



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
FACULTAD DE BIOLOGÍA**

**LABORATORIO DE GEOLOGÍA FÍSICA**

**4°to Semestre**

Participantes en la Elaboración:

**Dra. María Luisa García Zepeda  
M.C. Juan Carlos González Cortés  
M.C. Pedro García Garrido  
M.C. J. Ramón López García  
M.C. Arturo Carrillo Sánchez  
Ing. Juan Manuel Ayala Gómez**

Participantes en su desarrollo y actualización:

**M.C. Juan Carlos Gonzáles Cortés  
Dra. Ma. Luisa García Zepeda  
M.C. J. Ramón López García  
Biol. Juan Luis Mora Rosas  
Dr. Alejandro Hiram Marín Leyva  
Dr. Boris Chako Tchamabe  
M.C. Robert Diego Lystad Gray  
M.C. María Salud Rosas Murillo**



## PRÁCTICA No. 1. COMO MEDIR LA CIRCUNFERENCIA DE LA TIERRA.

### I. INTRODUCCION

En el año 240 AC, se dice que el astrónomo, geógrafo y matemático griego Eratóstenes calculó la circunferencia de la tierra. Más tarde, se descubrió que sus cifras eran increíblemente precisas. El genio griego notó que, al mediodía, en el solsticio de verano (21 de junio), el Sol se encontraba directamente encima de un pozo de agua en la ciudad de Siena (Asuán), un obelisco o columna no proyectaba sombra. Pero hacia el norte en la Ciudad de Alejandría, en el mismo instante, el sol no se encontraba directamente encima de otra columna u obelisco proyectando éste una sombra. De esa forma, Eratóstenes propuso que la Tierra debía ser redonda. Además, si el sol se encontraba lo suficientemente lejos para registrar rayos paralelos en Siena y Alejandría, uno podía calcular la circunferencia de la Tierra. Eratóstenes determinó que la sombra en Alejandría era  $70$  o  $1/50$  (una quincuagésima parte) de un círculo de  $360$  grados, luego estimó la distancia entre las dos columnas y multiplicó por  $50$  para derivar a la circunferencia de la Tierra, sin la utilización de herramientas modernas.

### II. OBJETIVO

1. Conocer la manera en que hace  $2\ 000$  años, se midió por primera vez la circunferencia de la Tierra.

### III. MATERIAL Y EQUIPO

1. Hojas de papel
2. Lápiz
3. Goma
4. Regla
5. Transportados
6. Escuadras
7. Compas
8. Colores

### IV. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

1. Con las herramientas necesarias (compás, regla, escuadra, colores, etc.), y sobre una hoja del papel tamaño carta, elabore un esquema en el cual relacione las líneas, círculos y puntos imaginarios que utilizó **Eratóstenes** para calcular la circunferencia de la Tierra por primera vez

2. Utilizando un compás realice un círculo de  $7$  cm de radio, ubique el centro exacto, dibuje una línea en sentido horizontal a través del círculo, con la escuadra ubicada sobre la línea en su centro exacto, con un color realice otra línea a los  $90^\circ$  hacia cada lado, como se muestra en el dibujo de referencia, Figura 1.

3. A partir de la línea horizontal (0-180) mida 23.50, marcando una línea de color rojo que recibirá el nombre de Eclíptica (proyección del plano orbital de la Tierra sobre la Esfera celeste), línea que servirá como base para realizar el ángulo con el que mediremos la circunferencia de la Tierra.

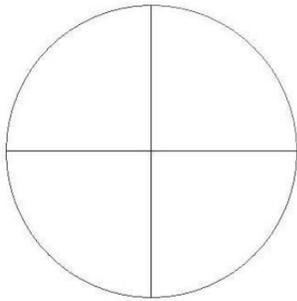


Figura 1

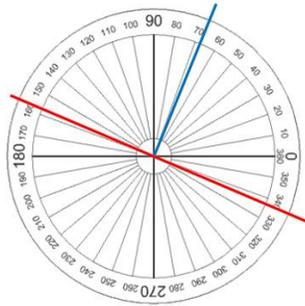


Figura 2

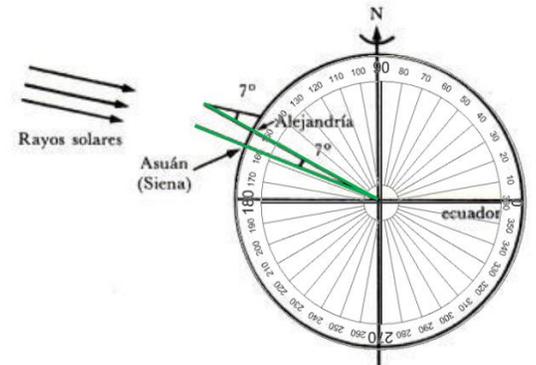
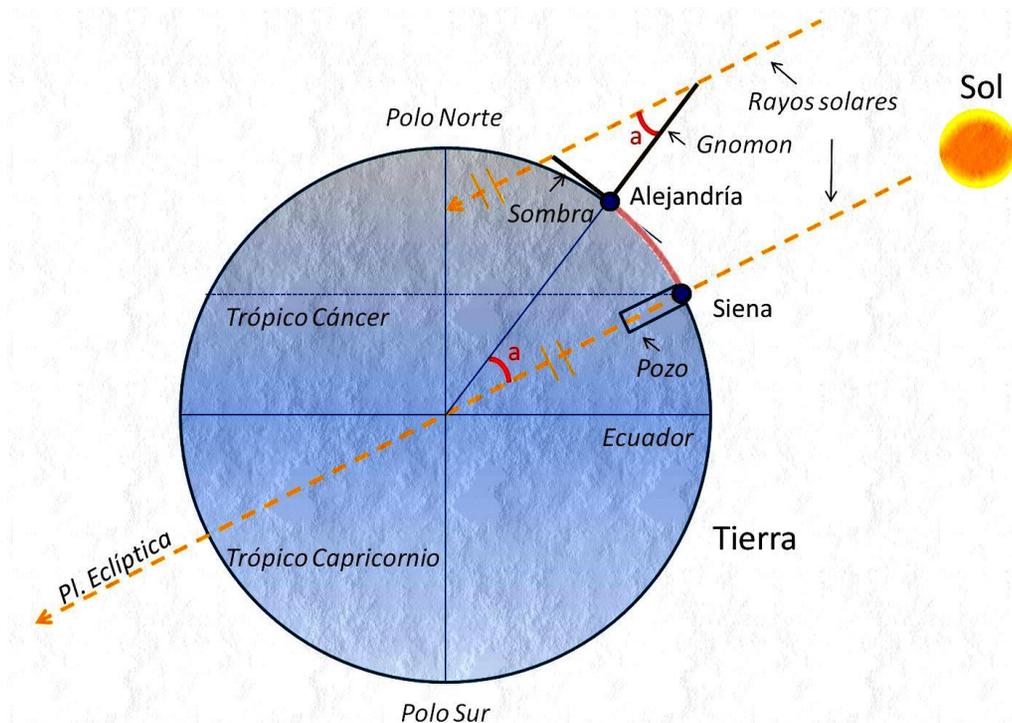


Figura 3



4. Una vez ubicada y dibujada la eclíptica, hacia la parte superior, use la escuadra y a los 90 grados con color azul dibuje otra línea la cual servirá de base para colocar el transportador y marcar un ángulo de 70 color verde.

5. Realice las operaciones correspondientes que le ayuden a determinar la medida de la circunferencia de la tierra, el radio y diámetro de la circunferencia terrestre. Si tomamos como referencia que radio terrestre es de 6,371 km explique cómo se obtuvo.

## FORMULA

$$\text{Radio} = \frac{\text{circunferencia}}{2(\pi)}$$

Sacar el Diámetro terrestre usando los datos proporcionados y obtenidos anteriormente.

### DIMENSIONES DE LA TIERRA

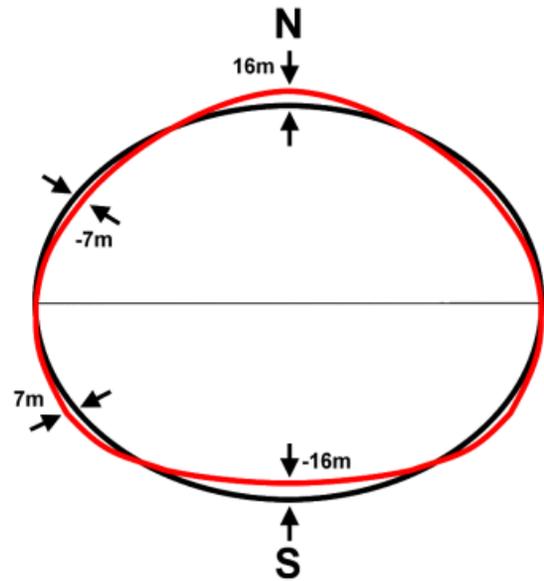
#### Diámetro:

- Ecuatorial 12 756 Km.
- Polar 12 713 Km.
- Diferencia 43 Km.

#### Circunferencia:

- Ecuatorial 40 076 Km.
- Polar 40 009 Km.
- Diferencia 67 Km.

**Achatamiento polar** 0,0034 Km.





## PRÁCTICA No. 2. CARTAS TOPOGRÁFICAS

### I. INTRODUCCION

Los recursos naturales en la tierra, son los medios de subsistencia del hombre y han sido la base para el desarrollo económico, social y cultural de las civilizaciones pasadas y presentes.

El conocimiento de los recursos naturales, actuales y potenciales, requieren de estudios sistematizados a través de los cuales se busca una explotación y transformación dirigida y consecuente con la naturaleza. En este contexto, la cartografía, juega un papel importante, como elemento fundamental de desarrollo, ya que los mapas son los documentos en los que se representa mediante, signos, símbolos gráficos y colores, toda una serie de datos que previamente se han recabado, analizado, depurado y sintetizado, así entonces, un mapa es una representación gráfica de la superficie terrestre.

Por tanto, es necesario que el alumno, se familiarice en primer lugar con los elementos que constituyen una carta topográfica, los rasgos que nos permiten identificar en el mapa las variaciones en el terreno, así como ubicar puntos sobre el terreno, calcular distancias, superficies y pendientes.

Las cartas topográficas son consideradas como una herramienta geográfica muy específica, con la finalidad de explicar diferentes procesos como fallas geológicas, zonas sísmicas, zonas de riesgo, entre muchos otros temas, una de las principales características de éste tipo de cartas es la presencia de **curvas de nivel** (curvas irregulares que asemejan las distintas altitudes del relieve).

Por medio de la distribución y presencia de dichas curvas podemos concluir la morfología del terreno de una determinada área, por ejemplo, al observar en la carta muchas curvas juntas, podemos concluir que se trata de una forma de relieve elevada (una montaña o un volcán), si por el contrario, hay mucho espacio entre cada una de ellas y no varía mucho la altitud, se tratará de espacios planos (llanuras o mesetas).

Para el caso de México, la escala a la que son elaboradas las cartas topográfica y geológica puede ser de 1:50 000, 1:250 000 y 1:1000 000, siendo la de 1:50 000 las más usadas.

### II. OBJETIVO:

Identificar y manejar los diferentes elementos de las cartas topográficas: escala, coordenadas, rasgos del relieve, vías de comunicación, poblaciones, etc.

Reconocer el relieve expresado mediante curvas de nivel.

Realizar perfiles topográficos utilizando el manejo correcto de escala vertical.

### III. MATERIAL Y EQUIPO

1. Cartas topográfica y geológica escala 1:50,000
2. Regla y/o escalímetro
3. Papel milimétrico
4. Colores punto extrafino, lápiz, goma y utensilios dibujo.
5. Exacto o Cúter

### IV. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

#### Actividad I.

Utilizando la Carta Topográfica anote los datos y descripciones correspondientes:

Mediante el empleo el material cartográfico proporcionado crear perfiles topográficos.

Tabla 1. Descripción carta topográfica

<b>Datos carta topográfica</b>	<b>Descripción</b>
Escala de la carta	
Clave de la carta y coordenadas de los cuatro extremos	
Año de edición	
Declinación magnética	
Punto de mayor altitud	
Punto de menor altitud	
Forma(s) de relieve dominante	
Patrón (s) de drenaje dominante	
Población con mayor número de habitantes	

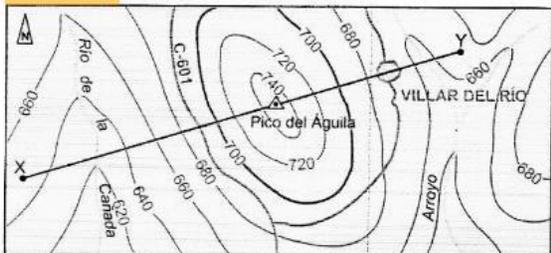
## Actividad II. Elaboración de un perfil topográfico entre los puntos A-B

La construcción de perfiles topográficos es una práctica muy útil para entender lo que representan los mapas topográficos, un perfil topográfico es un corte o sección a lo largo de una línea dibujada en un mapa. En otras palabras, es como si se pudiera rebanar una porción de la Tierra y separarla del resto para poder verla de lado a lado; la superficie de esta rebanada sería el perfil topográfico. Los perfiles topográficos no solo sirven para entender los mapas topográficos, las personas que estudian los recursos naturales como los Geólogos, Geomorfólogos, Edafólogos y estudiosos de la vegetación, entre otros, construyen perfiles para observar la relación de los recursos naturales con los cambios de topografía y analizar numerosos problemas.

Los perfiles, como los mapas, deben estar hechos a escala. Pero dado que se manejan dos dimensiones diferentes: horizontal y vertical, cada una puede tener una escala diferente; generalmente la escala horizontal es la misma que la del mapa y la vertical frecuentemente se exagera con el fin de hacer más evidentes los rasgos del relieve. Así, por ejemplo, si la escala del mapa es 1:50 000, la escala horizontal del perfil será 1:50 000 y la vertical 1:25 000 si se exagera al doble. Ambas escalas deben venir adecuadamente señaladas en los perfiles (*Creating Topographic Maps*).

