toma nota de cualquier rasgo distintivo que pueda ayudar a caracterizar la muestra, como nódulos, laminaciones, color, recristalización, etc.

Interpretación del ambiente sedimentario

- r. Con base en las observaciones anteriores, utiliza la clasificación de microfacies de Wilson (1975) para determinar el probable ambiente de depósito (e.g., laguna restringida, plataforma interna, talud, etc.).

RESULTADOS ESPERADOS

Al aplicar correctamente la metodología de análisis macroscópico de rocas sedimentarias carbonatadas, el estudiante será capaz de obtener los siguientes resultados:

- Reconocimiento e identificación preliminar
- Descripción textural precisa
- Identificación de componentes aloquímicos y ortoquímicos
- Reconocimiento de fósiles (bioclastos)
- Clasificación petrográfica de la roca
- Registro de características especiales
- Interpretación paleoambiental
- Asignación del nombre de la roca

Finalmente, se espera que el alumno sea capaz de nombrar la roca de manera correcta utilizando los términos texturales, composicionales y ambientales, reflejando un análisis completo e integrado.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

A partir de la observación y descripción de las muestras analizadas, se identificaron rocas carbonatadas. El análisis macroscópico permitió reconocer la composición mineralógica, características texturales, fósiles y microfacies.

Estas observaciones fueron fundamentales para aplicar esquemas de clasificación adecuados, durante el análisis de rocas carbonatadas, el estudiante debe reflexionar sobre los siguientes aspectos clave:

1. Confirmar si la muestra es sedimentaria y carbonatada, y detectar señales de disolución (karstificación), ¿Presenta superficies irregulares? ¿Qué implica el grado de erosión por disolución? ¿Es igual en todos los ambientes sedimentarios?
2. Evaluar la efervescencia con ácido clorhídrico para distinguir entre caliza y dolomía. ¿Por qué en algunas rocas no efervece? significa que es una dolomía o no.
3. Determinar si la roca es grano-sostenida, matriz-sostenida o cementada, y qué indica esto sobre su historia de deposición. ¿Presenta fósiles? ¿De qué tipo? Y ¿Si no están presentes que implica?
4. Identificar aloquímicos (bioclastos, intraclastos, ooides, etc.) y ortoquímicos (micrita o esparita), describiendo su forma, tamaño y proporción. ¿Los bioclastos están fragmentados? ¿Cuándo podemos aplicar el concepto de clasificación textural? ¿Aplica para los fósiles?
5. Reconocer restos fósiles y su posible implicación paleoambiental o cronológica.
6. Aplicar las clasificaciones de Folk, Dunham y Embry & Klovan para definir el tipo de roca. ¿Cuáles son los pros y contras de cada una de las clasificaciones? ¿Cuál conviene utilizar?
7. Describir rasgos distintivos como nódulos, laminación o recristalización, y su posible significado geológico. ¿Qué implica que una caliza o dolomía presente nódulos de pedernal o laminaciones?
8. Interpretar el ambiente de formación utilizando las microfacies de Wilson (1975).
9. Integrar todos los datos para nombrar adecuadamente la roca e interpretar su origen y evolución, utilizando la ficha de clasificación para rocas carbonatadas.

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Durante esta práctica de laboratorio aprendiste a observar, describir y clasificar rocas carbonatadas como calizas y dolomías, relacionando lo que dice la teoría con lo que se puede ver en una muestra real. A través de pasos sencillos como observar la roca, aplicar ácido, identificar fósiles y usar esquemas de clasificación, pudiste entender cómo estas rocas se forman y qué información nos dan sobre el pasado geológico.

Este tipo de conocimientos son muy útiles en la vida profesional. Por ejemplo, en áreas como la exploración de petróleo, búsqueda de agua subterránea o estudios ambientales, los geólogos necesitan reconocer rocas carbonatadas para saber si un área puede tener recursos importantes. También ayudan a reconstruir cómo eran los ambientes antiguos, como mares poco profundos o lagunas, y entender cómo ha cambiado la Tierra con el tiempo.

Esta práctica demuestra que el análisis de rocas carbonatadas no es solo un ejercicio académico, sino una herramienta técnica valiosa que fortalece la formación y su desempeño en el ámbito laboral y científico.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

En caso de no contar con muestras físicas de rocas para realizar la práctica de laboratorio, esta deberá llevarse a cabo utilizando muestras virtuales proporcionadas por el facilitador o por el estudiante.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	<ul style="list-style-type: none"> • Reporte de Practica de Laboratorio
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	<ul style="list-style-type: none"> • https://www.ues.mx/archivos/alumnos/rubricas/Reportedepracticadelaboratorio.pdf
Formatos de reporte de prácticas	El formato de la ficha de clasificación de rocas sedimentarias clásticas será proporcionado por el facilitador o utilizar la ficha mostrada en Anexos.

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	No. 3.- Laboratorio de rocas sedimentarias silíceas y evaporíticas
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Identificar las características diagnósticas de las rocas sedimentarias silíceas y evaporíticas para clasificarlas correctamente, a partir del análisis macroscópico de muestras de mano, en un entorno de laboratorio geológico, colaborando de forma efectiva en equipo y comunicando sus observaciones de manera clara y responsable.

FUNDAMENTO TEÓRICO

Las **rocas sedimentarias silíceas** se caracterizan por su origen químico o bioquímico, así como por su alta compacidad y dureza, resultado de la presencia de sílice criptocristalina como principal componente. Al igual que los carbonatos, el sílice precipita a partir de soluciones acuosas. El color de estas rocas varía según las impurezas que contienen: por ejemplo, el pedernal (o sílex) suele presentar tonalidades negras o grises debido a la presencia de materia orgánica, mientras que el jaspe exhibe un color rojo característico por su contenido de óxidos de hierro (Alonso-Zarza, 2010).

Desde el punto de vista mineralógico y textural, estas rocas suelen presentarse en forma de capas o nódulos, con una dureza de 7 en la escala de Mohs, fractura concoidea, brillo vítreo y bordes filosos, atributos que las hacen fácilmente reconocibles en el campo. Los minerales principales que las componen son el cuarzo y el ópalo. El ópalo se distingue por sus texturas macizas, brechoides o globulares, mientras que el cuarzo, considerado el mineral más estable en condiciones superficiales, puede adoptar hábitos variables, llegando incluso a formar estructuras anulares (Tucker, 2011).

El origen del sílice en ambientes sedimentarios puede estar relacionado con la meteorización de silicatos transportados en forma de iones de silicio y depositados en cuencas, o bien biogénico, resultado de la acumulación de organismos marinos como diatomeas o radiolarios en ambientes marinos. Asimismo, el sílice puede formar nódulos en rocas carbonatadas, evaporíticas o lutitas, generalmente por procesos de reemplazamiento y cementación diagenética, donde se concentra y sustituye progresivamente a otros materiales presentes en el sedimento.

Las **rocas sedimentarias evaporíticas** constituyen un tipo de roca química formada por la precipitación de sales minerales —como haluros, cloruros, sulfatos y algunos carbonatos— a partir de la evaporación, formando soluciones salinas concentradas, conocidas como salmueras. Este proceso ocurre principalmente en ambientes áridos o desérticos, donde la evaporación intensa de cuerpos de agua cerrados incrementa progresivamente la concentración de sales disueltas, favoreciendo la precipitación secuencial de minerales según su solubilidad.

En una secuencia ideal de precipitación de agua de mar, los primeros minerales en depositarse son los carbonatos (por ejemplo, aragonito), seguidos por los sulfatos (como yeso o anhidrita) cuando se ha perdido aproximadamente un 80 % del volumen original de agua. Posteriormente precipita la halita (NaCl) con una pérdida del 90 %, y finalmente, al alcanzar una pérdida del 98.7 % de agua, se forman las sales más solubles como los sulfatos de potasio y magnesio (por ejemplo, epsomita) (Alonso-Zarza, 2010; Tucker, 2001).

Las evaporitas pueden formarse tanto en fases sindeposicionales (simultáneas a la sedimentación)

como en fases postdeposicionales (después de la deposición), dependiendo de la salinidad del medio, las condiciones climáticas y el tipo de cuenca sedimentaria en la que se desarrollan.

Desde el punto de vista geológico, las evaporitas poseen una alta relevancia económica e industrial. No solo constituyen importantes recursos minerales —como yeso y sal común—, sino que también controlan la acumulación de diversos metales. Las salmueras que se originan en las zonas de rifting pueden contener proporciones importantes de Pb, Zn, Cu, Ag, U-V, y desempeñan un papel fundamental en la formación y sellado de yacimientos de hidrocarburos. (Warren, 2016).

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

1. Muestras representativas de rocas silíceas y evaporíticas
2. Lupa con aumento de 10x a 20x
3. Navaja de acero inoxidable o rayador dureza 6 u 8
4. Regla rumbera
5. Ficha de clasificación de rocas silíceas y evaporíticas

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

Esta metodología debe aplicarse a cada muestra de mano proporcionada durante la práctica por el facilitador. Se recomienda el uso de lupa, regla, ficha de clasificación para rocas silíceas y evaporíticas. Esta guía está pensada para facilitar la identificación, descripción e interpretación de muestras de mano en un entorno educativo.

Observación general de la muestra de roca

- a. examina la muestra a simple vista o con lupa,
- b. ¿Es una roca sedimentaria? ¿Es silícea o evaporítica?

Descripción de propiedades físicas de rocas silíceas y evaporíticas

determina lo siguiente:

- c. color, ¿presenta impurezas?
- d. brillo
- e. fractura
- f. dureza, determínala con el kit de dureza de la escala de Mohs
- g. ¿Tiene un hábito característico?

- ✓ *Ejemplo:* Roca de color blanco transparente, brillo vitreo, presenta una estructura en capas, se raya con la uña, no efervesce al reaccionar con el HCl y desarrolla fractura irregular.