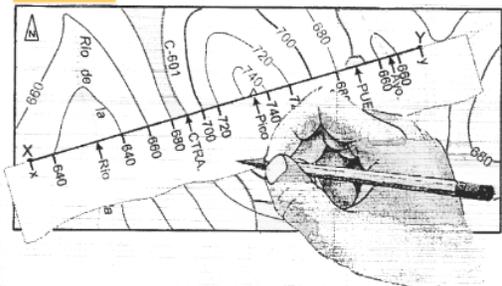
A continuación, observe con detalle la síntesis del proceso a realizar en 4 sencillos pasos Utilizando el fragmento de una Carta Topográfica de la localidad de Morelia (Cerro las Tetillas del Quinceo), realice el Perfil Topográfico sobre la línea A-B y sobre la línea A'-B', sacar el **rumbo** de cada perfil y la **equidistancia**.

### Paso 1



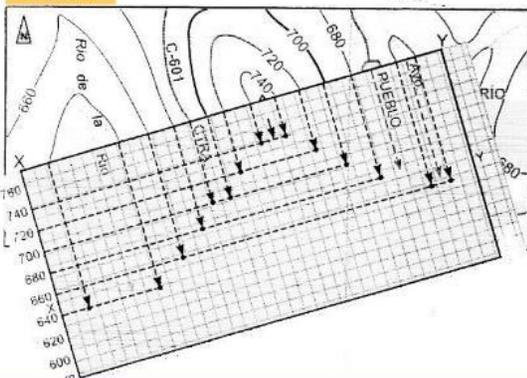
Trazar sobre el mapa una línea, **línea de perfil**, en la zona cuyo perfil queremos conocer.

### Paso 2



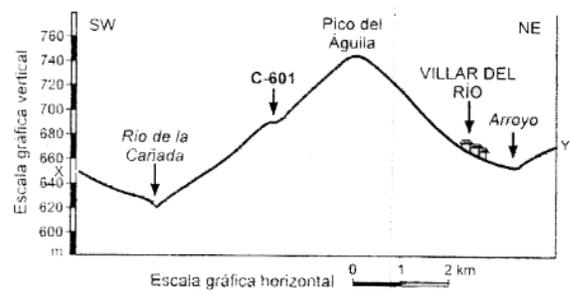
Tomar un papel milimetrado, de longitud ligeramente mayor a la del correspondiente perfil. Se coloca encima del mapa haciendo coincidir el borde del papel con la línea de perfil. Se anotan y marcan sobre el papel milimetrado todas las cotas de nivel que cortan a la línea de perfil.

### Paso 3



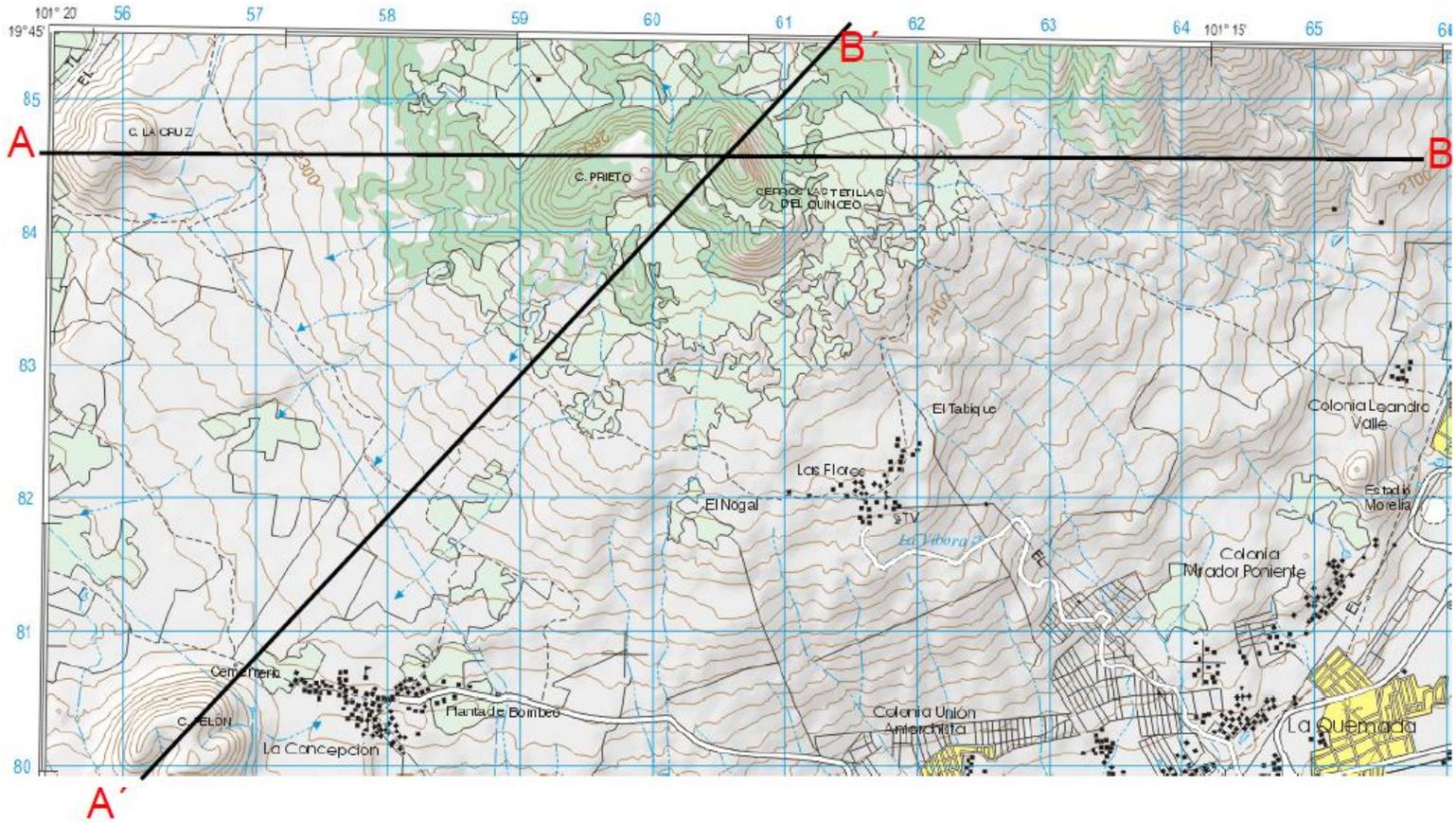
Trazamos en el papel un eje vertical donde, a **escala**, representaremos la altura. En este eje se marcan los puntos correspondientes a las cotas que hemos obtenido del mapa. Proyectamos los valores de distancia horizontal y vertical. Los puntos así hallados pertenecen a la línea de perfil.

### Paso 4



Unimos, al fin, todos los puntos trazados y obtendremos así la silueta de nuestro perfil.

Rumbo línea A-B	
Rumbo Línea A'-B'	
Equidistancia entre Cotas o Curvas del Nivel	



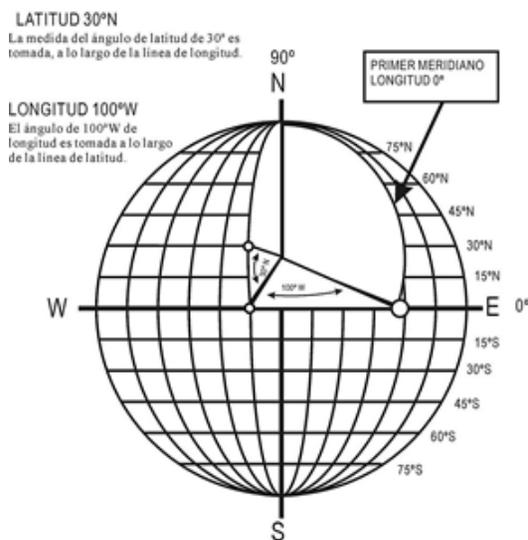
### PRÁCTICA No. 3. COORDENADAS GEOGRAFICAS

#### INTRODUCCION:

Una vez que se comprobó la forma casi esférica de la Tierra, se procedió a representar con mayor exactitud las tierras y los mares, estableciendo líneas imaginarias llamadas coordenadas, las que se constituyen por medio de paralelos y meridianos.

La latitud basada en paralelos, líneas imaginarias trazadas prácticamente de manera horizontal y que parten desde el Ecuador, al que corresponde  $0^\circ$ , y el cual divide a la Tierra en dos hemisferios, el Norte y Sur; los que pueden ser a partir de  $0$  a  $90^\circ$  al Norte del Ecuador o de  $0$  a  $90^\circ$  al Sur del Ecuador.

La longitud basada en meridianos, líneas imaginarias localizadas a partir del meridiano de Greenwich, al que corresponden  $0^\circ$ , dividiendo a la Tierra en dos hemisferios que son el Oriental al Este y el Occidental al Oeste; se mide de  $0$  a  $180^\circ$  al Este de Greenwich y de  $0$  a  $180^\circ$  al Oeste de Greenwich.



Localizar las coordenadas geográficas (Latitud y Longitud) de 20 localidades diferentes.

#### MATERIAL Y EQUIPO

1. Lápiz y goma
2. Regla
3. Calculadora
4. Mapamundi de tipo político, que incluya los nombres de las ciudades del mundo.
5. Mapa de tipo político de la República Mexicana, que incluya los nombres de los estados con sus respectivas capitales.

## DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

1. Investigar las siguientes coordenadas geográficas.

TABLA 1. Coordenadas geográficas (Latitud y Longitud) 20 localidades diferentes a nivel Mundial.

No.	LOCALIDAD	LATITUD	LONGITUD
1	México, México		
2	Ulan Bator Mongolia		
3	Bangkok, Tailandia		
4	Magadan, Siberia		
5	Dawson. Canada		
6	Oslo, Noruega		
7	Moscow, U.S.S.R		
8	Mecca, Arabia Saudita		
9	New York, U.S.A.		
10	Calcuta, India		
11	Cape Town, Sudáfrica		
12	La Paz, Bolivia		
13	Quito, Ecuador		
14	Brasilia, Brasil		
15	Isla Príncipe Eduard, Sudáfrica		
16	Wellington, Nueva Zelanda		
17	Darwin, Australia		
18	Isla Isabela, Islas Galápagos		
19	Hobart, Tasmania		
20	Singapur, Malaysia		

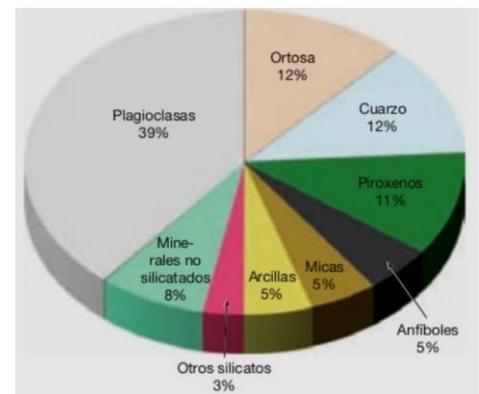


## PRÁCTICA No. 4. CARACTERÍSTICAS DE LOS MINERALES y MINERALES QUE FORMAN ROCAS

### I. INTRODUCCIÓN:

Los aproximadamente 4000 minerales que se encuentran presentes en la tierra, se definen en base a su composición química y su estructura interna. Estos sólidos formados por procesos inorgánicos tienen una disposición ordenada de átomos (estructura cristalina) y una composición química definida, que le proporcionan un conjunto único de propiedades físicas. Dado que la composición química y la estructura cristalina interna son difíciles de determinar sin ayuda de ensayos o aparatos sofisticados, se suelen utilizar en su identificación propiedades físicas fácilmente reconocibles como forma cristalina, color, brillo, densidad, color de raya, dureza, crucero o exfoliación y hábito, entre otras.

De toda esa cantidad de minerales descritos, solo una decena son abundantes y de ellos, solo unos cuantos constituyen la mayor parte de las rocas de la corteza terrestre, por lo cual reciben el nombre de “Minerales Formadores de Rocas”, la mayoría de éstos minerales están constituidos por ocho elementos y representan más del 98 % del peso de la corteza continental.



### II. OBJETIVO:

Identificar las características físicas más comúnmente reconocibles de los minerales.

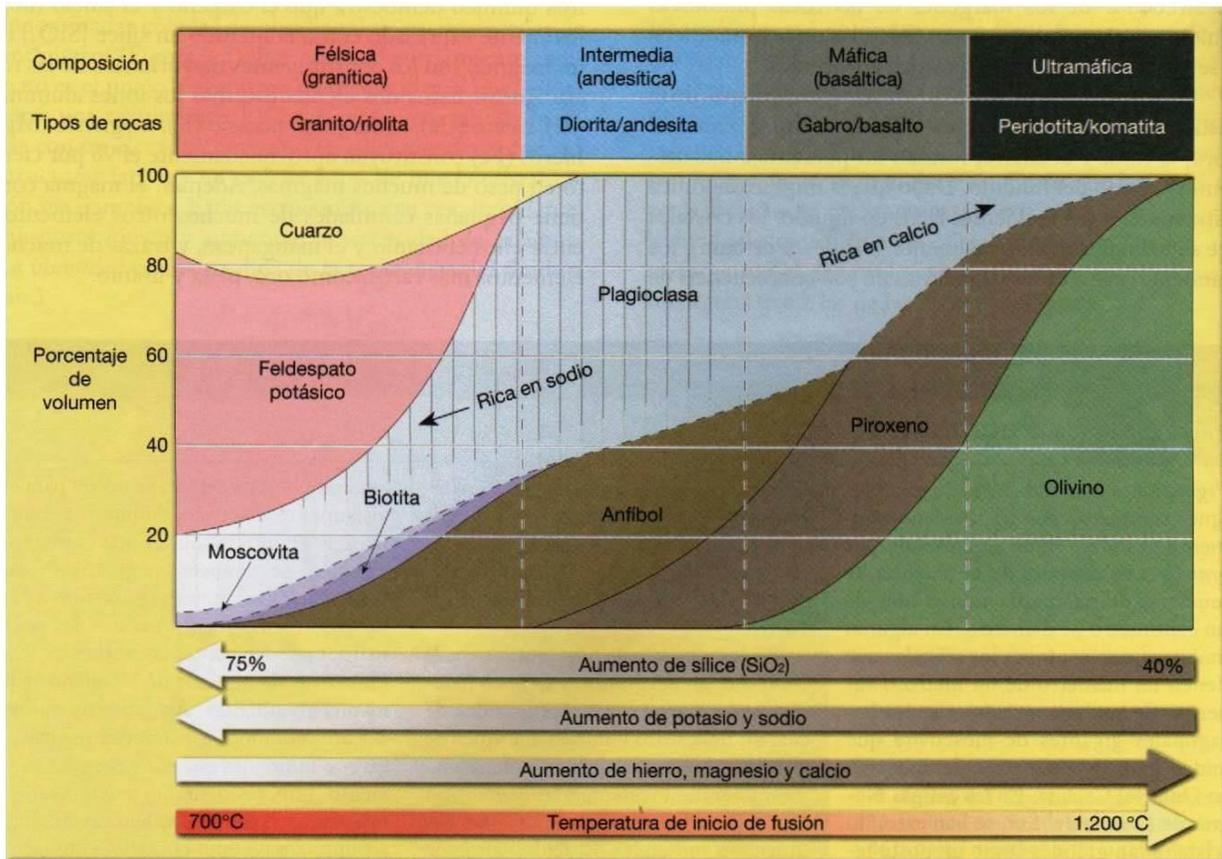
### III. MATERIALES:

1. Guía interactiva de minerales y rocas

### IV. DESARROLLO:

Llenar tres fichas para descripción de minerales con base en la guía interactiva de minerales y rocas, apoyándose de bibliografía en línea

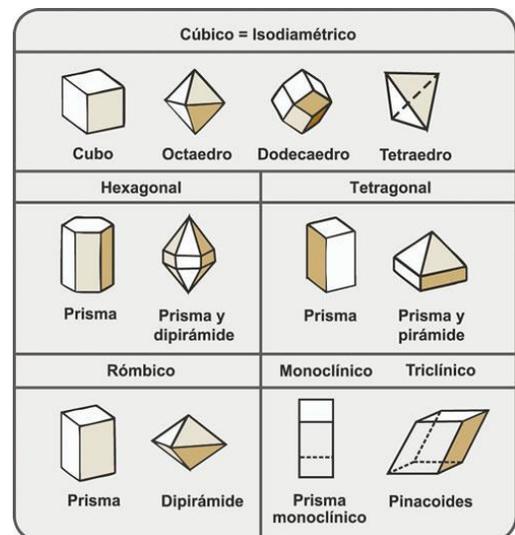
Tabla



Mineralogía de las rocas ígneas comunes y de los magmas a partir de los que se forman. (Tomado de Dietrich, Daily y Larsen.)

**Forma cristalina** es la expresión externa del orden interno de los átomos, si bien, esta estructura cristalina tiene arreglos típicos en los minerales, su crecimiento puede verse interrumpido y no formarse de manera independiente o típica. La presencia de superficies o caras planas es indicio de éste.

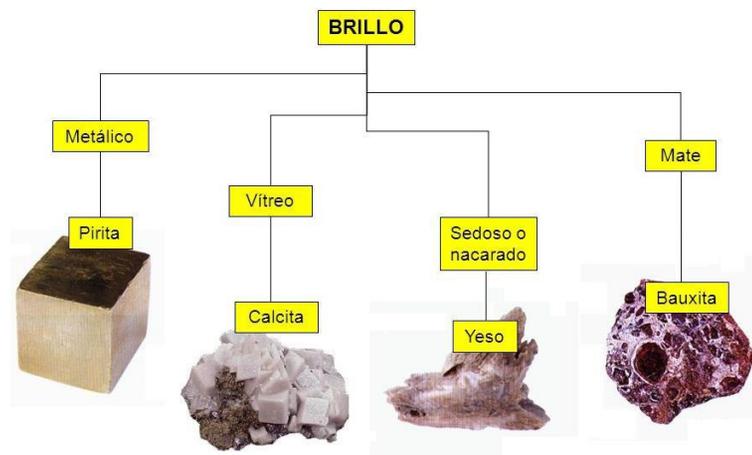
Sistema	Ejemplos
Cúbico	NaCl (sal gema)
Tetragonal	TiO <sub>2</sub> (rutilo)
Ortorrómbico	MgSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O (epsomita)
Monoclínico	CaSO <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O (caliza)
Triclínico	K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> (dicromato de potasio)
Hexagonal	SiO <sub>2</sub> (sílice)
Romboédrico	CaCO <sub>3</sub> (calcita)



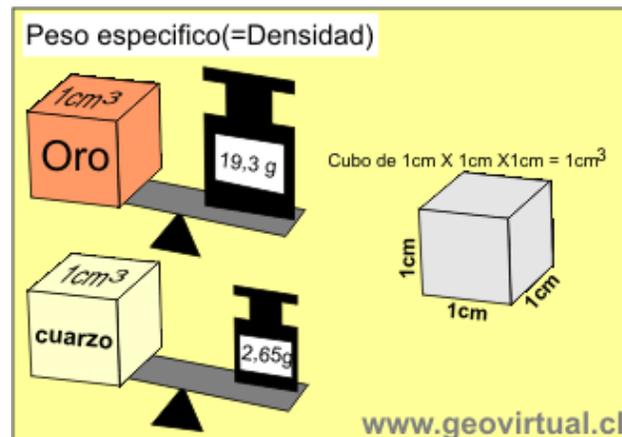
**Color** es la característica más obvia de un mineral, pero a menudo es una propiedad diagnóstica poco fiable ya que impurezas en el mineral le proporcionan diversidad de colores, por ejemplo, el cuarzo se puede presentar con colores rosa, púrpura, blanco o incluso negro. Los minerales que presentan esta variedad de colores, se mencionan como coloración exótica. Cuando el color del mineral es propio y no cambia con las impurezas, se dice que tienen coloración inherente.



**Brillo** es el aspecto o calidad de la luz reflejada de la superficie de un mineral, éstos pueden ser metálicos, submetálicos o no metálicos (dentro de esta categoría se definen como vítreo, resinoso, perlado, sedoso y terroso (mate)).



**Densidad o peso específico** cada mineral tiene un peso definido por centímetro cúbico; este peso característico se describe generalmente comparándolo con el peso de un volumen igual de agua; el número de masa resultante es lo que se llama 'peso específico' o 'densidad' del mineral.





## PRÁCTICA No. 5. LAS ROCAS Y SU CLASIFICACIÓN (ROCAS IGNEAS)

### I. INTRODUCCIÓN:

La litosfera (esfera rocosa) es el soporte de la vida en la tierra. Durante la formación de la tierra, las rocas ígneas fueron las primeras que se originaron, y de acuerdo con algunas teorías del origen de la vida, sus minerales participaron de manera directa en la organización y estructuración de la complejidad de las moléculas orgánicas básicas, de las que se originaron las primeras manifestaciones de vida. En las rocas se incluye el registro y la evidencia de las pruebas de vida en el pasado, además de los diferentes fenómenos geológicos de los que la tierra fue objeto durante su origen, desarrollo y evolución, hasta nuestros días.

La ciencia geológica encargada de estudiar el origen, la aparición, la estructura y la historia de las rocas, recibe el nombre de Petrografía.

Mientras que desde el punto de vista de la geología la roca se define como cualquier material constituido como un agregado natural de uno o más minerales, entendiéndose por agregado, un sólido cohesionado.

Las rocas son los materiales de los que de manera natural están hechos el manto y la corteza de la Tierra.

### II. OBJETIVO:

Conocer las diferentes características que nos permiten identificar cada uno de los tipos de rocas; ígneas, sedimentarias y metamórficas con el fin de separarlas entre sí.

### III. MATERIALES:

1. Software: Guía Interactiva de Minerales y Rocas

### IV. DESARROLLO:

a) Llenar tres fichas para descripción de rocas ígneas con base en la guía interactiva de minerales y rocas, apoyándose de bibliografía en línea.

Por su origen las rocas se clasifican de la siguiente manera:



### ROCAS IGNEAS

Rocas Igneas: “ígneo” se deriva del latín “*igneus*”, es decir, “ardiente” o “fuego, se originan a partir del enfriamiento y solidificación del magma provenientes de la profundidad de la tierra. El magma fluye sobre la superficie terrestre a través de fisuras o ductos volcánicos perdiendo gases durante su trayectoria recibe el nombre de lava.

Las rocas ígneas se componen fundamentalmente de silicatos, y su composición mineral se determinada por la composición química del magma a partir del cual cristaliza.

El magma se compone fundamentalmente de ocho elementos químicos: el oxígeno y el silicio son los constituyentes mayoritarios de éste tipo de rocas, además de los iones de aluminio, calcio, sodio, potasio, magnesio, hierro y minerales constituyentes de los silicatos, los que a su vez constituyen cerca del 98% del peso de la mayoría de los magmas.

El magma también contiene pequeñas cantidades de otros elementos (titanio, manganeso y elementos raros como oro, plata y uranio. De tal manera que al enfriarse y solidificarse el magma, tales elementos se combinan dando origen a dos importantes grupos de silicatos. **Los silicatos oscuros (ferromagnesianos)**, minerales ricos en hierro y en magnesio, o en ambos, y por lo general con un bajo contenido en sílice. El olivino, el piroxeno, el anfíbol y la biotita son los constituyentes ferromagnesianos más comunes de la corteza terrestre.

**Los silicatos claros** con una mayor cantidad de potasio, sodio y calcio y en menor proporción hierro y magnesio, de tal manera que son un grupo de minerales más ricos en sílice que los silicatos oscuros. Como ejemplo de los silicatos claros se tiene el cuarzo, la moscovita y los feldespatos, grupo mineral muy abundante.

De acuerdo al lugar donde se enfrían, las rocas ígneas se clasifican en: **INTRUSIVAS** y **EXTRUSIVAS**.



Las Rocas Ígneas Intrusivas: Se forman a partir del magma que no logró salir a la superficie, por lo que tienen tiempo suficiente para desarrollar cristales grandes que pueden ser observados a simple vista lo que les da una textura gruesa, que recibe el nombre de TEXTURA PORFÍDICA.

Las Rocas Ígneas Extrusivas: Se forman como producto del enfriamiento de la lava en la superficie originándose así una textura fina, llamada TEXTURA AFANÍTICA.

Las rocas ígneas también pueden clasificarse en función de la proporción de minerales oscuros y claros, las compuestas por silicatos de colores claros (cuarzo y feldespatos), se denominan graníticas dado que contienen hasta un 70% de sílice y son los constituyentes principales de la corteza continental. Las rocas con una gran cantidad de minerales oscuros (ferromagnesianos) y con alrededor del 50% de sílice se les conoce como rocas de composición basáltica.

Existe un tipo de rocas ígneas de composiciones intermedia entre los dos principales grupos, y otra que no poseen ni minerales claros ni oscuros.

## CLASIFICACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LAS ROCAS ÍGNEAS

Se base en los criterios de la composición y la textura; ya que la composición mineral brinda información importante sobre la naturaleza del magma y la textura indica la historia sobre el enfriamiento que sufre el magma al formarse la roca.

### Identificación de rocas ígneas:

- a) Examine la roca y determine el tipo de textura: afanítica, fanerítica, porfídica, vítrea y fragmental.
- b) Determine el porcentaje de minerales oscuros. Menos del 30% de minerales oscuros es una roca granítica, entre 30% y 70% es una roca intermedia y más del 70% es una roca máfica.
- c) Determine el porcentaje aproximado y el tipo de feldespato (los de colores rosado, blanco o gris puede ser un feldespato potásico o bien si son de color blanco o gris pero con presencia de estriaciones se refiere a una plagioclasa).
- d) Determine el porcentaje aproximado de cuarzo. 10-40% de cuarzo es una roca granítica, menos del 10% de cuarzo es una roca intermedia, sin cuarzo es una roca máfica.
- e) Utilice las tablas para clasificación de rocas ígneas.

En las muestras de mano, algunas rocas afaníticas con pocos minerales distinguibles, presentan un cierto grado de dificultad para su identificación, por lo que es importante utilizar los siguientes criterios:

- a) **Si presenta fenocristales de cuarzo, la roca es una riolita.**
- b) **Si presenta fenocristales de feldespato potásico, la roca es una riolita.**
- c) **Si presenta fenocristales de anfíboles, la roca es una andesita.**
- d) **Si presenta fenocristales de olivino y piroxenos, la roca es un basalto.**

Descripción de otro tipo de rocas ígneas:

- a) **Obsidiana:** vidrio volcánico masivo de color negro debido a partículas muy finas de magnetita y minerales ferromagnesianos. Algunas obsidianas son ricas en sílice y tienen una composición química similar a las rocas graníticas.
- b) **Pumita:** vidrio volcánico poroso con una textura fibrosa.
- c) **Toba y brecha:** la toba es ceniza volcánica consolidada de grano fino hasta tamaños de arenas, mientras que a la brecha la componen fragmentos de roca volcánica angulosos de grano grueso y de composición variable.

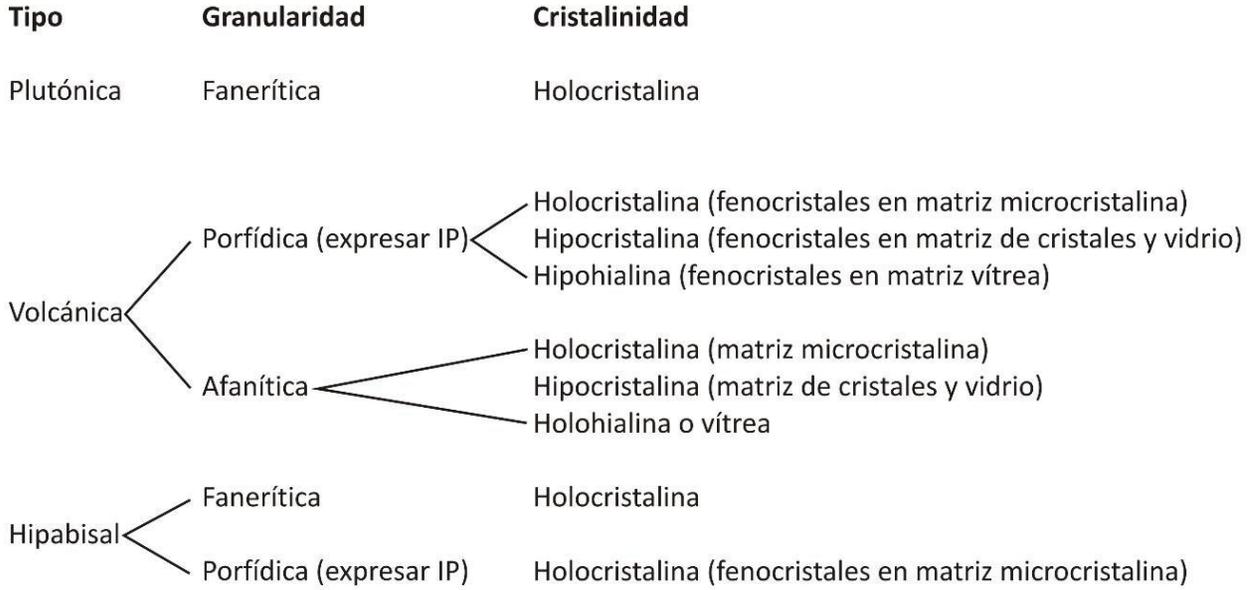
Para la clasificación e identificación de las rocas ígneas se recomienda consultar las tablas siguientes.