Características estructurales

- h. presenta capas, laminaciones, lentes, etc.
- i. ¿Forma granos o masas?
- j. ¿Presenta una asociación con otros minerales?

Identificación mineralógica

- k. determina los minerales principales (cuarzo, yeso, halita, etc.)

Ambiente de formación

- l. Infiere el ambiente de formación
- m. ¿Es marino profundo o lacustre?
- n. ¿Es desértico?

RESULTADOS ESPERADOS

A partir de la observación y descripción de las muestras analizadas, se identificaron rocas silíceas y evaporíticas. El análisis macroscópico permitió reconocer la composición mineralógica, características estructurales y ambientes de formación.

Estas observaciones fueron fundamentales para aplicar esquemas de clasificación adecuados, durante el análisis de rocas. Al concluir la práctica de laboratorio, se espera que los estudiantes:

- Identifiquen correctamente los principales tipos de rocas sedimentarias silíceas (como sílex, jaspe, radiolarita, diatomita) y evaporíticas (como yeso, halita, anhidrita), a partir de sus propiedades físicas, texturales y mineralógicas observadas en muestras de mano.
- Describan con precisión las características diagnósticas de cada tipo de roca.
- Reconozcan los minerales constituyentes más relevantes (cuarzo, ópalo, halita, yeso, anhidrita, epsomita, entre otros).
- Distingan entre procesos de origen químico y bioquímico (en rocas silíceas) y procesos de precipitación evaporítica secuencial (en rocas evaporíticas).
- Interpreten los ambientes sedimentarios de formación, considerando variables como la salinidad, pH, clima, profundidad y actividad biológica.
- Evalúen la importancia geológica y económica de estos tipos de rocas, identificando posibles usos industriales y su papel en la formación de yacimientos minerales o de hidrocarburos.
- Registren sus observaciones en formatos técnicos, incluyendo dibujos, tablas comparativas y análisis interpretativos que reflejen comprensión del método geológico.
- Desarrollen habilidades de observación, análisis crítico y comunicación científica, necesarias para su formación profesional en el campo de la geología o ciencias afines.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Durante la práctica, los estudiantes realizaron la descripción macroscópica de diversas rocas silíceas y evaporíticas. Para interpretar los datos obtenidos, es importante considerar las siguientes preguntas guía:

1. ¿Qué propiedades físicas (color, dureza, brillo, fractura) permiten diferenciar las rocas silíceas de las evaporíticas?
2. ¿Identificar cómo la dureza, el tipo de fractura o el brillo ayudan a distinguir, por ejemplo, entre sílex y yeso?
3. ¿Qué texturas y estructuras se observaron en las muestras? ¿A qué procesos de formación podrían estar asociadas?
4. Evaluar si la presencia de nódulos, capas o texturas masivas se relaciona con precipitación química, reemplazamiento o actividad biogénica.
5. ¿Qué minerales se identificaron y qué evidencias apoyan su presencia?
6. ¿Qué tipo de ambiente sedimentario se puede inferir a partir de la muestra?
7. ¿Se identificaron indicios de procesos diagenéticos? ¿Qué tipo de transformación pudo haber ocurrido?
8. ¿Qué evidencias sugieren una cementación, recristalización o reemplazamiento en las rocas observadas?
9. ¿Cómo se relacionan los datos obtenidos con el uso económico o geológico de estas rocas?
10. Reflexionar sobre la importancia de estas rocas como recursos minerales o formadoras de trampas petroleras.

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

El estudio de las rocas sedimentarias silíceas y evaporíticas permite comprender de forma integral los procesos químicos, bioquímicos y ambientales que intervienen en la formación de estas rocas, así como su importancia dentro del registro geológico. Las rocas silíceas, como el sílex o la radiolarita, son producto de la precipitación de sílice criptocristalina, ya sea por procesos inorgánicos o por la acumulación de restos biogénicos; en tanto que las evaporitas, como la halita o el yeso, se forman por la evaporación de salmueras en ambientes áridos.

Durante la práctica de laboratorio, la observación detallada de las propiedades físicas, mineralógicas y texturales de estas rocas permitió al estudiante desarrollar habilidades fundamentales para su identificación y clasificación, las cuales son esenciales en estudios de campo, exploración geológica y análisis de ambientes sedimentarios.

Además, se reconoció la importancia económica de estas rocas, al constituir recursos minerales estratégicos y desempeñar un papel relevante en la formación de trampas petroleras, la concentración de metales o la producción industrial de materiales como sal, yeso o sílice industrial.

En el ámbito profesional, el conocimiento de estas rocas es clave para múltiples disciplinas de las geociencias aplicadas, como la geología ambiental, la geoquímica, la estratigrafía o la geología del petróleo. Por tanto, la correcta descripción e interpretación de las rocas sedimentarias silíceas y evaporíticas no solo fortalece la base académica, sino que también fomenta la capacidad crítica, la observación precisa y la toma de decisiones geológicas fundamentadas.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

En caso de no contar con muestras físicas de rocas para realizar la práctica de laboratorio, esta deberá llevarse a cabo utilizando muestras virtuales proporcionadas por el facilitador o, en su defecto, por el propio estudiante.

Realizar ejercicios de clasificación de rocas silíceas y evaporíticas en la sección de Anexos.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	<ul style="list-style-type: none"> Reporte de Practica de Laboratorio
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	<ul style="list-style-type: none"> https://www.ues.mx/archivos/alumnos/rubricas/Reportedepracticadelaboratorio.pdf
Formatos de reporte de prácticas	El formato de la ficha de clasificación de rocas sedimentarias clásticas será proporcionado por el facilitador

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	No. 4.- Laboratorio de rocas sedimentarias carbonosas
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Identificar las rocas sedimentarias carbonosas abordando a través del pensamiento estratégico su descripción macroscópica, con base en los esquemas de clasificación para comprender los procesos sedimentarios y su relación en la formación de yacimientos minerales.

FUNDAMENTO TEÓRICO

Las rocas sedimentarias carbonosas son de gran interés geológico y económico debido a su elevado contenido de materia orgánica y su potencial energético. Se clasifican principalmente con base en su constituyente orgánico predominante y su poder calorífico. Entre los tipos más representativos de rocas ricas en materia orgánica se encuentran el carbón, los hidrocarburos (como el petróleo), asfaltos, bitúmenes y lutitas bituminosas. Sin embargo, para efectos de esta práctica, el enfoque se centra en el estudio del carbón mineral, una roca sedimentaria formada por la acumulación y transformación de grandes volúmenes de materia vegetal (humus) en ambientes anóxicos, generalmente pantanosos.

La formación del carbón implica procesos complejos, donde la materia orgánica vegetal, una vez depositada y enterrada por sedimentos en condiciones de bajo oxígeno, sufre compactación, descomposición parcial y pérdida progresiva de agua y otros elementos volátiles, dando lugar a una concentración creciente de carbono. Los constituyentes de una roca carbonosa incluyen principalmente carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O), nitrógeno (N), azufre (S) y fósforo (P), sedimentos y elementos que se concentran durante la transformación del carbón.

El proceso de formación del carbón comienza con la acumulación de restos vegetales en ambientes húmedos como turberas y pantanos, donde la materia orgánica queda protegida de la oxidación. A medida que se produce el enterramiento, se incrementan la presión y la temperatura, lo que induce una serie de transformaciones físicas y químicas conocidas como carbonificación.

Los principales tipos de carbón húmico, ordenados según su grado de carbonificación, son:

- **Turba:** Es el estado inicial del carbón. Contiene materia vegetal reconocible, es de color marrón claro, poco compacta, con bajo poder calorífico y genera mucho humo al quemarse.
- **Lignito:** Resulta de una mayor compactación. Presenta un color marrón oscuro, mayor cohesión, y un poder calorífico moderado.
- **Hulla:** Es un carbón negro, con brillo mate, textura más densa, mancha al tacto y tiene un alto contenido energético. Es ampliamente utilizado en la industria para la generación de electricidad.
- **Antracita:** Es el carbón de mayor calidad. Su color es negro brillante, con textura compacta, no mancha los dedos y presenta el más alto poder calorífico. Algunos autores la consideran una roca de origen metamórfico (Tucker, 2011).

Los yacimientos de carbón suelen encontrarse en forma de mantos o estratos sedimentarios, depositados en cuencas continentales o marinas. Estos mantos pueden alcanzar extensiones significativas y espesores variables. En México, los depósitos más importantes se localizan en la subcuenca de Sabinas, en el estado de Coahuila, mientras que en Sonora se presentan en la región de San Antonio de la Huerta – San Javier, dentro del Grupo Barranca. Sin embargo, los mantos de esta última región son discontinuos debido a la intensa actividad tectónica que ha plegado y desplazado las capas de carbón (Servicio Geológico Mexicano, 2021).

El conocimiento de las características texturales, mineralógicas y estructurales del carbón es fundamental tanto para su identificación en campo como para evaluar su calidad y aplicaciones industriales. Esta práctica busca precisamente fortalecer esas competencias a través del análisis de muestras representativas en laboratorio.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

1. Muestras representativas de rocas carbonosas
2. Ficha de descripción de rocas carbonosas
3. Lupa (10 x)
4. Microscopio estereoscópico
5. Navaja acero inoxidable o rayador dureza 6 u 8
6. Regla rumbera
7. Porcelana u hoja de papel para la raya
8. Guantes de látex o cubre bocas es opcional

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

La siguiente metodología está diseñada para guiar al estudiante en la identificación e interpretación de las características macroscópicas de las rocas carbonosas y debe aplicarse a cada muestra de mano proporcionada durante la práctica por el facilitador. Se recomienda el uso de lupa, regla, ficha de clasificación para rocas carbonosas.

Observación general de la muestra de roca

- a. Examina la muestra a simple vista o con lupa, ¿es una roca carbonosa?
 - b. Describe su color, brillo, dureza.
 - c. Anota si la muestra mancha los dedos al manipularla.
- ✓ *Ejemplo:* Roca de color negro brillante, fractura irregular a concoidea, superficie lisa, compacta, suave al tacto y no mancha los dedos.

Análisis de textura y estructura

Con la ayuda de la lupa e identifica:

- d. Presencia o ausencia de fragmentos de vegetales reconocibles
- e. Grado de compactación y laminación o fisibilidad de la muestra
- f. Posibles fracturas o porosidad

Prueba de dureza y cohesión

- g. Comprueba la dureza de la muestra
- h. Describe el brillo: graso, metálico, mate o vítreo

Clasificación de la muestra

- i. Compara las características observadas con los criterios de identificación:
- j. Turba: color marrón, textura vegetal, poco compacta.
- k. Lignito: marrón oscuro, más compacto.
- l. Hulla: color negro, brillo mate, compacta y mancha lo dedos.
- m. Antracita: color negro brillante, muy compacta, no mancha los dedos.

Interpretación del ambiente sedimentario (opcional, si aplica)

- n. Con base en la textura, composición, grado de carbonificación y potencial energético, sugiere un ambiente probable: Fluvial, deltaico, pantano, marino, etc.

RESULTADOS ESPERADOS

A partir de la observación y descripción de las muestras analizadas, se identificaron rocas carbonosas. Al finalizar la práctica de laboratorio, se espera que el estudiante:

- Identifique correctamente los distintos tipos de rocas carbonosas
- Describa detalladamente las propiedades físicas de cada muestra
- Clasifique las muestras de carbón según su grado de carbonificación y su potencial energético
- Relacione las características de las muestras con el ambiente de formación
- Desarrolle habilidades para el trabajo sistemático y la observación científica, registrando sus datos de forma ordenada y confiable
- Integre los conocimientos teóricos con la evidencia práctica

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Durante la práctica, el alumno debió realizar observaciones detalladas de distintas muestras de carbón (turba, lignito, hulla, antracita), anotando características físicas y reconociendo su grado de transformación. Para guiar la interpretación de los datos obtenidos, se sugieren las siguientes preguntas:

1. ¿Qué diferencias observaste entre las muestras en cuanto a color, brillo y textura?
2. ¿Cómo se relacionan estas características con el grado de carbonificación?
3. ¿Cuál de las muestras presenta mayor poder calorífico estimado según su apariencia?
4. ¿Por qué crees que se considera más eficiente energéticamente?
5. ¿Se pudieron reconocer restos vegetales en alguna de las muestras?
6. ¿Qué tipo de ambiente deposicional puede deducirse a partir de esta observación?
7. ¿Qué muestra presentó mayor compactación y dureza al tacto?
8. ¿Qué proceso geológico favoreció estas propiedades?
9. ¿Qué diferencias identificaste en la raya (mancha en la placa cerámica) entre las muestras?

10. ¿Cómo contribuye esta propiedad a su clasificación?
11. ¿A qué grupo pertenece cada muestra con base en la clasificación húmica?
12. ¿Cuál es el criterio más útil para esta clasificación?
13. ¿Cómo se relacionan las características observadas en las muestras con su potencial como recurso energético?
14. ¿Qué factores ambientales crees que influyen más en la formación de los diferentes tipos de carbón?
15. Considera aspectos como el clima, el oxígeno y la tasa de sedimentación.
16. Este análisis permite vincular los resultados prácticos con el conocimiento teórico, favoreciendo una comprensión integral del proceso de formación y clasificación de las rocas carbonosas.

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

La práctica de laboratorio sobre rocas carbonosas permitió a los estudiantes identificar y describir de manera macroscópica los distintos tipos de rocas formadas principalmente por materia orgánica, como la turba, lignito, hulla y antracita. A través este análisis, se reconocieron características clave como el color, brillo, dureza, textura, y contenido de carbono, fundamentales para su clasificación.

Desde el enfoque teórico, se comprendió que las rocas carbonosas se originan a partir de la acumulación y transformación de restos vegetales en ambientes anóxicos, proceso que culmina en la formación de carbón. Este conocimiento es esencial para interpretar las condiciones paleogeográficas y paleoambientales en las que se formaron estos depósitos, lo cual tiene un alto valor científico en la reconstrucción del pasado geológico.

En el campo profesional, el conocimiento adquirido tiene aplicaciones directas en áreas como la geología económica, ingeniería minera, geotecnia y exploración energética. Los geólogos, y especialistas en recursos naturales emplean estas habilidades para localizar y evaluar yacimientos carboníferos, estimar su calidad y potencial energético, y planificar su explotación sostenible. Asimismo, el análisis de rocas carbonosas es clave para estudios ambientales relacionados con emisiones de gases y cambio climático, dada la importancia del carbón como fuente de energía fósil.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

En caso de no contar con muestras físicas de rocas para realizar la práctica de laboratorio, esta deberá llevarse a cabo utilizando muestras virtuales proporcionadas por el facilitador o por el propio estudiante.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	<ul style="list-style-type: none"> • Reporte de Practica de Laboratorio
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	<ul style="list-style-type: none"> • https://www.ues.mx/archivos/alumnos/rubricas/Reportedepracticadelaboratorio.pdf
Formatos de reporte de prácticas	El formato de la ficha de clasificación de rocas sedimentarias clásticas será proporcionado por el facilitador

NOMBRE DE LA PRÁCTICA	No. 5.- Laboratorio de rocas metamórficas: fuertemente foliadas, débilmente foliadas y No foliadas
COMPETENCIA DE LA PRÁCTICA	Identificar las rocas sedimentarias silíceas y evaporíticas abordando a través del pensamiento estratégico su descripción macroscópica, con base en los esquemas de clasificación para comprender los procesos sedimentarios y su relación en la formación de yacimientos minerales.

FUNDAMENTO TEÓRICO

Las rocas metamórficas se originan a partir de la transformación mineralógica y textural de rocas preexistentes, ya sean ígneas, sedimentarias o metamórficas bajo condiciones de presión y temperatura distintas a aquellas en las que se formaron hasta alcanzar una nueva estabilidad termodinámica.

Uno de los aspectos aún discutidos en petrología es establecer el límite entre los procesos de diagénesis avanzada y el inicio del metamorfismo. Sin embargo, se acepta que el metamorfismo comienza cuando la temperatura y presión superan los umbrales de estabilidad de los minerales sedimentarios comunes, lo que favorece la recrystalización y la aparición de nuevas fases minerales (Yardley, 1989).

Tipos de metamorfismo y contextos geológicos

Existen diversos tipos de metamorfismo, determinados por el entorno geológico en el que ocurren:

- *Metamorfismo regional*: relacionado con zonas de colisión tectónica o subducción, donde grandes volúmenes de roca son afectados por presiones y temperaturas elevadas durante eventos orogénicos. Aquí se desarrollan estructuras foliadas como esquistosidad y bandeo gneisico.
- *Metamorfismo de contacto*: se produce por el aumento de temperatura debido a la intrusión de un cuerpo ígneo, afectando localmente las rocas encajonantes y forma una aureola de contacto. Predominan las rocas no foliadas como el mármol, hornfels y cuarcita.
- *Metamorfismo dinámico*: ocurre en zonas de cizalla, donde la deformación mecánica y la presión dirigida generan rocas como las milonitas.

Otros tipos incluyen el metamorfismo de enterramiento, de impacto e hidrotermal, cada uno con implicaciones específicas según el entorno geodinámico (Bucher & Grapes, 2011).

Clasificación de rocas metamórficas

La clasificación de las rocas metamórficas se basa principalmente en su composición mineralógica y su textura. Uno de los rasgos distintivos es la foliación, una orientación planar de minerales, desarrollada bajo esfuerzos dirigidos:

- a. **Rocas foliadas**: presentan alineación preferencial de minerales laminares o aciculares (como micas o anfíboles). Se clasifican según el grado de metamorfismo en:
 - ✓ Pizarras: roca ligeramente foliada (pizarrosa o fisible), bajo metamorfismo.
 - ✓ Filitas: roca foliada de aspecto brillante, con micas visibles.
 - ✓ Esquistos: roca altamente foliada con textura esquistosa, con minerales claramente visibles.

- ✓ **Gneises:** roca bandeada (colores blanco y negro) de alto grado metamórfico.
- ✓ **Milonitas:** roca fuertemente foliada, (estado plástico) resultado de deformación intensa en zonas de cizalla.

- b. **Rocas no foliadas:** carecen de alineación mineral y se forman donde el esfuerzo es mínimo o en rocas compuestas por minerales equidimensionales. Ejemplos típicos incluyen:
 - ✓ **Mármol:** roca producto del metamorfismo de calizas, compuesto principalmente por grandes cristales de calcita.
 - ✓ **Cuarcita:** roca formada a partir de areniscas ricas en cuarzo.
 - ✓ **Hornfels:** rocas de grano fino, típicas del metamorfismo de contacto.

Facies metamórficas y asociaciones minerales

Las facies metamórficas representan paragénesis minerales que se forman bajo rangos específicos de temperatura y presión, siendo útiles para interpretar las condiciones metamórficas de una región. Algunas facies comunes incluyen: zeolita, esquisto verde, anfibolita y granulita, cada una asociada a determinadas asociaciones minerales como clorita, actinolita, granate o sillimanita (García-Casco, 2003).

Interés geológico-económico

El estudio de las rocas metamórficas tiene un gran valor en la exploración geológica, ya que muchas formaciones están asociadas con yacimientos minerales de interés económico. Por ejemplo, zonas de metamorfismo regional pueden alojar depósitos de oro, cobre y sulfuros masivos, mientras que en ambientes de contacto es frecuente encontrar skarns con mineralizaciones metálicas importantes (Evans, 2003). Además, las características físicas y mecánicas de estas rocas las hacen relevantes para la ingeniería geotécnica y la explotación de recursos como el mármol y la cuarcita ornamental.