Composición química		Granítica (félsica)	Andesítica (intermedia)	Basáltica (máfica)	Ultramáfica		
Minerales dominantes		Cuarzo Feldespato potásico Plagioclasa rica en sodio y calcio	Anfibol Plagioclasa rica en sodio y calcio	Piroxeno Plagioclasa rica en calcio	Olivino Piroxeno		
Minerales accesorios		Anfibol Moscovita Biotita	Piroxeno Biotita	Anfibol Olivino	Plagioclasa rica en calcio		
TEXTURA	Fanerítica (grano grueso)		Granito	Diorita	Gabro	Peridotita	
	Afanítica (grano fino)		Riolita	Andesita	Basalto	Komatita (poco común)	
	Porfídica		«Porfídico» precede cualquiera de los nombres anteriores siempre que haya fenocristales apreciables				
	Vítrea		Obsidiana (vidrio compacto) Pumita (vidrio vacuolar)				Poco comunes
	Piroclástica (fragmentaria)		Toba (fragmentos de menos de 2 mm) Brecha volcánica (fragmentos de más de 2 mm)				
Color de la roca (basado en el % de minerales oscuro)		0% a 25%	25% a 45%	45% a 85%	85% a 100%		

Clasificación de los principales grupos de rocas ígneas según su composición mineral y su textura. Las rocas de grano grueso son plutónicas y solidifican en profundidad debajo de la superficie. Las rocas de grano fino son volcánicas o solidifican como pequeños plutones. Las rocas ultramáficas son oscuras y densas, compuestas casi en su totalidad por minerales que contienen hierro y magnesio. Aunque son relativamente poco comunes en la superficie terrestre, estas rocas son constituyentes principales del manto superior.

ROCAS	PLUTÓNICAS (grano grueso)					
		GRANITO	SIENITA	DIORITA	GABRO	PERIDOTITA
	VOLCÁNICAS (grano fino)					Son muy poco frecuentes con estas características
		RIOLITA	TRAQUITA	ANDESITA	BASALTO	
CARACTERÍSTICAS	COLOR	Predominan minerales claros			Predominan minerales oscuros	
	COMPOSICIÓN QUÍMICA	Altas en sílice			Bajas en sílice	
	MINERAL	Bajas en Fe y Mg			Altas en Fe y Mg	
		CUARZO	FELDESPATO	SILICATOS FERROMAGNESIANOS		

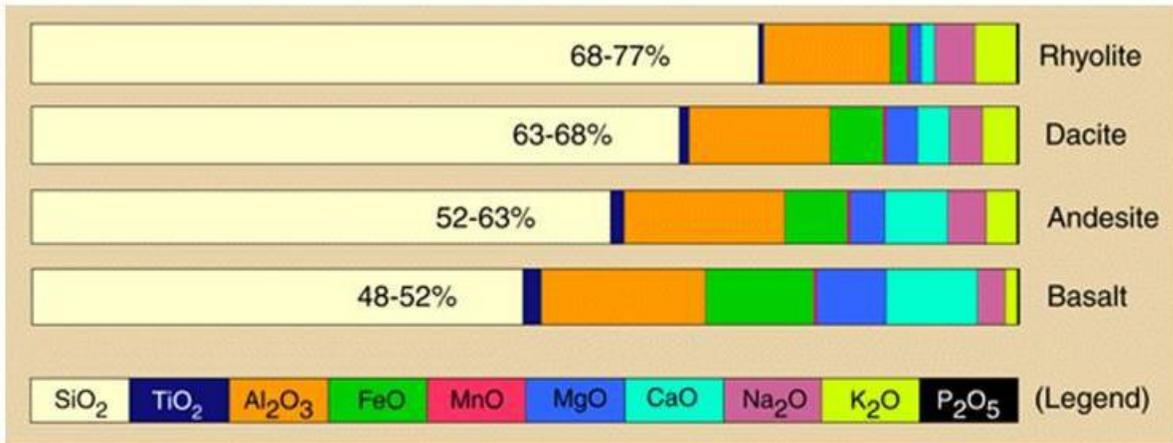
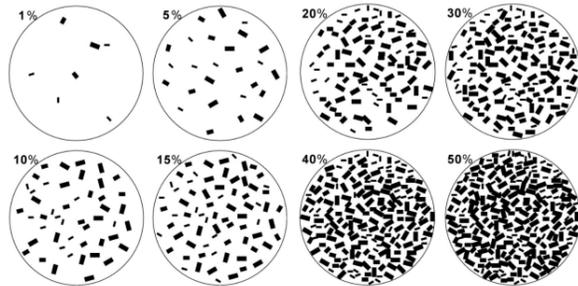
## DESCRIPCIÓN DE LAS ROCAS ÍGNEAS



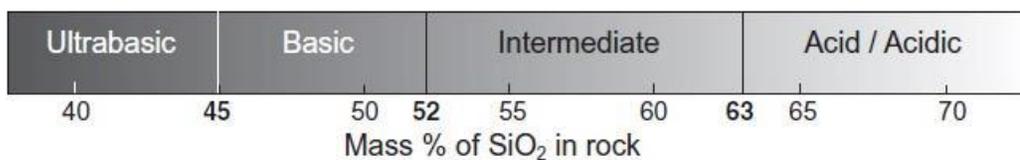
### Tamaño de los cristales/fenocristales

- Fino (< 1 mm)
- Medio (1-5 mm)
- Grueso (> 5 mm)

### Índice de porfiricidad (IP)



Chemical classification of igneous rocks



## CLAVES PARA IDENTIFICACION DE ROCAS.

1	Presencia de cristales	2
1'	presencia de fragmentos o capas	22
2	Cristales visibles a simple vista	3
2'	Cristales visibles al estereoscopio, no visibles o textura vítrea	18
3	Cristales intercrecidos de diferentes minerales	4
3'	Cristales "puros" , principalmente de un tipo de mineral	9
4	Cristales agrupados desordenadamente	5 R. Ígnea (RI)
4'	Cristales agrupados en orden o alineados, textura en bandas ó láminas. comúnmente brillo perlado o satinado	7 R. Metamórfica (RM)
5	Cristales de cuarzo en porcentaje de 25-35 %, 50 % de feldespatos ortoclasa y plagioclasa, hornablenda, roca de color claro blanco - grisáceo.	RI. Intrusiva. (RII) ácida, Granito
5'	Con porcentaje de cuarzo menor al anterior	6
6	fundamentalmente plagioclasa, biotita, hornblenda, sin cristales de cuarzo visibles, colores grises - verdes	RII. intermedia, Diorita
6'	fundamentalmente plagioclasa, augita, olivino, hornblenda, sin cristales de cuarzo visibles, verde oscuro - negro	RII. básica Gabro
7	Roca de colores variados, en bandas, cristales de grano grueso, no micáceo, proveniente de lutitas, rocas volcánicas o graníticas	RM, Gneis
7'	Rocas de colores uniformes, se separan en láminas, provenientes de lutitas principalmente.	8
8	Microcristales, de mica, grano fino	RM, Pizarras
8'	Cristales de mica de hasta un cm de diámetro, roca de aspecto escamoso.	RM, Esquistos
9	Rocas reactivas con ácido clorhídrico diluido	10 Calcitas o calcáreas
9'	Rocas reactivas con ácido clorhídrico concentrado o no reactivas	14
10	Provenientes de la precipitación en superficie, rocas muy puras	11
10'	Precipitadas en ambientes hidrotermales o de cuevas	12
11	Colores claros (translucidas), reacciona fácilmente	RS. Química, Calcita
11'	Colores claros (translucidas), reacciona fácilmente con HCl caliente	RSQ. Dolomita
12	Depositado de aguas hidrotermales, roca masiva, apariencia bandeada	RSQ. Aragonita, ónix
12'	Roca masiva o, formando capas o costras	13
13	Caliza impura, porosa o cristalina, forma estalactitas y estalagmitas	RSQ. Travertino
13'	Caliza impura depositada sobre raíces, hojas o tallos	RSQ. Tufa
14	Rocas reactivas con ácido clorhídrico concentrado, bandeadas, con bandas ondulantes o deformadas	RM. Mármol
14'	Rocas reactivas no reactivas al ácido clorhídrico	15
15	Dureza cercana a 7	16
15'	Dureza menor a 7	17
16	Depositado de aguas hidrotermales, roca masiva, apariencia bandeada	RSQ, Geysanita
16'	Bandas, nódulos o lentes asociados a calizas o lutitas, colores oscuros	RSQ. Pedernal, calcedonia
17	Dureza 2 - 2.5 brillo vítreo, sabor salado, en estratos de yeso	RSQ. Halita

17'	Dureza 1.5 - 2 brillo vítreo- sedoso, en estratos de calizas, arcilla o sal	RSQ, Yeso
18	textura vítrea, colores oscuros	RIE ácida obsidiana
18'	Cristales visibles al estereoscopio, no visibles (textura afanítica), frecuentemente porosa, con fragmentos vítreos	19
19	roca de color claro, marrón claro a rosa,	20
19'	Colores intermedios u oscuros	21
20	dureza 5-7, masivas, con pequeños cristales de cuarzo, moscovita	RIE. ácidas. Riolitas
20'	Textura vítrea, totalmente porosa, ligera	RIE. ácida, Pumita
21	Color gris a gris - verdoso; cuando masivas, dureza de 6; frecuentemente con cristales blancos de plagioclasa y oscuros de hornablenda	RIE. Intermedia, Andesita
21'	Color verde oscuro a negro, masivas	RIE. Básica, Basalto
22	Fragmentos con bordes angulosos	23
22'	Fragmentos con bordes redondeados o de restos orgánicos	28
23	Fragmentos con bordes angulosos de origen volcánico	24
23'	Fragmentos con bordes angulosos de origen sedimentario	27
24	Fragmentos de tamaño pequeño, arenas, polvos o cenizas	25
24'	Fragmentos de tamaño de gravas y mayores	26
25	Fragmentos de tamaño pequeño, polvos o cenizas	RIE, tobas *
25'	Fragmentos de tamaño pequeño, arenas,	RIE, areniscas *
26	Fragmentos de tamaño de gravas	RIE Brecha volcánica *
26'	Fragmentos de tamaño mayores, de forma elipsoidal,	RIE, bombas *
27	Fragmentos de rocas cementados por arcillas, caliza u otro material	RS Mecánica, Brecha
28	Fragmentos de rocas,	29
28'	Rocas compuestas de restos de organismos	32
29	Fragmentos mayores a 1/16 mm, cementados por arcillas, caliza u otro material	30
29'	Fragmentos menores de 1/16 mm, compactados entre sí	31
30	Fragmentos de 1/16 mm a 2 mm	RS M, arenisca
30'	Fragmentos mayores a 2 mm, gravas, guijarros, canto rodado, bloques	RS M, conglomerado
31	Rocas en capas, grosor mayor a 1 cm	RSM, Limolita
31'	Rocas en capas, grosor menor a 1 cm	RSM, Lutita
32	Rocas reactivas al HCl	33
32'	Rocas no reactivas al HCl	34
33	Restos de esqueletos de arrecifes	RS Orgánica Calcárea, caliza coralina
33'	Restos de conchas o testas	RSOC, Coquina
34	Roca de colores claros, pulverulenta, de esqueletos de diatomeas	RSO Silícea, diatomita
34'	Roca de colores oscuros, de restos vegetales	RSO carbonosa, carbón (turba, lignito, bitumen y antracita)
* RIE (Roca ígnea extrusiva), dependiendo del color (claro, grisáceo u oscuro), será RIE ácida, intermedia o básica.		

## GLOSARIO:

**Afanítica:** Textura de rocas ígneas en la cual los cristales son demasiado pequeños para que los minerales individuales puedan distinguirse a simple vista.

**Bandeado:** Textura de rocas metamórficas en la que los silicatos oscuros y claros están separados, dando a la roca un aspecto bandeado.

**Brecha:** Roca sedimentaria compuesta de fragmentos angulosos.

**Cantos:** Volumen mayor que el de una esfera de 256 ml. de diámetro.

**Clástico:** Formadas por fragmentos discretos y clastos sementados y compactados juntos.

**Clastos:** Fragmentos de roca preexistentes.

**Conglomerado:** Rocas sedimentarias compuestas de clastos redondeados del tamaño de la grava.

**Cristalina:** Sólido cuyos átomos están dispuestos en forma ordenada.

**Dolomita:** Roca compuesta de material dolomita un carbonato cálcico-magnésico.

**Escoriaceo:** Lava endurecida que ha mantenido las vesículas producidas por el escape de gases.

**Fanerítica:** Tipo de rocas ígneas que muestran una estructura de grano grueso.

**Félsica:** Término derivado de feldespato y sílice (cuarzo) (rocas graníticas), compuestas fundamentalmente por silicatos de colores claros: cuarzo y feldespatos.

**Foliadas:** Textura de las rocas metamórficas que proporciona a la roca un aspecto en capas.

**Guijarros:** Volumen mayor al de una esfera de 64 ml. De diámetro y menor que el anterior.

**Intermedia:** Composición intermedia o andesítica, rocas que contienen al menos un 25% de silicatos oscuros, principalmente anfíbol, piroxeno y biotita, el otro mineral dominante es la plagioclasa.

**Máfica:** Denominación dada a una roca ígnea que contiene un bajo contenido de sílice y en su lugar contiene altas cantidades de hierro. De esta manera, un suelo máfico es fácilmente detectable por su color rojizo producido por la oxidación del hierro.

**Micaceo:** Parecido o que contiene gran cantidad de mica

**No clástico:** Son el resultado de sedimentación química, pueden estar depositados por precipitación química (óxidos, carbonatos y fosfatos) o por evaporación de aguas en cuencas de circulación restringida (cloruros, sulfatos, carbonatos, nitratos y boratos).

**No foliada:** Tipo de rocas que no presentan una textura foliada, es decir, una disposición en planos de los minerales.

**Oolitica:** Con granos esferoides del tamaño de arena

**Piroclástica:** (Fragmentaria): Textura de roca ígnea resultante de la consolidación de fragmentos individuales de roca que son expulsados durante una erupción volcánica

**Pizarrociudad:** Este tipo de foliación está definida por la cristalización orientada de minerales planares muy pequeños, no visibles a simple vista (fundamentalmente micas), y es característica de condiciones de bajo grado metamórfico (baja P y T).

**Porfirítica:** Textura de roca ígnea caracterizada por dos tamaños de cristales claramente diferentes. Los cristales más grandes se denominan fenocristales, mientras que la matriz de cristales más pequeños se denomina pasta.

**Roca masiva:** Homogénea, compacta y uniforme

**Silex:** El sílex (SiO<sub>2</sub>), también llamado pedernal en su variedad nodular de color negro, es un mineral perteneciente a las anhídras amorfas dentro del grupo de la sílice (como el cuarzo o la calcedonia), todas ellas de la subclase de los tectosilicatos, de gran dureza (7 en la escala de Mohs), se usó en la Edad de Piedra para la elaboración de herramientas cortantes por su capacidad de romperse en lascas (fractura concoidea, láminas rectas con ligeras curvas).

**Toba:** La toba volcánica o tufo volcánico es un tipo de roca ligera, de consistencia porosa, formada por la acumulación de cenizas u otros elementos volcánicos muy pequeños expelidos por los respiraderos durante una erupción volcánica.

**Ultramáfica:** Aquellas que contienen minerales oscuros como piroxenos y olivinos.

**Vesicular:** Rocas ígneas que contienen pequeñas cavidades que se llaman vesículas que se forman cuando los gases escapan de la lava

**Vítrea:** Término utilizado para describir la textura de ciertas rocas ígneas, como la obsidiana, que no contienen cristales.

## MEDICION DE LA DENSIDAD EN ROCAS

### MÉTODO

1. Pesar la roca (WR) (Figura 1).
2. Agregar agua a la probeta hasta la marca de 50 ml.
3. Agregar la roca en la probeta con agua y anotar el volumen desplazado de agua por la roca (VD).
4. Registrar los datos en el Cuadro 1.



Figura 1. Balanza granataria y probeta graduada para densidad de las rocas.

### CÁLCULOS

$$DR = \frac{WR}{WD} = \text{g cm}^{-3}$$

Dónde:

DR = densidad de la roca (g cm<sup>-3</sup>).

WR = peso de la roca (g).

WD= volumen de agua desplazado por la roca (ml).





## PRACTICA No. 6. ROCAS SEDIMENTARIAS

### INTRODUCCION

Se forman a partir de restos de otras rocas, así como de partículas sedimentarias que se acumulan dando lugar a una verdaderas colecciones de capas consolidadas compuestas de partículas de roca de la superficie terrestre, erosionadas y depositadas en lugares bajos (sitios de depósito), como el fondo de los lagos, ríos o el piso oceánico, mientras que otras rocas sedimentarias se forman como producto de la precipitación directa de soluciones químicas, por lo regular, a través de procesos biológicos.

El término sedimentario proviene del latín *sedimentum*, que significa asentamiento.

**Objetivo:** Describir la textura, composición y estructuras de las rocas sedimentarias; identificar la naturaleza y energía del agente de transporte, las características del transporte, y el ambiente sedimentario en que se formó la roca, a partir de sus características texturales y composicionales; aprender a clasificar las rocas sedimentarias químicas, reconociendo si tienen un origen inorgánico o bioquímico.

#### **Material necesario para la práctica:**

1. Guía interactiva de minerales y rocas

#### **Desarrollo:**

Llenar tres fichas para descripción de rocas sedimentarias con base en la guía interactiva de minerales y rocas apoyándose de bibliografía en línea

### COMPOSICIÓN

Las rocas sedimentarias se forman a partir de derivados de rocas preexistentes o por precipitación química, lo cual hace que la composición de éstas sea muy compleja. Sin embargo, muchas de las rocas sedimentarias están compuestas de materiales abundantes en otras rocas que son estables bajo presión y temperaturas superficiales. El gran paquete de rocas sedimentarias está compuesto principalmente por cuatro constituyentes: cuarzo, calcita, arcilla y fragmentos de roca.

**CUARZO:** es el más abundante de los minerales clásticos de las rocas sedimentarias, debido a que es uno de los compuestos más abundantes de la corteza terrestre, con extremada resistencia, dureza y químicamente estable. Como solución es cementante en ciertas rocas clásticas de grano grueso.

**CALCITA:** es el principal constituyente de la caliza y el más común cementante de las areniscas y lutitas. El calcio es derivado de rocas ígneas ricas en plagioclasas cálcicas y el carbonato es derivado del agua y dióxido de carbono, el carbonato de calcio es precipitado directamente del agua de mar o es extraído del agua de mar por organismos que forman su exoesqueleto de calcita. Cuando los organismos mueren, sus esqueletos pasan a ser parte de sedimentos calcáreos formadores de calizas.

**ARCILLA:** los minerales arcillosos se desarrollan del intemperismo de silicatos, particularmente de feldespatos. Son de grano muy fino y generalmente forman lodos y lutitas.

**FRAGMENTOS DE ROCA:** son minerales de la roca que no han sido disgregados aún. Constituyen gran parte de las rocas clásticas de grano grueso.

**OTROS MINERALES:** como son dolomita en calizas, feldespatos y micas en areniscas con poco intemperismo, halita y yeso por evaporación de agua de mar en zonas someras, materia orgánica, en gruesas capas de carbón, entre otros.

## TEXTURA

La textura de las rocas sedimentarias consiste en la dimensión, forma y disposición de los elementos que la componen. Existen principalmente dos tipos de textura:

### Textura clástica o detrítica:

Compuesta por fragmentos o detritos de roca u otro material que haya sufrido erosión, transporte y depósito, cementados o compactados. Esta textura se basa principalmente en el tamaño de las partículas, teniéndose texturas de grano grueso como gravas, guijarros (mayores de 2mm de diámetro); de grano medio, arenas (2mm a 1/16 de mm) y de grano fino, limos y arcillas (menores de 1/16 de mm).

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
Fino (de 1/16 a 1/256 mm)		Limo	Limolita
Muy fino (menos de 1/256 mm)		Arcilla	Lutita

### Identificación de las rocas sedimentarias.

Las rocas sedimentarias se dividen en dos grupos principales, detríticas y químicas, según el origen de sus sedimentos. El principal criterio para denominar las rocas sedimentarias detríticas es el tamaño de los clastos, mientras que la distinción entre las rocas sedimentarias químicas se basa, primordialmente, en su composición mineral.

Rocas sedimentarias químicas		
Composición	Textura	Nombre de la roca
Calcita, $\text{CaCO}_3$	No clástica: cristalino de fino a grueso	Caliza cristalina
		Travertino
	Clástica: caparazones y fragmentos de caparazón visibles, cementados débilmente	Coquina
	Clástica: caparazones y fragmentos de caparazón de diversos tamaños cementados con cemento de calcita	Caliza fosilífera
Cuarzo, $\text{SiO}_2$	No clástica: cristalino muy fino	Rocas silíceas (silix) (color claro) Pedernal (color oscuro)
		Yeso, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Halita, $\text{NaCl}$	No clástica: cristalino de fino a grueso	Salgema
Fragmentos vegetales alterados	No clástica: materia orgánica de grano fino	Hulla

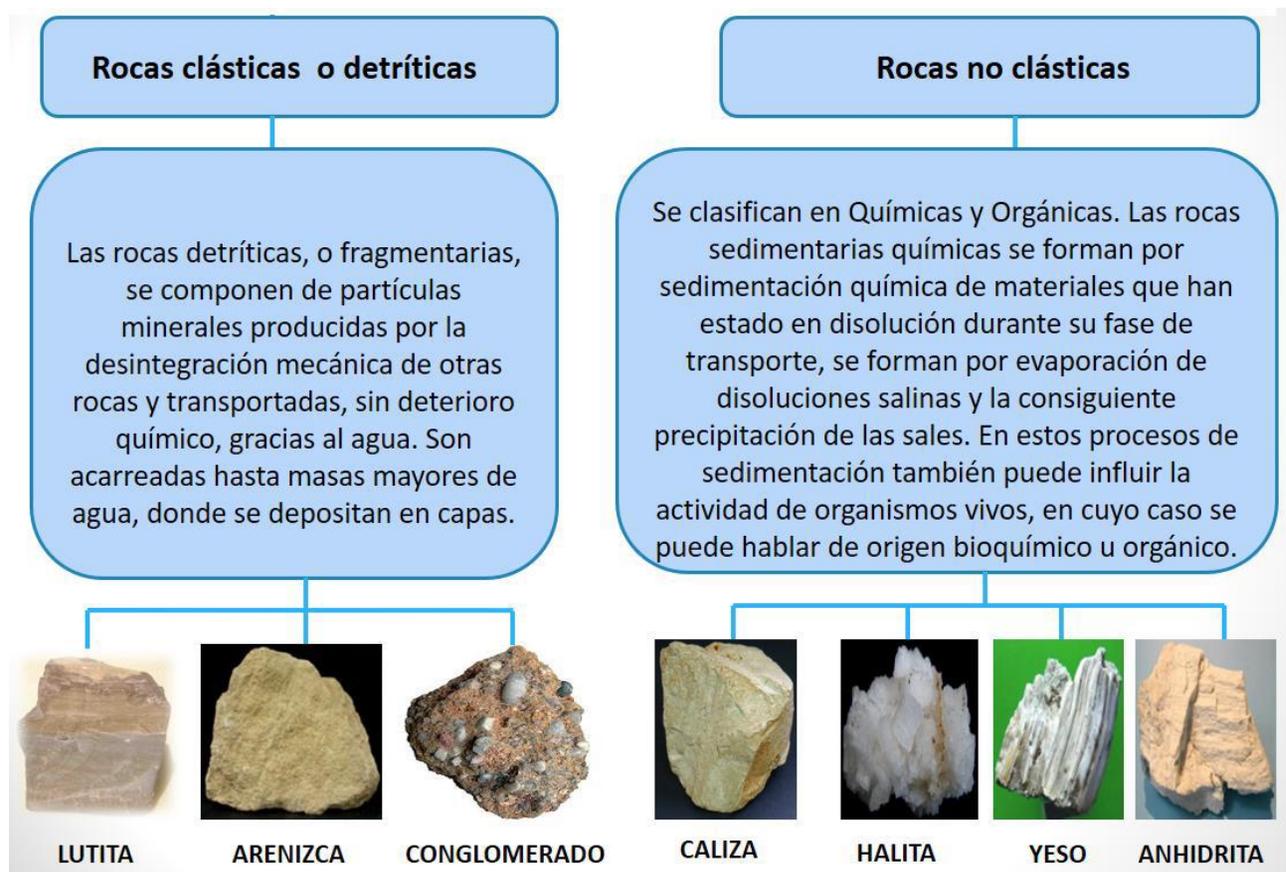
C o q u i z i m a i c a

### Textura no clástica o química:

Las texturas de las rocas sedimentarias químicas son distintas a las detríticas, ya que son resultado de la cristalización de soluciones precipitadas o materiales amorfos o recristalización de materiales microcristalinos. Por lo tanto, las texturas son análogas a las texturas que presentan las rocas ígneas o metamórficas, aunque generalmente, constituidas por un mineral dominante.

Son producidas por la disolución de material en aguas continentales o marinas y son precipitadas por evaporación, cambios químicos o actividad biológica.

Estas texturas cristalinas pueden ser descritas como gruesa o macrocristalina (mayores de 2mm de diámetro), media o mesocristalina (2mm a 1/16 de mm) y fina o microcristalina (menor de 1/16 de mm).



### Otras texturas:

**Textura oolítica:** los precipitados de carbonato de calcio marino, de forma esférica, depositados en capas concéntricas alrededor del núcleo, que puede ser un fragmento de concha o de roca, del tamaño de arena, reciben el nombre de oolitos y se forman en zonas de flujo y reflujos del oleaje de relativa baja energía. Estos oolitos llegan a formar calizas semejantes a areniscas con fragmentos bien redondeados.

**Textura esqueletal:** la roca presenta una textura similar a la clástica, pero los materiales que la componen son principalmente fragmentos de restos de organismos calcáreos muertos, formando fundamentalmente calizas.

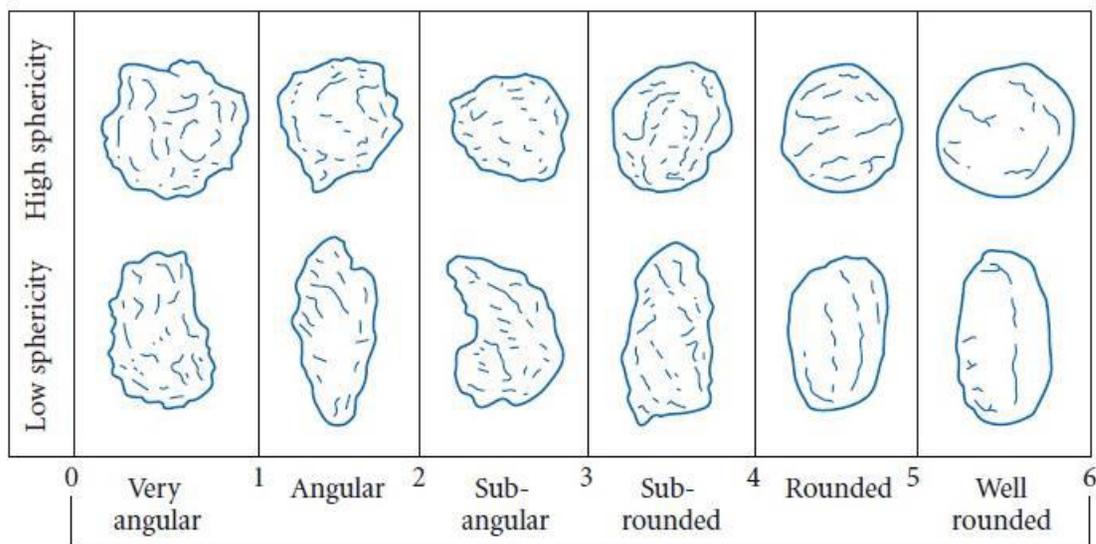
## IDENTIFICACIÓN DE ROCAS SEDIMENTARIAS:

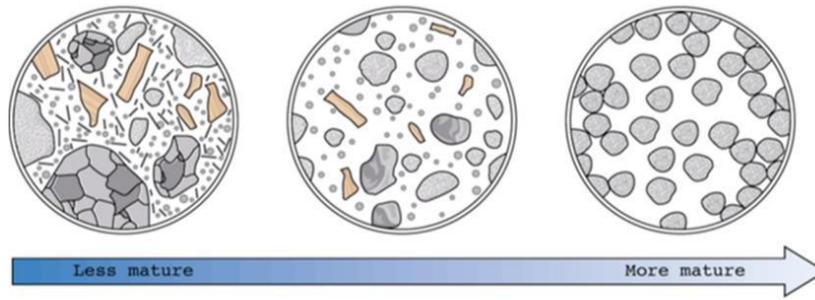
La variedad de fuentes de material y medios sedimentarios dificulta la elaboración de un esquema de clasificación que englobe todo el tipo de rocas. Sin embargo, se distinguen dos clases mayores de rocas sedimentarias.