MATERIALES, EQUIPAMIENTO Y/O REACTIVOS

1. Muestras representativas de rocas metamórficas
2. Ficha de descripción de rocas metamórficas
3. Lupa (10 x)
4. Microscopio estereoscópico
5. Navaja acero inoxidable o rayador dureza 6 u 8
6. Regla rumbera

PROCEDIMIENTO O METODOLOGÍA

La Subcomisión para la Sistemática de las Rocas Metamórficas (SCMR) del IUGS propone una clasificación basada en criterios observables de campo y laboratorio, priorizando la textura, mineralogía, grado metamórfico y procesos de formación.

A continuación, se describen los pasos fundamentales para la descripción e identificación de rocas metamórficas:

Observación macroscópica de la muestra

a. Reconocer textura:

- Determinar si la roca presenta foliación (alineación planar de minerales) o si es masiva o no foliada.
- Evaluar la textura de los granos minerales (granoblástica, lepidoblástica, nematoblástica, porfidoblástica, etc.).

Evaluar grado de metamorfismo:

- b. Estimar visualmente si se trata de un grado bajo, medio o alto, en función de la mineralogía, tamaño de grano y el desarrollo de la foliación.
- c. Identificar estructuras típicas: bandeado, esquistosidad, clivaje, etc.
- d. Identificación mineralógica:
- Determinar los minerales esenciales (aquellos que definen el tipo de roca) y accesorios.
 - Clasificar según la mineralogía dominante: Ej.: cuarzo, feldespato, micas, granate, estauroлита, sillimanita, anfíboles, piroxenos, calcita, etc.
 - Usar lupa o microscopio petrográfico para confirmar fases minerales.

Determinar tipo de foliación (si existe)

- e. Clasificar la foliación según su desarrollo:
- Débilmente foliadas (pizarras y filitas)
 - Fuertemente foliadas-bandeadas (esquistos y gneises, milonitas)
 - En rocas no foliadas, describir su textura (Ej.: mosaico de cristales, textura granoblástica).

Asignar nombre de roca (según la nomenclatura SCMR-IUGS)

- f. Si es roca foliada, usar términos como:
- Pizarra, filita, esquisto, gneis, milonita (según textura, mineralogía y grado de deformación).
- g. Si es no foliada, utilizar nombres basados en mineral dominante y roca protolito:
- Mármol (protolito caliza), cuarcita (protolito arenisca cuarzosa), anfíbolita (protolito basáltico), hornfels (por metamorfismo térmico).

Para rocas con minerales diagnósticos:

- h. Agregar prefijos como: granatífera, sillimanítica, cianítica, biotítica, etc.
- Ejemplo: Esquisto granatífero de mica o gneis biotítico.
- i. Considerar el protolito (si se puede inferir): evaluar si se puede determinar el tipo de roca original antes del metamorfismo (ígnea, sedimentaria, metamórfica previa).
- j. En caso de desconocimiento, hay que indicar que es de protolito indeterminado.

Relacionar con el contexto tectónico y tipo de metamorfismo

- k. Según la textura, mineralogía y grado, estimar el ambiente tectónico:
- Metamorfismo regional (colisiones, subducción),
 - Metamorfismo de contacto (intrusiones ígneas),
 - Metamorfismo dinámico (zonas de falla),
 - Metamorfismo de impacto, etc.

- l. Cuando sea necesario, se puede complementar el nombre de la roca con la facies

metamórfica estimada (Ej.: anfibolita de facies esquistos verde).

RESULTADOS ESPERADOS

Al finalizar la práctica de laboratorio enfocada en la descripción macroscópica de rocas metamórficas, se espera que el estudiante logre:

- Reconocer visualmente el grado de foliación de las muestras analizadas.
- Describir correctamente las texturas metamórficas presentes en cada muestra.
- Identificar los minerales principales y accesorios mediante observación macroscópica y/o uso de lupa de mano, relacionándolos con el tipo de metamorfismo (regional, de contacto, dinámico).
- Clasificar cada muestra de acuerdo con los criterios propuestos por el IUGS–SCMR.
- Inferir el protolito (roca original) en aquellas muestras donde sea posible, con base en la composición mineral y características texturales.
- Relacionar el tipo de roca metamórfica con su ambiente geológico de formación.
- Valorar el potencial geológico-económico de algunas de las rocas metamórficas descritas, considerando su uso industrial.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Una vez descritas las muestras de rocas metamórficas, el estudiante debe reflexionar y analizar sus observaciones con base en lo siguiente:

1. ¿Qué características texturales permitieron clasificar cada muestra como foliada o no foliada?
2. ¿Qué minerales fueron reconocidos en cada muestra y cómo influyen en su clasificación?
3. ¿Qué mineral predomina en cada muestra y qué sugiere sobre las condiciones de metamorfismo?
4. ¿Qué tipo de metamorfismo (regional, de contacto, dinámico) puede inferirse según las características observadas?
5. ¿Pudiste inferir el protolito de alguna de las muestras? ¿Qué criterios usaste?
6. ¿Fue evidente el cambio metamórfico o resultó difícil identificar el origen?
7. ¿Existe alguna relación entre el grado metamórfico y el tipo de textura o mineral presente en la roca?
8. ¿Qué rocas representan bajo, medio o alto grado metamórfico?
9. ¿Qué importancia geológica o económica tienen las rocas estudiadas?
10. ¿Hubo dificultad para identificar las facies metamórficas? ¿Por qué?

CONCLUSIONES Y REFLEXIONES

Mediante la observación y descripción de muestras de rocas metamórficas en el laboratorio y posteriormente en las prácticas de campo, los estudiantes fortalecieron sus conocimientos teóricos sobre los procesos geodinámicos que transforman rocas preexistentes bajo condiciones variables

de presión, temperatura y circulación de fluidos. Estas transformaciones se evidencian en la textura y mineralogía característica de las rocas foliadas y no foliadas., permitiendo distinguir los distintos tipos de foliación, identificar minerales metamórficos clave y relacionarlos con el grado metamórfico y el ambiente tectónico en que se formaron. Esta habilidad resulta esencial para la interpretación de modelos geológicos durante trabajos de campo.

El estudio de las rocas metamórficas tiene una aplicación directa en la exploración geológica, ya que muchas de estas rocas funcionan como hospedantes o indicadores de estructuras mineralizadas que pueden contener minerales metálicos valiosos, así como, un alto valor industrial y ornamental.

Asimismo, la identificación del tipo de metamorfismo y su asociación con el contexto geológico permite al profesional en geociencias reconstruir la historia tectónica de una región, reconocer zonas de falla, antiguas zonas de subducción o cuerpos ígneos intrusivos, aspectos fundamentales en estudios de cartografía geológica, geotecnia y minería.

Esta práctica contribuye al desarrollo de competencias clave del perfil profesional, como la capacidad de reconocer unidades geológicas, interpretar ambientes de formación, evaluar el potencial económico de un área y aplicar técnicas de exploración directa con fundamento técnico y pensamiento estratégico.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

En caso de no contar con muestras físicas de rocas para realizar la práctica de laboratorio, esta deberá llevarse a cabo utilizando muestras virtuales proporcionadas por el facilitador o, en su defecto, por el propio estudiante.

EVALUACIÓN Y EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE

Criterios de evaluación	Reporte de Practica de Laboratorio
Rúbricas o listas de cotejo para valorar desempeño	https://www.ues.mx/archivos/alumnos/rubricas/Reportedepracticadelab/oratorio.pdf
Formatos de reporte de prácticas	El formato de la ficha de clasificación de rocas sedimentarias clásticas será proporcionado por el facilitador

FUENTES DE INFORMACIÓN

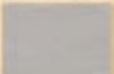
1. Alonso-Zarza, A.M. (2010). Reduca (geología). Serie petrología sedimentaria. Universidad Complutense de Madrid.
2. Alonso-Zarza, A. M. (2010). Sedimentología: Procesos, ambientes y técnicas. Madrid: UNED.
3. Blatt, H., Middleton, G., & Murray, R. (1980). Origin of sedimentary rocks. Prentice Hall.
4. Boggs, S. (2006). Principles of sedimentology and stratigraphy (4th ed.). Pearson Education.
5. Boggs, S., Jr. (2009). Petrology of sedimentary rocks. Cambridge University Press.
6. Bucher, K., & Grapes, R. (2011). Petrogenesis of Metamorphic Rocks (8th ed.). Springer.
7. García-Casco, A. (2003). Metamorfismo: conceptos y clasificaciones. Universidad de Granada..
8. Dott, R. H. (1964). Wacke, graywacke and matrix what approach to immature sandstone classification. Journal of Sedimentary Petrology.
9. Dunham, R. J. (1962). Classification of carbonate rocks according to depositional texture. En W. E. Ham (Ed.), Classification of carbonate rocks (Vol. 1, pp. 108–121). American Association of Petroleum Geologists.
10. Embry, A. F., & Klovan, J. E. (1971). A Late Devonian reef tract on northeastern Banks Island, Northwest Territories. Bulletin of Canadian Petroleum Geology.
11. Evans, A. M. (2003). Ore Geology and Industrial Minerals: An Introduction (3rd ed.). Blackwell Publishing.
12. Flores, R. M. (2014). Coal and coalbed gas: Fueling the future. Elsevier.
13. Folk, R. L. (1951). Stages of textural maturity. Journal of Sedimentary Petrology.
14. Folk, R. L. (1959). Practical petrographic classification of limestones. American Association of Petroleum Geologists Bulletin
15. Folk, R. L. (1980). Petrology of sedimentary rocks. Hemphill Publishing.
16. Flügel, E. (2004). Microfacies of Carbonate Rocks: Analysis, Interpretation and Application. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
17. IUGS Subcommission on the Systematics of Metamorphic Rocks (SCMR). (2007). Recommendations by the IUGS Subcommission on the Systematics of Metamorphic Rocks: A Classification of Metamorphic Rocks.
18. Hernández, T. U. Z. (2017). Manual de prácticas de laboratorio de Petrología Sedimentaria [Material didáctico]. Universidad Nacional Autónoma de México.
19. Mattern, F. (2022). A Compiled synoptic table of the standard microfacie sand facies zone system of Flügel (2010): A practical tool. Sultan Qaboos University Journal for Science.
20. Nichols, G. (2009). Sedimentology and stratigraphy (2nd ed.). Wiley-Blackwell.
21. Ortí, F. (2010). Evaporitas: Introducción a la sedimentología evaporítica. En: A Arche (Coord). Sedimentología.
22. Passchier, C. W. y Trouw, R. A. J. (1996). Microtectonics. Springer-Verlag. Berlin. https://www.researchgate.net/publication/270103612_Microtectonics
23. Pettijohn, F. J. (1975). Sedimentary rocks (3rd ed.). Harper & Row.
24. Prothero, D. R., & Schwab, F. (2013). Sedimentary geology: An introduction to sedimentary rocks and stratigraphy (3rd ed.). W. H. Freeman.
25. Servicio Geológico Mexicano. (2021). Recursos minerales de México. <https://www.sgm.gob.mx>
26. Tarbuck, E. J. y Lutgens, F. K. (2005). Ciencias de la Tierra. Pearson Prentice Hall. 8va Ed.
27. Tucker, M. E. (2001). Sedimentary petrology: An introduction to the origin of sedimentary rocks (3rd ed.). Blackwell Science.
28. Tucker, M. E., Wright, V. P y Dickson, J.A.D. (1990). Carbonate sedimentology
29. Tucker, M. E. (2009). Sedimentary petrology: An introduction to the origin of sedimentary rocks

- (2nd ed.). John Wiley & Sons.
30. Tucker, M. E. (2011). *Sedimentary Rocks in the Field* (4th ed.). Wiley-Blackwell.
 31. Villanueva-Olea, R., Barragán, R., Palafox-Reyes, J. J., Jiménez-López, J. C., & Buitrón-Sánchez, B. E. (2019). Microfacies and stable isotope analyses from the Carboniferous of the La Joya section in Sierra Agua Verde, Sonora, México. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*.
 32. Yardley, B. W. D. (1989). *An Introduction to Metamorphic Petrology*. Longman Earth Science Series.
 33. Warren, J. K. (2016). *Evaporites: A Geological Compendium* (2nd ed.). Springer.
 34. Winter, J. D. (2010). *Principles of Igneous and Metamorphic Petrology* (2nd ed.). Pearson Education



ANEXOS

Elemento de Competencia I

Rocas sedimentarias detríticas			
Textura clástica Tamaño del clasto		Nombre del sedimento	Nombre de la roca
Grueso (más de 2 mm)		Grava (clastos redondeados)	Conglomerado
		Grava (clastos angulosos)	Brecha
Medio (de 1/16 a 2 mm)		Arena (Si el feldespato es abundante la roca se denomina arcosa)	Arenisca
		Limo	Limolita
Muy fino (menos de 1/256 mm)		Arcilla	Lutita

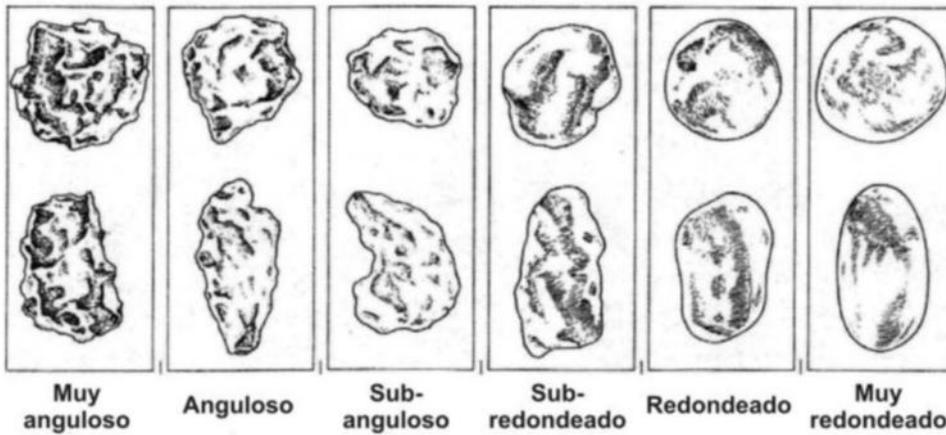
Rocas sedimentarias químicas		
Composición	Textura	Nombre de la roca
Calcita, CaCO_3	No clástica: cristalino de fino a grueso	Caliza cristalina Travertino
	Clástica: caparzones y fragmentos de caparazón visibles, cementados débilmente	Coquina
	Clástica: caparzones y fragmentos de caparazón de diversos tamaños cementados con cemento de calcita	Caliza fosilífera
	Clástica: caparzones y arcilla microscópicos	Creta
Cuarzo, SiO_2	No clástica: cristalino muy fino	Rocas silíceas (silex) (color claro) Pedernal (color oscuro)
Yeso, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	No clástica: cristalino de fino a grueso	Yeso
Halita, NaCl	No clástica: cristalino de fino a grueso	Salgema
Fragmentos vegetales alterados	No clástica: materia orgánica de grano fino	Hulla

biocalizmica

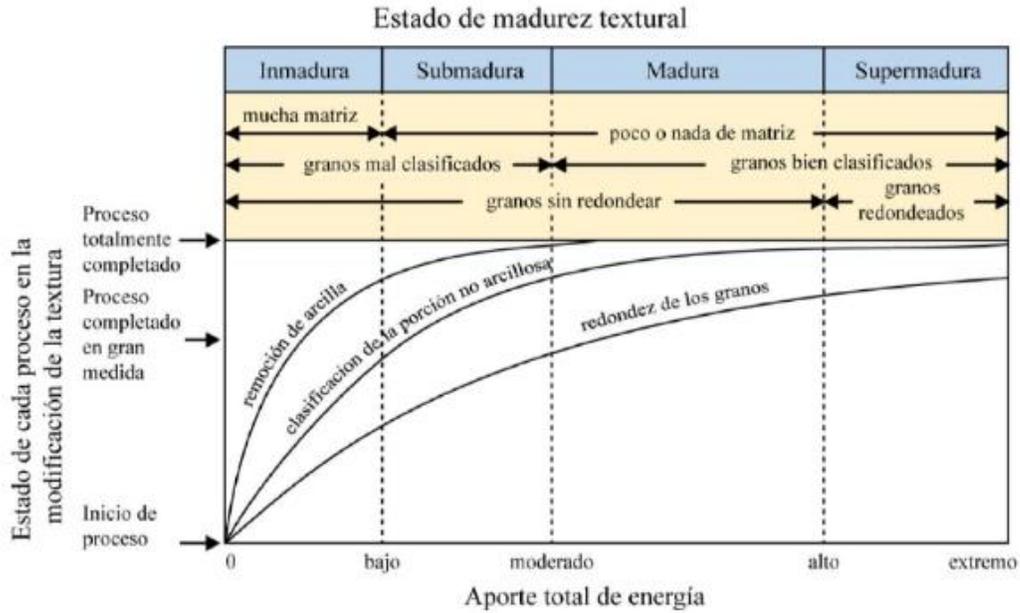
Tipos de rocas sedimentarias. Tarbuck, E. J. y Lutgens, F. K. (2005)

Milímetros (mm)	Escala Phi (ϕ) Krumbein	Clases de tamaño de Wentworth	
4096	-12	Bloque	Gravas
256	-8	Canto	
64	-6	Guijarro	
4	-2	Gránulo	
2	-1	Arena muy gruesa	
1	0	Arena gruesa	Arenas
1/2	1	Arena media	
1/4	2	Arena fina	
1/8	3	Arena muy fina	
1/16	4	Limo grueso	
1/32	5	Limo medio	Limos
1/64	6	Limo fino	
1/128	7	Limo muy fino	
1/256	8	Arcilla	
0.00006	14		Arcillas

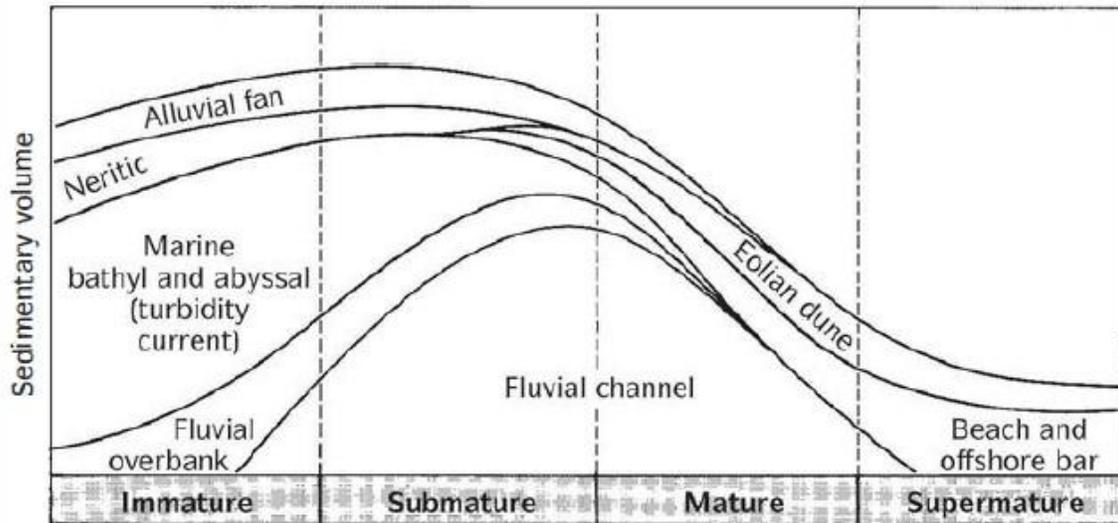
Clasificación partículas clásticas según los tamaños de granos de Wentworth (1922) en Hernández, T.U.Z. 2017



Escala de comparación visual de forma-redondez de Powers (1953).