### Clasificación de las rocas detríticas o clásticas

Tamaño (mm)	Nombre del clasto	Nombre del sedimento	Roca detrítica o clástica
>256	BLOQUE	GRAVA (clastos redondeados)	Conglomerado
4-64	CANTO	GRAVA (clastos angulosos)	Brecha
1/16-2	GRANO	ARENA	Arenisca
1/256-1/16	GRÁNULO	LIMO	<u>Limolita</u>
<1/256	PARTÍCULA	ARCILLA	<u>Lutita</u>

- Rocas detríticas: clasificadas de acuerdo al tamaño del grano.
- Rocas químicas: están clasificadas en base a la composición mineral.



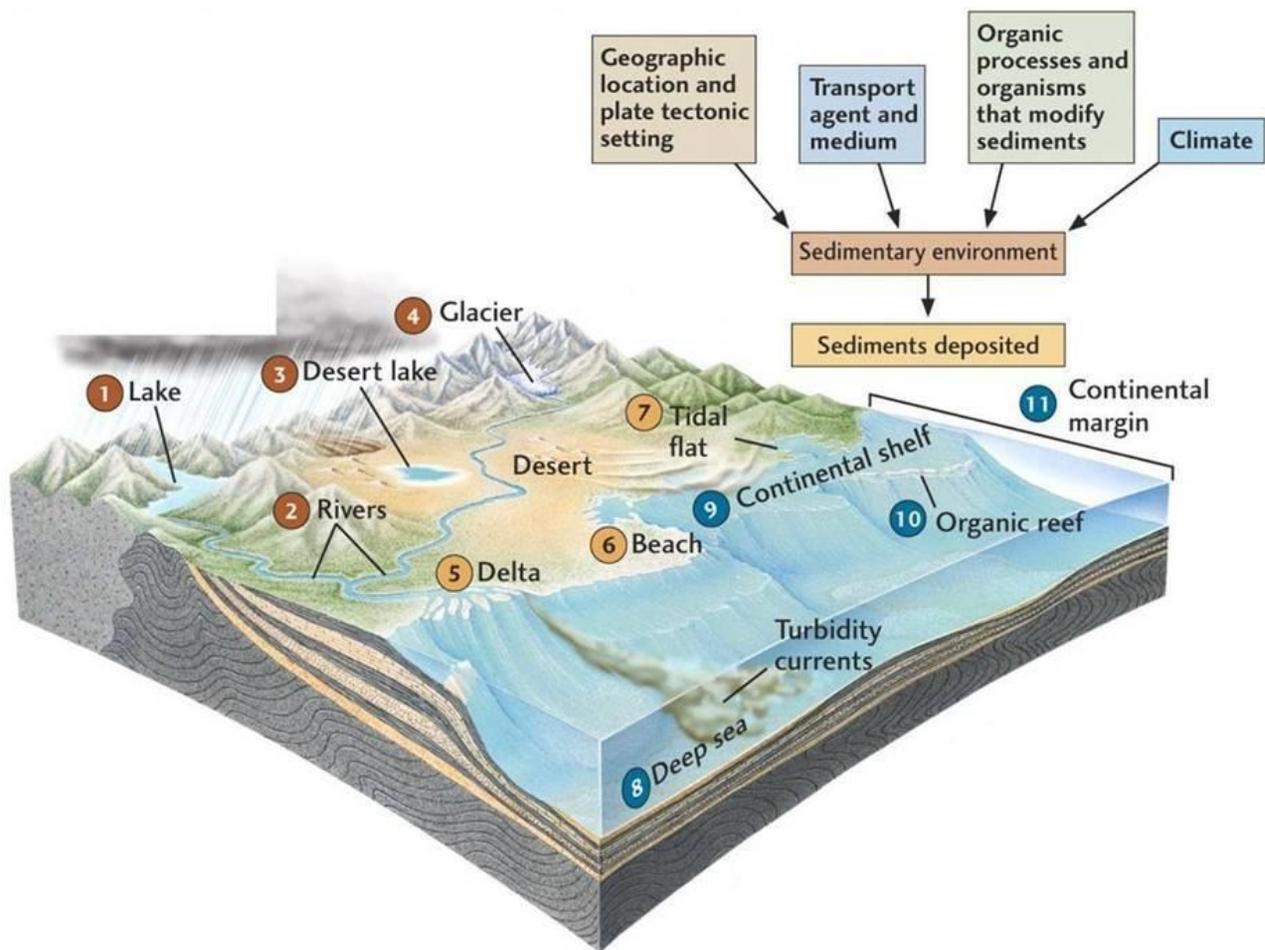


**madurez textural**

Inmaduro	submaduro	maduro	super maduro
abundante matriz	matriz escasa o ausente		
clastos poco seleccionados		clastos bien seleccionados	
clastos angulosos a subredondeados			clastos redondeados

### Classification of Sedimentary Rocks

Texture	Composition	Rock Name	
<b>Chemical Precipitates</b>			
Chemical or Organic (non-clastic)	Medium to coarse grained	Calcite (CaCO <sub>3</sub> )	CRYSTALLINE LIMESTONE
	Microcrystalline, conchoidal fracture		MICRITE
	Aggregates of oolites (looks like white caviar)		OOLITIC LIMESTONE
	Fossils and fossil fragments loosely cemented		COQUINA (shells)
	Abundant fossils in calcareous matrix		FOSSILIFEROUS LIMESTONE
	Shells of microscopic organisms, clay--soft		CHALK
	Banded Calcite		TRAVERTINE
	Textural variets similar to limestone	Dolomite (CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> )	DOLOMITE
	Cryptocrystalline, dense, conchoidal fracture	Chalcedony (SiO <sub>2</sub> )	CHERT
	Fine to coarse crystalline	Gypsum (CaSO <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O)	GYPSUM
	Fine to coarse crystalline	Halite (NaCl)	ROCK SALT



Continental Environments		1	2	3	4
		<b>Lake</b>	<b>Alluvial</b>	<b>Desert</b>	<b>Glacial</b>
Transport agent		Lake currents, waves	River currents	Wind	Ice, meltwater
Sediments		Sand and mud, saline precipitates in arid climates	Sand, mud, and gravel	Sand and dust	Sand, mud, and gravel
Climate		Arid to humid	Arid to humid	Arid	Cold
Organic processes		Freshwater organisms and precipitates	Organic matter in muddy flood deposits	Little organic activity	Little organic activity

Shoreline Environments		5	6	7
		<b>Delta</b>	<b>Beach</b>	<b>Tidal flats</b>
Transport agent		River currents, waves	Waves, tidal currents	Tidal currents
Sediments		Sand and mud	Sand and gravel	Sand and mud
Climate		Arid to humid	Arid to humid	Arid to humid
Organic processes		Burial of plant debris	Little organic activity	Organisms mix sediments

Marine Environments		8	9	10	11
		<b>Deep sea</b>	<b>Continental shelf</b>	<b>Organic reefs</b>	<b>Continental margin</b>
Transport agent		Ocean currents, settling	Waves and tides	Waves and tides	Ocean currents and waves
Sediments		Mud	Sand and mud	Calcified organisms	Mud and sand
Organic processes		Deposition of remains of organisms	Deposition of remains of organisms	Secretion of carbonates by corals and other organisms	Deposition of remains of organisms

## MEDICION DE LA DENSIDAD EN ROCAS

### MATERIAL

Balanza granataria  
Probeta graduada de 100 ml  
Agua de la llave

### MÉTODO

1. Pesar la roca (WR) (Figura 1).
2. Agregar agua a la probeta hasta la marca de 50 ml.
3. Agregar la roca en la probeta con agua y anotar el volumen desplazado de agua por la roca (VD).
4. Registrar los datos en el Cuadro 1.



Figura 1. Balanza granataria y probeta graduada para densidad de las rocas.

### CÁLCULOS

$$DR = \frac{WR}{WD} = \text{g cm}^{-3}$$

Dónde:

DR = densidad de la roca (g cm<sup>-3</sup>).

WR = peso de la roca (g).

WD= volumen de agua desplazado por la roca (ml).



## PRÁCTICA No. 7. ROCAS METAMÓRFICAS

### INTRODUCCION

Rocas formadas por la modificación de otras preexistentes en el interior de la Tierra (pero todavía en estado sólido) mediante calor, presión y/o fluidos químicamente activos. Las rocas metamórficas se forman a partir de rocas ígneas, sedimentarias o incluso de otras rocas metamórficas. Por tanto, todas las rocas metamórficas tienen una roca madre: la roca a partir de la cual se formaron. La palabra metamórfico se deriva de la palabra griega meta que significa cambio y morphe forma.

La mayoría de los cambios metamórficos ocurren bajo las temperaturas y presiones elevadas que existen en la zona que empieza a unos pocos kilómetros por debajo de la superficie terrestre y se extiende hacia el manto superior. El metamorfismo tiene lugar con temperaturas de 250-800°C.

**Objetivo:** Describir la textura y composición mineralógica de las rocas metamórficas; aprender a identificar el protolito y el tipo de metamorfismo responsable de la formación de las rocas metamórficas.

#### **Materiales:**

1. Guía interactiva de minerales y rocas

#### **Desarrollo:**

- a) Llenar tres fichas para descripción de rocas metamórficas con base en la guía interactiva de minerales y rocas, apoyándose de bibliografía en línea

### COMPOSICIÓN

La recristalización a altas temperaturas produce un grupo distintivo de minerales metamórficos, muchos de ellos diferentes a los que se encuentran en rocas ígneas o sedimentarias, o bien, algunos minerales encontrados en rocas ígneas o sedimentarias, o bien, algunos minerales encontrados en rocas ígneas persisten o reaparecen durante la recristalización como el cuarzo, la biotita, piroxenos y anfíboles. En las rocas sedimentarias la calcita y la dolomita también persisten. Los minerales distintivos de metamorfismo son utilizados para la clasificación y nombramiento de las rocas metamórficas y muestran un amplio rango de diversidad química.

### TEXTURA

Las texturas más utilizadas en la clasificación de las rocas metamórficas son simplemente:

Foliada: cuando los minerales tienden a estar ordenados en franjas paralelas de granos planos o alargados, dando a la roca un clivaje en forma de hojas o láminas delgadas, es decir, presentan foliación.

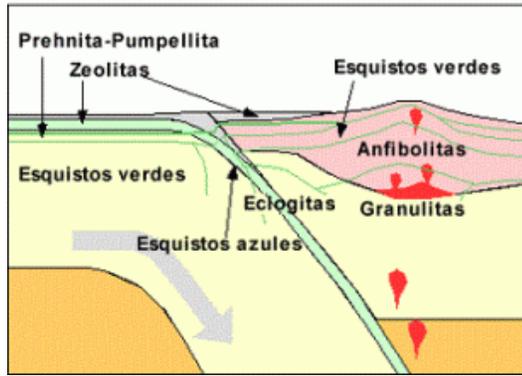
ROCAS FOLIADAS		
Grado del metamorfismo (regional)		
BAJO	MEDIO	ALTO
Roca de origen		
Arcillosa	Arenosa/Arcillosa	Arenosa/Arcillosa
		
PIZARRA	ESQUISTO	GNEIS
Colores oscuros (gris-negro) con grano fino. Presenta foliación en láminas finas y paralelas fácilmente separables.	Brillo intenso y color variable. Los minerales son de grano grueso y visibles a simple vista. Foliación ondulada.	Colores claros y oscuros en bandas. Foliación gruesa e irregular

No foliada: textura densa, no pueden verse a simple vista los granos individuales y no muestran clivaje de roca, o bien la roca puede presentar textura granular, pero sin clivaje.

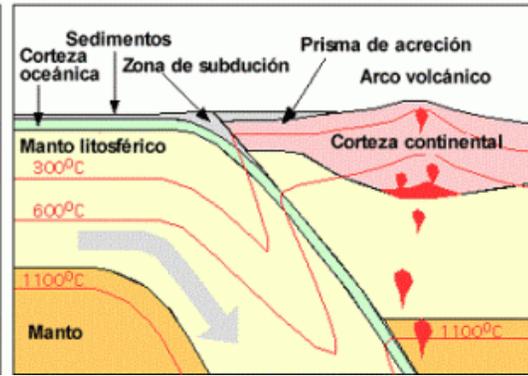
ROCAS NO FOLIADAS			
Tipo de metamorfismo			
térmico o regional	térmico o regional	de contacto	dinámico
Roca de origen			
Arenisca rica en cuarzo	Caliza	Rica en cuarzo	Plano de falla
			
CUARCITA	MÁRMOL	CORNEANAS	BRECHA DE FALLA
Colores claros. Muy dura. No reacciona con HCl.	Color variable. Presenta granos recristalizados. Reacciona con HCl.	Color gris-verdoso. Aspecto liso o moteado, grano fino con cristales de andalucita u otros minerales.	Aspecto irregular. Está formada por fragmentos angulosos de tamaño variable.