Madurez textural Folk, 1951 en Hernández, T.U.Z. (2017)



Madurez textural de areniscas y su ambiente de depósito, Folk (1951).

GENETIC CLASSIFICATION	Depositional structures		Erosional structures		Deformation structures						Biogenic structures		
	Suspension-settling and current- and wave-formed structures	Wind-formed structures	Chemically and biochemically precipitated structures	Scour marks	Tool marks	Slump structures	Load and founder structures	Injection (fluidization) structures	Fluid-escape structures	Desiccation structures	Impact structures (rail, hail, spray)	Disturbance structures	Biostratification structures
MORPHOLOGICAL CLASSIFICATION													
STRATIFICATION AND BEDFORMS													
Bedding and lamination													
Laminated bedding	X	X	X										
Graded bedding	X												
Massive (structureless) bedding	X										X		
Bedforms													
Ripples	X	X											
Sand waves	X												
Dunes	X	X											
Antidunes	X												

GENETIC CLASSIFICATION	Depositional structures		Erosional structures		Deformation structures						Biogenic structures		
	Suspension-settling and current- and wave-formed structures	Wind-formed structures	Chemically and biochemically precipitated structures	Scour marks	Tool marks	Slump structures	Load and founder structures	Injection (fluidization) structures	Fluid-escape structures	Desiccation structures	Impact structures (rail, hail, spray)	Disturbance structures	Biostratification structures
MORPHOLOGICAL CLASSIFICATION													
Cross-lamination													
Cross-bedding	X	X	X										
Ripple cross-lamination	X	X	X										
Flaser and lenticular bedding	X												
Hammocky cross-bedding	X												
Irregular stratification													
Convolute bedding and lamination									X				
Flame structures									X				
Ball and pillow structures									X				
Synsedimentary folds and faults									X				
Dish and pillar* structures											X		
Channels									X				
Scour-and-fill structures									X				
Mottled bedding													X
Stromatolites													

Clasificación de estructuras sedimentarias comunes, Boggs (2006).

Depósito primario	Subambiente
Continental	*Abanico aluvial *Corriente trenzada *Corriente meandriforme
Transición	*Planicie del delta *Frente del delta *Prodelta
Marino	Plataforma continental **Arrecife orgánico Talud continental Mar profundo
*Depósito predominantemente siliciclástico **Depósito predominantemente carbonatado Ambientes no marcados con un asterisco(s) pueden ser sitios de depósito siliciclástico, carbonatado, evaporítico o mixto dependiendo de las condiciones geológicas.	

Ambientes sedimentarios, Hernández. T.U.Z. (2017)

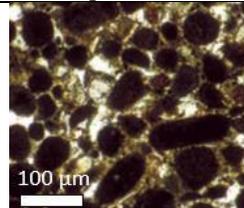
Petrología II		Ing. Geociencias	
Nombre estudiante: _____			
Grupo: _____			
Clasificación de rocas sedimentarias CLÁSTICAS			
Clave de la muestra: _____			
Nombre de la roca según el diagrama utilizado: _____			
Constituyentes:		Dibujo o Imagen	
% Cuarzo _____ % Feldespatos _____ % Líticos _____ %Cementante _____ %Matriz _____			
Párametros texturales			
Tamaño: _____			
Forma: _____			
Fábrica: _____			
Clasificación: _____			
Madurez textural: _____			
Textura: _____			
Estructura Sedimentaria: _____			
Fósiles: _____			
Ambiente sedimentario: _____			
Observaciones:			

Ficha de clasificación para rocas sedimentarias clásticas

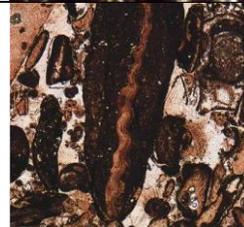
Ejemplos de

Aloquímicos

Peloide



Intraclasto



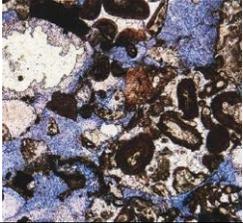
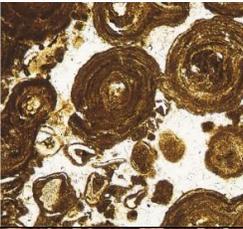
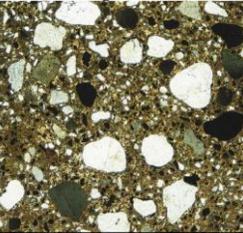
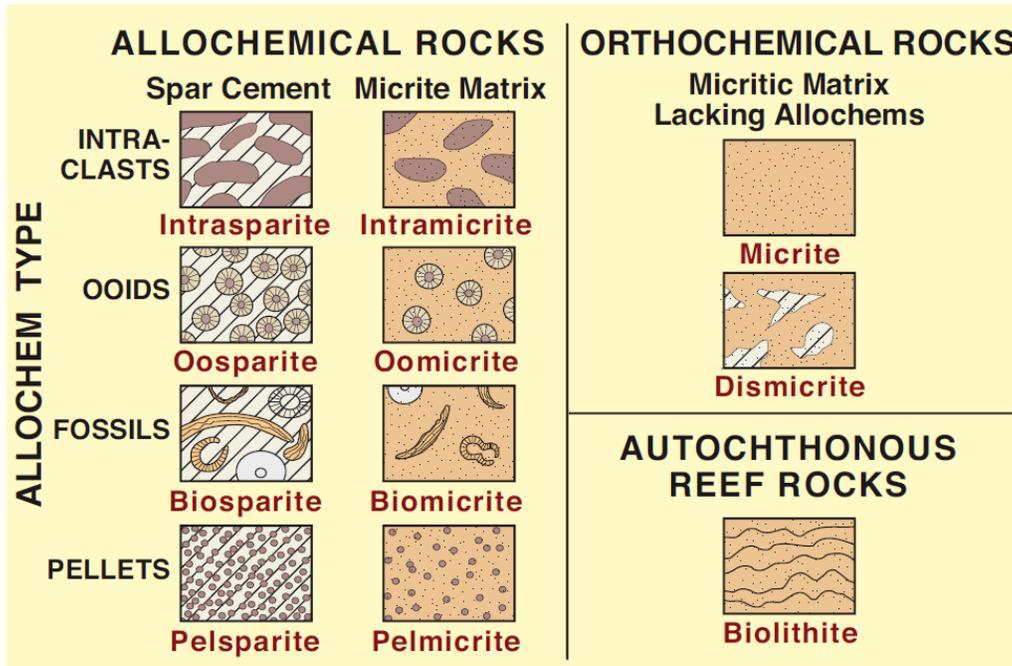
<p>Extraclasto</p>	
<p>Oolito</p>	
<p>Oncolito</p>	
<p>Bioclasto</p>	
<p>Ejemplos de Micrita</p>	<p>Ortoquímico</p> 
<p>Esparita</p>	

Tabla de Aloquímicos y Ortoquímicos de rocas carbonatadas



Clasificación Textural de rocas carbonatadas según Folk (1959). Imagen tomada de la red



Clasificación Textural de rocas carbonatadas según Dunham (1962). Imagen tomada de la red

Allochthonous limestone original components not organically bound during deposition				Autochthonous limestone original components organically bound during deposition						
Less than 10% >2 mm components				Original components not bound organically at deposition		Original components bound organically at deposition				
				>10% grains >2mm		Matrix supported	Supported by >2mm component	By organisms that act as baffles	By organisms that encrust and bind	By organisms that build a rigid framework
Contains lime mud (<0.02 mm)		No lime mud	Floatstone	Rudstone	Bafflestone					
Mud supported						Grain supported				
Less than 10% grains (>0.02 mm to <2 mm)	Greater than 10% grains									

Clasificación Textural de rocas carbonatadas según Embry y Klovan (1971). Imagen tomada de la red ligeramente modificada.

BASIN	OPEN SEA SHELF	DEEP SHELF MARGIN	FORESLOPE	ORGANIC BUILD UP	WINNED EDGE SANDS	SHELF LAGOON OPEN CIRCULATION	RESTRICTED CIRCULATION SHELF AND TIDAL FLATS	EVAPORITES ON SABKHAS-SALINAS	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
WIDE BELTS			VERY NARROW BELTS			WIDE BELTS			FACIES PROFILE
1 SPICULITE 2 MICROBIOCLASTIC CALCISILT 3 PELAGIC MICRITE RADIOLARITE SHALE	2 MICROBIOCLASTIC CALCISILT 8 WHOLE SHELLS IN MICRITE 9 BIOCLASTIC WACKESTONE 10 COATED GRAINS IN MICRITE	2 MICROBIOCLASTIC CALCISILT 3 PELAGIC MICRITE 4 BIOCLASTIC LITHOCLASTIC MICROBRECCIA	4 BIOCLASTIC LITHOCLASTIC MICROBRECCIA LITHOCLASTIC CONGLOMERATE 5 BIOCLASTIC GRAINSTONE-PACKSTONE FLOATSTONE 6 REEF RUDSTONE	7 BOUNDSTONE 11 COATED, WORN, BIOCLASTIC GRAINSTONE 12 COQUINA (SHELL HASH)	11 COATED, WORN, BIOCLASTIC GRAINSTONE 12 COQUINA (SHELL HASH) 13 ONKOIDAL BIOCLASTIC GRAINSTONE 14 LAG BRECCIA 15 OOLITE	8 WHOLE SHELLS IN MICRITE 9 BIOCLASTIC WACKESTONE 10 COATED GRAINS IN MICRITE 16 PELSPARITE 17 GRAPESTONE ONKOIDS IN MICRITE 18 FORAMINIFERAL DASYCLADACEAN GRAINSTONE	16 PELSPARITE 17 GRAPESTONE ONKOIDS IN MICRITE 18 FORAMINIFERAL DASYCLADACEAN GRAINSTONE 19 FENESTRAL PELOIDAL LAMINATE MICRITE 21 SPONGIOPOROUS MICRITE 22 ONKOIDAL MICRITE 23 NON-LAMINATE PURE MICRITE 24 RUDSTONE IN CHANNELS	20 STROMATOLITIC MICRITE 23 NON-LAMINATE PURE MICRITE NODULAR-PEARL ENTEROLITHIC ANHYDRITE SELENITE BLADES IN MICRITE	

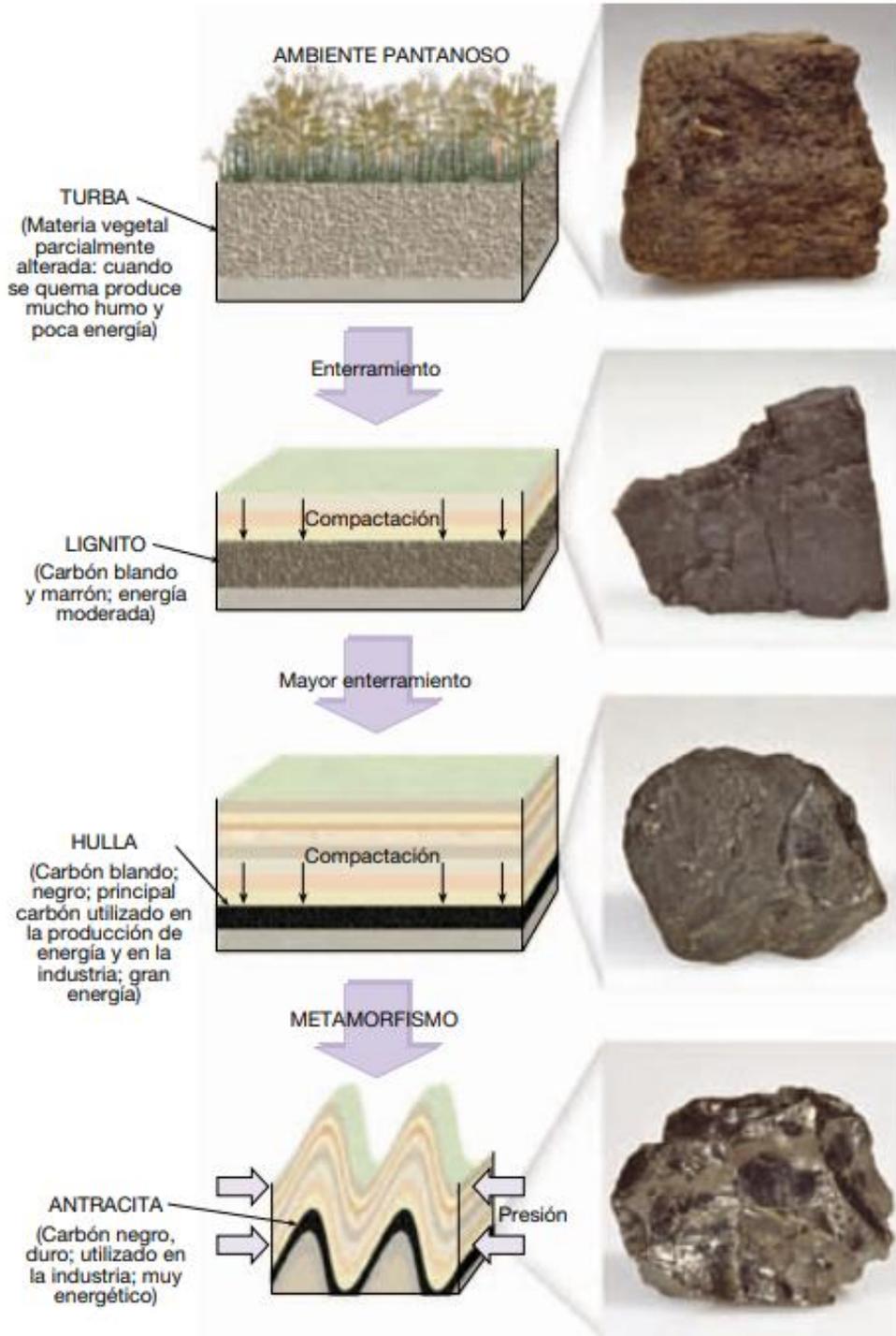
Microfacies según Wilson (1975). En Mattern, F. (2022).

Petrología II		Ing. Geociencias		
Nombre estudiante: _____				
Grupo: _____				
Clasificación de rocas sedimentarias CARBONATADAS				
Clave de la muestra: _____				
Nombre de la roca según el esquema utilizado: _____				
Constituyentes			Dibujo o Imagen	
Aloquímicos: _____				
Ortoquímico: _____				
Parámetros texturales:				
Tamaño aloquímico: _____				
Fábrica del aloquímico: _____				
Clasificación: _____				
Madurez textural: _____				
Textura: _____				
Fósiles: _____				
Ambiente sedimentario: _____				
Observaciones:				

Ficha de clasificación para rocas carbonatadas

Petrología II		Ing. Geociencias		
Nombre estudiante: _____				
Grupo: _____				
Clasificación de rocas sedimentarias SILÍCEAS Y EVAPORÍTICAS				
Clave de la muestra: _____				
Nombre de la roca : _____				
Constituyentes minerales:			Dibujo o Imagen	
Propiedades físicas:				
Color: _____				
Brillo: _____				
Fractura: _____				
Dureza: _____				
Características especiales: _____				
Textura: _____				
Estructura: _____				
Ambiente sedimentario: _____				
Observaciones:				

Ficha de clasificación para rocas sedimentarias Silíceas y Evaporíticas



Tipos de rocas carbonosas. (Tarbuck, E. J. y Lutgens, F. K. 2005).

Petrología II		Ing. Geociencias		
Nombre estudiante: _____				
Grupo: _____				
Clasificación de rocas sedimentarias CARBONOSAS				
Clave de la muestra: _____				
Nombre de la roca : _____				
Constituyentes minerales: _____			Dibujo o Imagen	
Propiedades físicas:				
Color: _____				
Brillo: _____				
Fractura: _____				
Dureza: _____				
Características especiales: _____				
Textura: _____				
Estructura: _____				
Ambiente sedimentario: _____				
Observaciones:				

Ficha de clasificación para rocas sedimentarias Carbonosas

Elemento de Competencia II

Nombre de la roca	Textura	Tamaño de grano	Observaciones	Protolito
Pizarra	Foliada	Muy fino	Pizarrosidad excelente, superficies lisas sin brillo	Lutitas, pelitas
Filita		Fino	Se rompe a lo largo de superficies onduladas, brillo satinado	Pizarra
Esquisto		Medio a grueso	Predominan los minerales micáceos, foliación escamosa	Filita
Gneis		Medio a grueso	Bandeado composicional debido a la segregación de los minerales	Esquisto, granito o rocas volcánicas
Migmatita		Medio a grueso	Roca bandeada con zonas de minerales cristalinos claros	Gneis, esquisto
Milonita	Poco foliada	Fino	Cuando el grano es muy fino, parece sílex, suele romperse en láminas	Cualquier tipo de roca
Metaconglomerato		De grano grueso	Cantos alargados con orientación preferente	Conglomerado rico en cuarzo
Mármol	No foliada	Medio a grueso	Granos de calcita o dolomita entrelazados	Caliza, dolomía
Cuarcita		Medio a grueso	Granos de cuarzo fundidos, masiva, muy dura	Cuarzoarenita
Corneana		Fino	Normalmente, roca masiva oscura con brillo mate	Cualquier tipo de roca
Antracita		Fino	Roca negra brillante que puede mostrar fractura concoide	Carbón bituminoso
Brecha de falla		Medio a muy grueso	Fragmentos rotos con una disposición aleatoria	Cualquier tipo de roca

Clasificación de rocas metamórficas. (Tarbuck, E. J. y Lutgens, F. K. 2005).