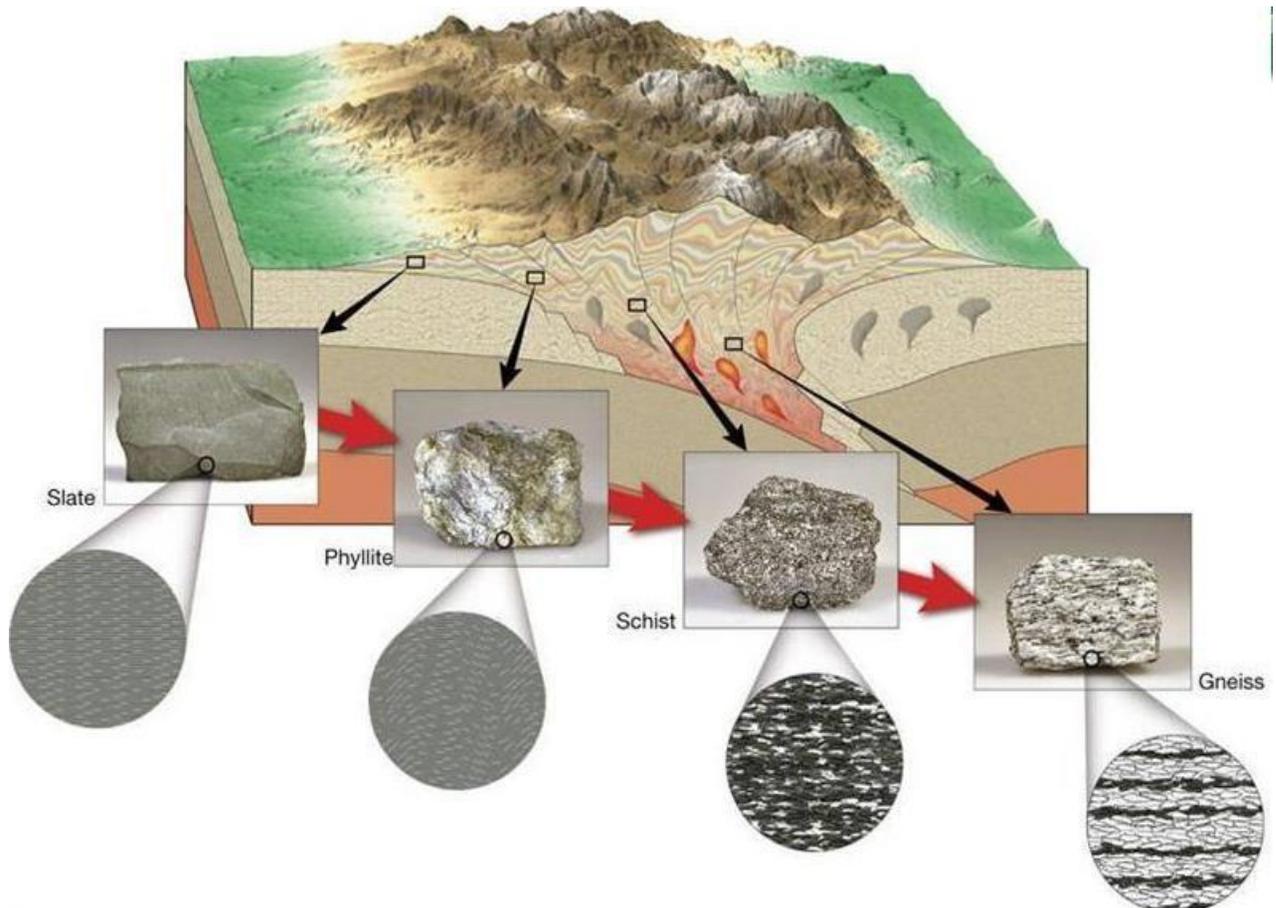
## Facies metamórficas

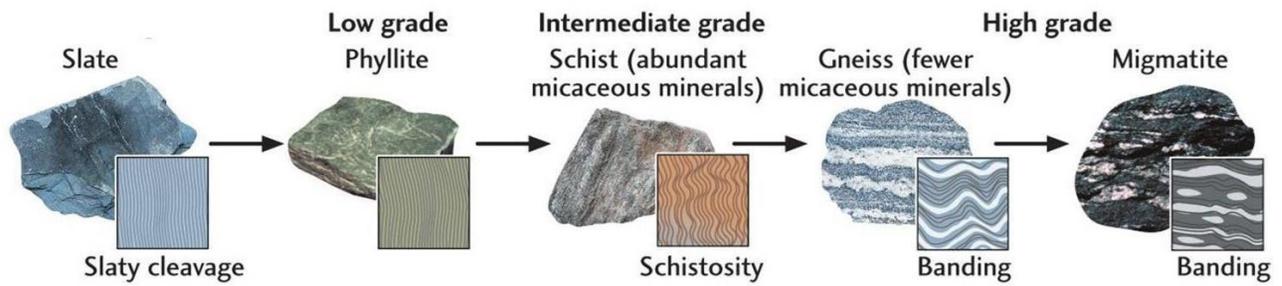


## Distribución de temperaturas

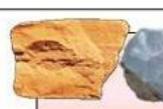


Facies	Minerales o asociaciones diagnósticas
zeolitas	zeolitas
esquistos verdes	albita, tremolita-actinolita, clorita, epidota
anfibolitas	hornblenda y plagioclasa
granulitas	piroxeno y feldespato
esquistos azules	glaucófano
eclogitas	onfacita y granate





## Metamorphic rocks

Common metamorphic rocks					
Original rock and metamorphism	Clay minerals	Clay minerals or slate	Clay minerals, slate, or schist	Sandstone with quartz	Limestone
	 increase in temperature and pressure	 intense increase in temperature and pressure	 very intense increase in temperature and pressure	 intense increase in temperature and pressure	 increase in temperature and pressure
Metamorphic rock	 <b>SLATE</b>	 <b>SCHIST</b>	 <b>GNEISS</b>	 <b>QUARTZITE</b>	 <b>MARBLE</b>

### Glosario:

Clay-Arcilla  
 Sandstone-Arenisca  
 Limestone- Caliza  
 Slate-Pizarra  
 Schist-Esquisto  
 Gneiss-Gneiss  
 Quartzite-Cuarcita  
 Marble- marmol  
 Phyllite-Filita  
 Slaty-pizarroso  
 Cleavage-corte  
 Fewer-menos

## MEDICION DE LA DENSIDAD EN ROCAS

### MÉTODO

1. Pesar la roca (WR) (Figura 1).
2. Agregar agua a la probeta hasta la marca de 50 ml.
3. Agregar la roca en la probeta con agua y anotar el volumen desplazado de agua por la roca (VD).
4. Registrar los datos en el Cuadro 1.



Figura 1. Balanza granataria y probeta graduada para densidad de las rocas.

### CÁLCULOS

$$DR = \frac{WR}{WD} = \text{g cm}^{-3}$$

Dónde:

DR = densidad de la roca (g cm<sup>-3</sup>).

WR = peso de la roca (g).

WD= volumen de agua desplazado por la roca (ml).

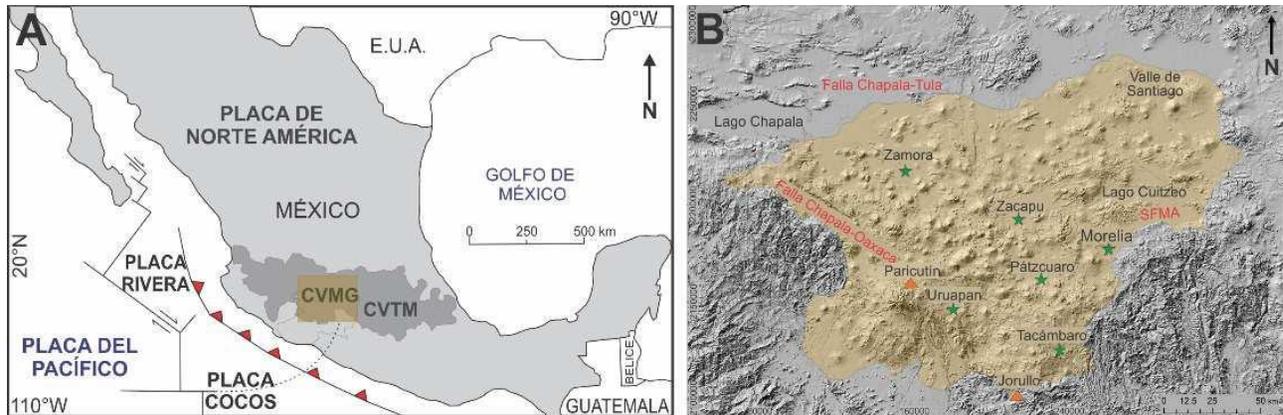


## Practica de campo No. 8 “Ubicación, geología y geomorfología del volcán Parícutín”

### Introducción

México tiene con una gran diversidad en muchos aspectos, incluyendo el biológico, climático y geológico. Los estratos y formaciones de rocas sedimentarias, metamórficas e ígneas de nuestro país contienen registrados eventos de los últimos 1,800 millones de años en la historia de la Tierra. Dentro de la Geodiversidad de México podemos encontrar diferentes paisajes, siendo el ambiente volcánico el que más parte cubre de la superficie nacional 40% aproximadamente (Macias y Capra 2004).

Actualmente la mayor parte del vulcanismo activo en México se encuentra en lo que se conoce como el Cinturón Volcánico Trans-Mexicano (CVTM) el cual es un arco volcánico continental creado por la convergencia de la placa de Cocos y Norte América (Demant 1978, Ferrari et al. 1999). El CVTM comenzó su actividad aproximadamente hace 15 Ma en el Mioceno Medio y actualmente continúa activo (Siebe et al. 2006, Ferrari et al. 2012). El CVTM tiene una orientación E-W con una longitud de más de 1,000 km en el centro del México, con más de 8,000 volcanes de diferentes tipos, composiciones y edades (Mooser 1969, Demant 1978, Gómez-Tuena et al. 2007), lo que hace uno de los arcos volcánicos más complejos y diversos del mundo (Gómez-Vasconcelos, 2018) (Fig. 1 A).



**Fig. 1.** A, Contexto tectónico del Cinturón Volcánico Trans-Mexicano (CVTM) y localización del Campo Volcánico Michoacán-Guanajuato (CVMG). B, Los volcanes Parícutín y Jorullo dentro del Campo Volcánico Michoacán-Guanajuato (área anaranjada), las principales ciudades y estructuras tectónicas. SFMA, Sistema de Fallas Morelia-Acambay (Tomado de Gómez-Vasconcelos, 2018).

En la zona centro occidente del CVTM se encuentra el Campo Volcánico Michoacán-Guanajuato (CVMG). En esta región que abarca la parte Norte del estado de Michoacán y la parte sur del estado de Guanajuato contiene cerca de  $1,200 \pm 200$  volcanes monogenéticos con una gran variedad de estructuras, como conos de escoria, volcanes en escudo pequeño, domos de lava, maares, anillos de tobas y flujos de lava (Hasenaka y Carmichael 1987; Hasenaka 1994) entre ellos el Jorullo (1759-1774), y el Parícutín (1943-1952) (Fig. 1 B).

En el CVMG más del 90% de las estructuras volcánicas son conos de escoria, los cuales son volcanes pequeños formados por la acumulación de ceniza, lapilli y bombas o bloques y son producto de erupciones estrombolianas y/o vulcanianas. Algunos conos de escoria tienen flujos de lava asociados, los cuales son originados por erupciones de tipo hawaiana (Wood 1980). En el CVMG existe una densidad media de 2.5 conos por 100 km<sup>2</sup> y una dimensión promedio de 90 m de altura x 800 m de

diámetro basal, con un cráter de 230 m de diámetro y un volumen promedio de 0.021 km<sup>3</sup> (Hasenaka y Carmichael 1985b).

El CVMG inició su desarrollo en el Plioceno tardío, aunque su actividad se incrementa a partir del Pleistoceno y es más abundante durante el Holoceno (Hasenaka y Carmichael 1985a, Ban et al. 1992, Guilbaud et al. 2012, Siebe et al. 2014, Pola et al. 2015, Reyes-Guzmán et al. 2018, Osorio-Ocampo et al. 2018). Las edades absolutas reportadas hasta ahora varían entre 3.974 y 0.0001 Ma, las cuales constituyen el 17% de todo el CVMG (Gómez-Vasconcelos, 2018). Lo que indica que en promedio un nuevo volcán nace cada >500 años, sin embargo, se sabe que en el CVMG la producción de magma es muy variable en tiempo y espacio, o bien en una densidad y distribución espacial heterogénea, observándose la aparición de volcanes jóvenes como son el Jorullo (1759-1774) y el Parícutín (1943-1952) en un intervalo menor de 500 años (Gómez-Vasconcelos, 2018).