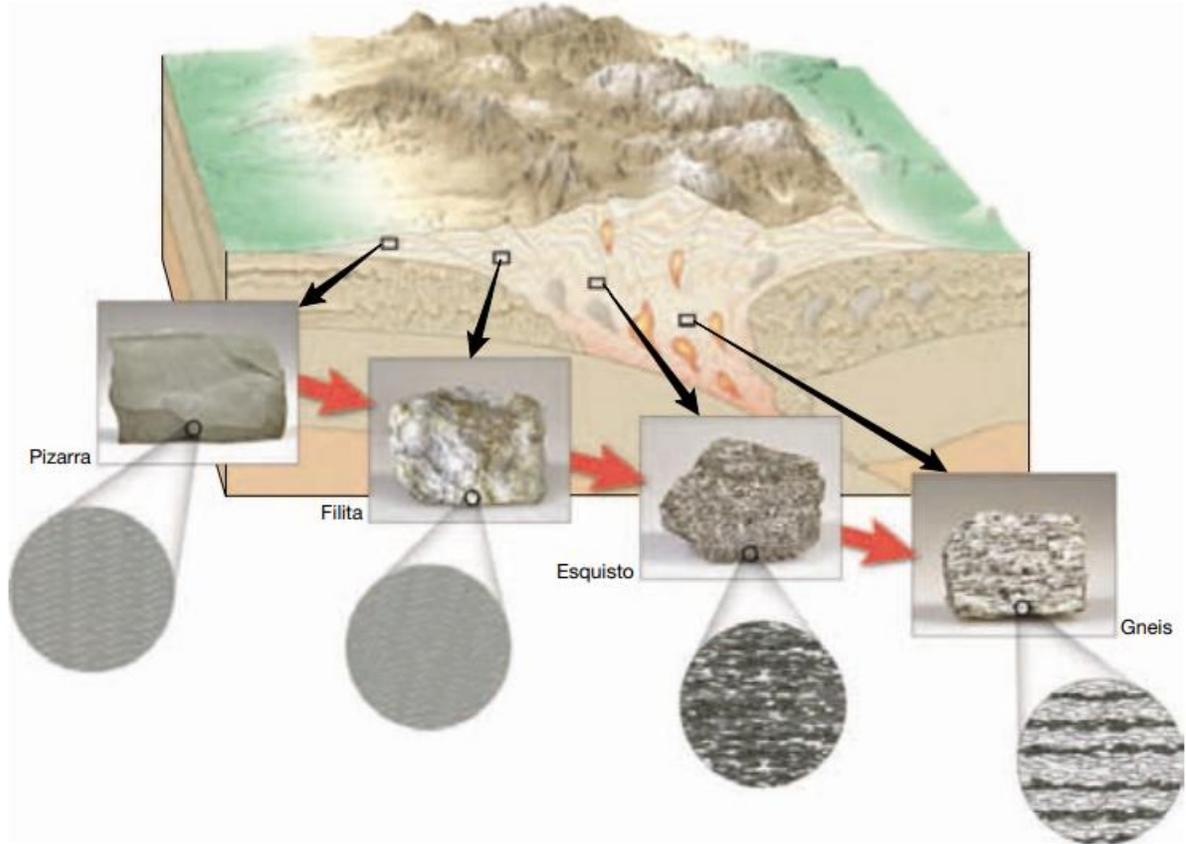
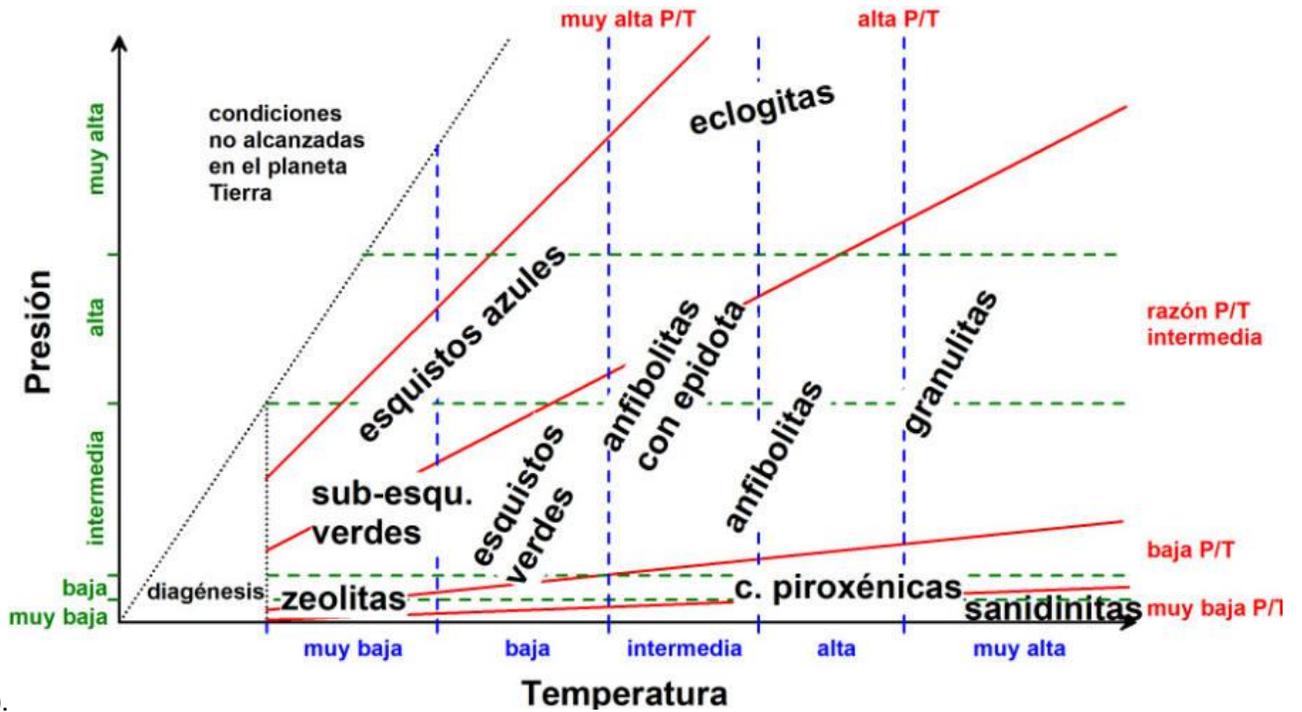
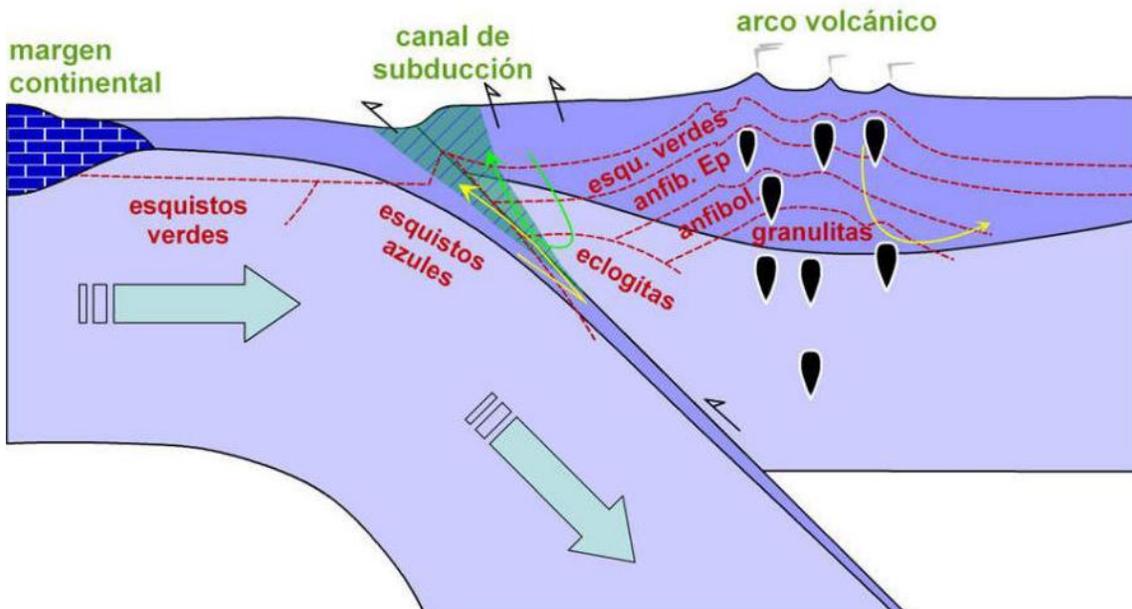


Ilustración idealizada del metamorfismo regional progresivo. De izquierda a derecha, pasamos de un metamorfismo de grado bajo (pizarra) a un metamorfismo de grado alto (gneis). (Tarbuck, E. J. y Lutgens, F.



K. 2005).

Miyashiro (1973) las relacionó con **tipos báricos del metamorfismo**: baja presión I, baja presión II (intermedio), media presión (barroviano), alta presión I (intermedio), y alta presión II. En García-Casco, A. (2003).



Facies metamórficas y contexto geológico en subducción. Imagen tomada de la red

Facies	Asociación mineral diagnóstica
Zeolitas	Zeolitas , como laumontita y heulandita (silicatos cálcicos diagnósticos en lugar de prehnita, pumpellyita, o epidota)
Sub-esquistos verdes	Prehnita+pumpellyita, prehnita+actinolita, pumpellyita+actinolita (prehnita y pumpellyita son los silicatos cálcicos diagnósticos en lugar de zeolitas o epidota)
Esquistos verdes	Actinolita+albita+clorita+epidota+cuarzo (epidota es el silicato cálcico diagnóstico en lugar de zeolitas, prehnita, pumpellyita)
Anfibolitas con epidota	Hornblenda+albita+epidota ±clorita ± granate
Anfibolitas	Hornblenda+plagioclasa (Xan > 0.17) ±granate ±cummingtonita ±cpx diopsídico
Granulitas	Clinopiroxeno augítico + ortopiroxeno + plagioclasa ± granate ±pargasita ±cuarzo (olivino no estable con plagioclasa: P intermedia)
Esquistos Azules	Glaucofana+albita+clorita (±lawsonita ±epidota) ±granate ± actinolita ±paragonita ±fengita ±onfacita (albita estable)
Eclogitas	Onfacita+granate ±lawsonita, ±glaucofana, ±barrosita, ±epidota, ±distena (albita no estable)
Corneanas de Albita-Epidota	Actinolita +albita+epidota+clorita+cuarzo
Corneanas hornbléndicas	Hornblenda+plagioclasa ±anfiboles Fe-Mg (antofilita, gedrita, cummingtonita) ±cpx diopsídico + cuarzo
Corneanas piroxénicas	Clinopiroxeno augítico + ortopiroxeno + plagioclasa + olivino o cuarzo (Ol+Pl: P baja)
Sanidinitas	Clinopiroxeno augítico + ortopiroxeno + plagioclasa + olivino (Ol+Pl: P baja) con variedades de muy alta temperatura como pigeonita y labradorita rica en K

Facies minerales de Eskola, P. (1939), ligeramente modificada por García-Casco, A. (2003).

Petrología II		Ing. Geociencias		
Nombre estudiante: _____				
Grupo: _____				
Clasificación de rocas METAMORFICAS				
Clave de la muestra: _____				
Nombre de la roca: _____				
Constituyentes minerales: _____			Dibujo o Imagen	
Estructura: Foliada _____ No foliada _____				
Textura: granoblástica _____ lepidoblastica _____				
nematoblastica _____ porfidoblástica _____				
Facie Metamorfica: _____				
Tipo de metamorfismo: Regional _____				
Contacto _____ Dinámico _____				
Protolito: _____				
Observaciones:				

Ficha de clasificación para rocas metamórficas Foliadas y No Foliadas



UES

Universidad Estatal de Sonora
La Fuerza del Saber Estimulará mi Espíritu