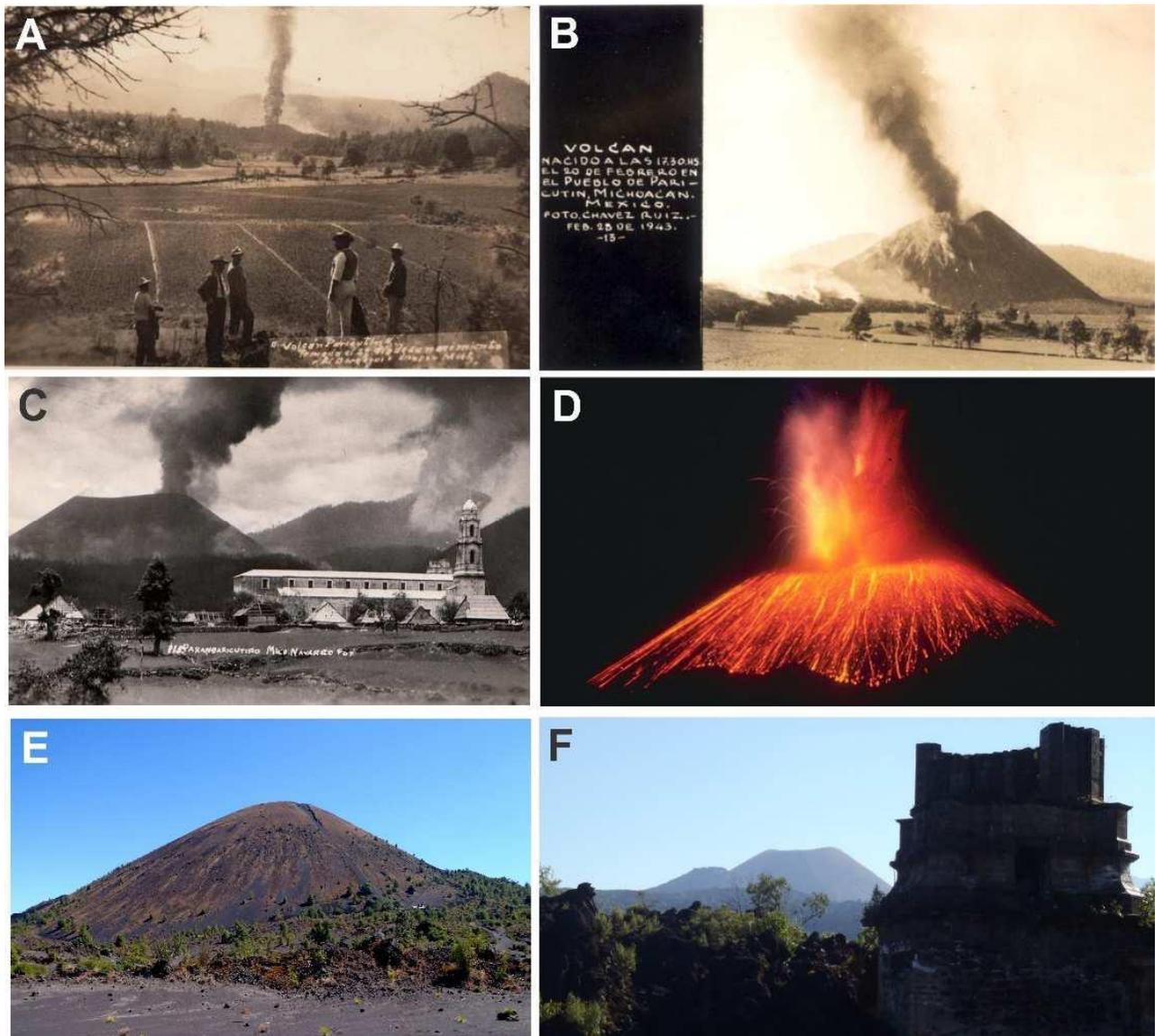
### **El Parícutín**

El volcán Parícutín es un cono de escoria que se localiza al suroeste del CVMG, 25 km al noroeste de la ciudad de Uruapan. Este volcán tuvo una erupción histórica con duración de nueve años (1943-1952). La formación y evolución de este volcán ha capturado el interés de muchos científicos a nivel mundial, haciendo un de los ejemplos más sobresalientes del origen, dinámica de erupción y evolución de conos de escoria monogenéticos (Gómez-Vasconcelos, 2018).

Los primeros indicios del nacimiento del volcán comenzaron 44 días antes con intensa actividad sísmica en la región. El primer sismo precursor ocurrió el 7 de enero con una magnitud de 4.4. Después ocurrieron 21 sismos tectónicos con magnitudes entre 3.2 y 4.5, casi todos localizados 320 km al este del volcán (Yokoyama y De la Cruz-Reyna 1990). No fue sino hasta el 20 de febrero de 1943 que se comenzaron a escuchar ruidos similares al de un trueno e inmediatamente después se formó una grieta de casi 30 metros de largo en su campo de cultivo, de acuerdo con el recuento del señor Dionisio Pulido en la parcela que él trabajaba (Gómez-Vasconcelos, 2018).

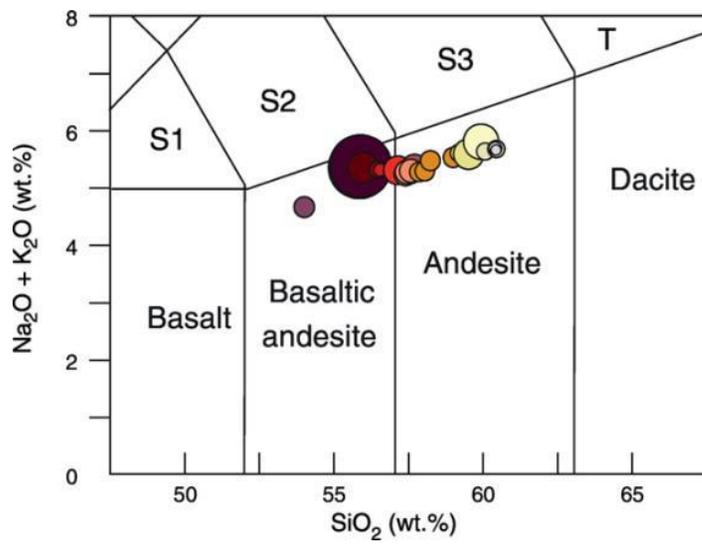
Ese mismo día, y de esa grieta o fisura, comenzaron a salir gases, columnas de ceniza (fragmentos de roca y cristales) y lluvias de bombas y bloques (Fig. 2) (Foshag y González 1956). Durante las primeras 24 horas ya se había formado un volcán de 30 metros de altura y después de 10 días ya había alcanzado los 148 metros. Ezequiel Ordóñez y Ariel Hernández Velasco clasificaron la actividad explosiva del volcán en tres fases: la primera consistió en erupciones explosivas formando una columna eruptiva y material piroclástico, la segunda consistió en periodos de calma alternados con periodos de actividad explosiva y la tercera fase se caracterizó por emanaciones de gases y ceniza (Segerstrom y Gutiérrez 1947). El volcán siguió creciendo con erupciones de tipo estromboliana y vulcaniana (Erlund et al. 2010) hasta alcanzar su altura máxima de 385 metros (Wilcox 1948) el 31 de diciembre de 1947, con un diámetro basal entre 770 y 950 m y un diámetro del cráter entre 240 y 250 m (Wilcox 1948, Hasenaka y Carmichael 1985b) en Gómez-Vasconcelos (2018).

El 3 de abril de 1943 comenzó la actividad efusiva con la emanación de flujos de lava tipo A'a' a temperaturas de aprox. 1200°C desde varios puntos de emisión localizados al noreste y sureste del cono, llamados Quiquichio, Ahuán, hornitos presentaci bocas (Kennedy 1946, Zies 1946, Segerstrom y Gutiérrez 1947). Del 18 de octubre de 1943 al 8 de enero de 1944 se formó el Zapichu/Sapichu (que en purépecha significa "hijo"), un volcán adventicio o satélite localizado en la ladera noreste del Parícutín, del cual emanaron la mayoría de los flujos de lava. El volumen total de los flujos de lava fue estimado en 0.7 km<sup>3</sup> por Scandone (1979) en Gómez-Vasconcelos (2018).



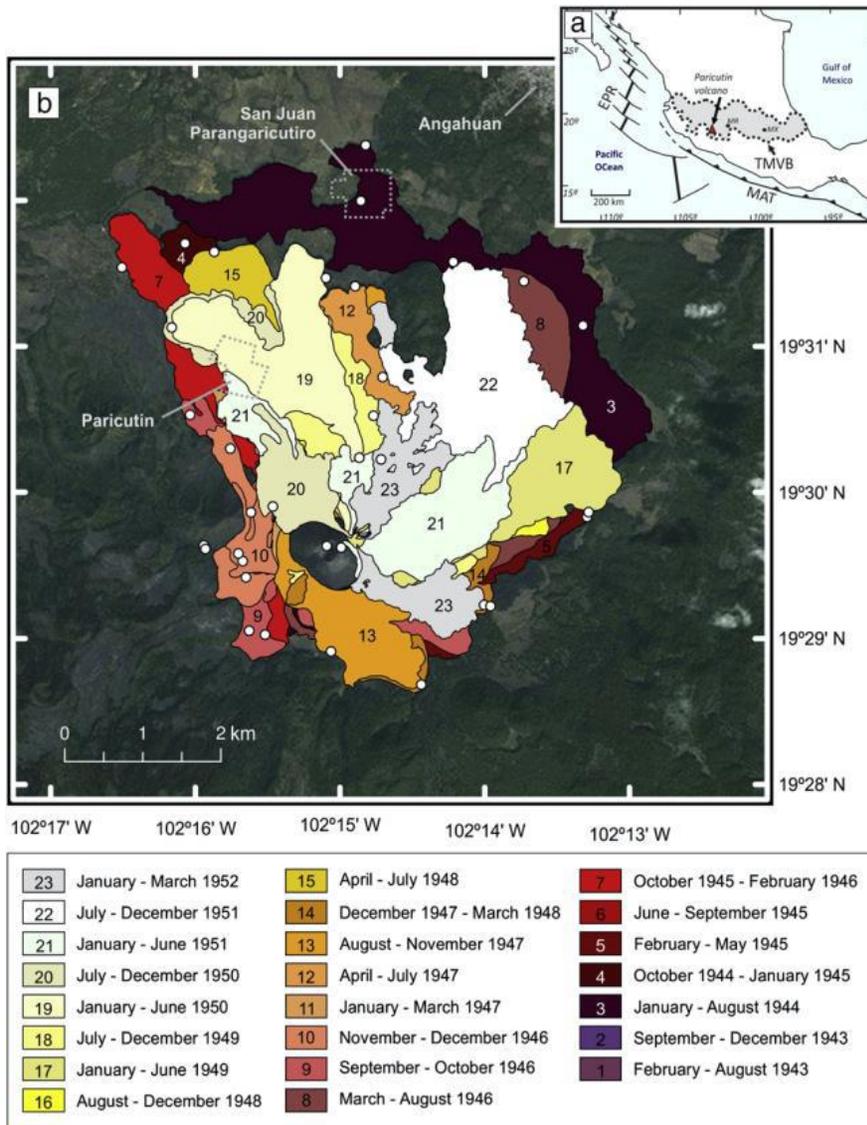
**Figura 2.** A, Fotografía del Parícutín tomada por Chávez Ruíz el segundo día de su nacimiento. B, Fotografía del crecimiento del volcán, tomada el 28 de febrero de 1943 por Chávez Ruíz. C, Fotografía de la iglesia y pueblo de San Juan Parangaricutiro por Navarro. D, Espectáculo nocturno del volcán Parícutín en erupción, fotografía tomada por Wilcox en 1943. E y F, Apariencia actual del volcán Parícutín y parte de las ruinas de la iglesia en el viejo San Juan Parangaricutiro (Tomado de Gómez-Vasconcelos, 2018).

Después de la erupción diversos autores han estudiado la composición química de las cenizas y lavas emitidas por el volcán, entre ellos Wilcox (1954), Hasenaka y Carmichael (1987), Pioli et al. (2008), Erlund et al. (2010) y Cebriá et al. (2011b). Estos autores encontraron que el magma evolucionó, entre los años 1947 y 1948, desde una composición andesita-basáltica a andesítica debido a procesos de asimilación cortical y cristalización fraccionada (Luhr 2001, Erlund et al. 2010, Rowe et al. 2011). Las lavas del Parícutín pertenecen a la serie calco-alcalina (Cebriá et al. 2011b) y contienen fenocristales de olivino y microfenocristales de plagioclasa, olivino, ortopiroxeno y clinopiroxeno (Wilcox 1954) en Gómez-Vasconcelos (2018).



**Fig. 3.** Diagramas (TAS) Total alkalis vs. SiO<sub>2</sub> de los 23 flujos de lava del Parícutin (Tomado de Larrea et al. 2017).

Durante los nueve años de su actividad emitió un volumen total de magma entre 1.32 km<sup>3</sup> (Scandone 1979, McBirney 1987) y 1.68 km<sup>3</sup> (Larrea et al. 2017), además se reconocen más de 23 fases eruptivas bien diferenciadas que afectaron a más de 2,500 personas, sepultando por completo los poblados de San Juan Parangaricutiro y Parícutín y dañando a las comunidades de Zirosto, Zacán y Angahuan (Nolan 1979). El volcán Parícutín se extinguió el 4 de marzo de 1952 (Luhr et al. 1993; Gómez-Vasconcelos, 2018) (Fig. 4).



**Fig. 4.** Fases eruptivas del volcán Parícutín (Tomado de Larrea et al. 2017).

## Materiales y métodos

Lista de materiales:

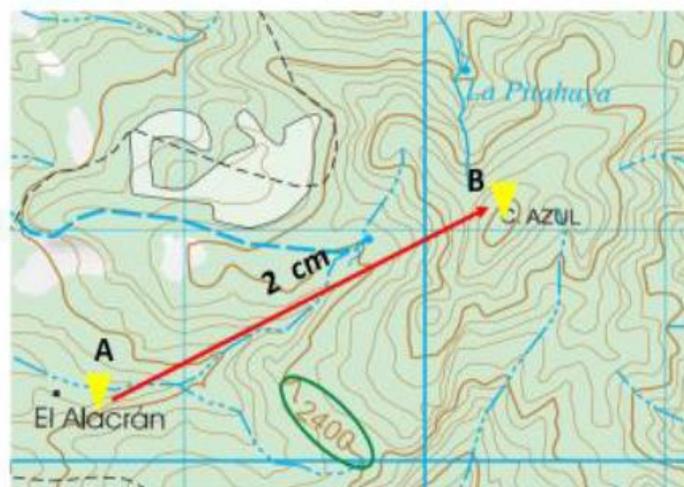
- Hoja de acetato
- Hojas milimétricas
- Tabla de apoyo o clipboard de madera, cartón a acrílico tamaño carta para apoyarse y poder escribir
- Plumones de punto extrafino tinta permanente por lo menos de dos colores (incluya color negro).
- Calculadora
- Juego de geometría
- Tabla de color
- Martillo de geólogo
- Lupa de mano
- Brujula
- Sombrilla de tamaño mediano y muy fuerte
- Sombrero
- Botas de trabajo, uso rudo
- Ropa cómoda de colores claros

## Actividad No 1 Pendiente en porcentaje y grados en una carta topográfica escala 1:50 000

Instrucciones.

Determinar la pendiente en (%) y en (°) del volcán Paricutín de la cara por donde subió a la cumbre  
Anotar los resultados en el cuadro 1.

Cuadro



Figura

Calcular la pendiente en % y en grados entre los puntos A 2300 m y B 2600 m cuya distancia es de 2 cm y la escala del mapa es de 1: 50 000.

$$\text{a) \% Pendiente} \times 100 = \frac{\text{DIFERENCIA DE COTAS m}}{\text{DISTANCIA GEOMÉTRICA m}} = \frac{2600-2300}{2 \text{ cm} (50\,000)} = \frac{300 \text{ m}}{1000 \text{ m}} = 30\%$$

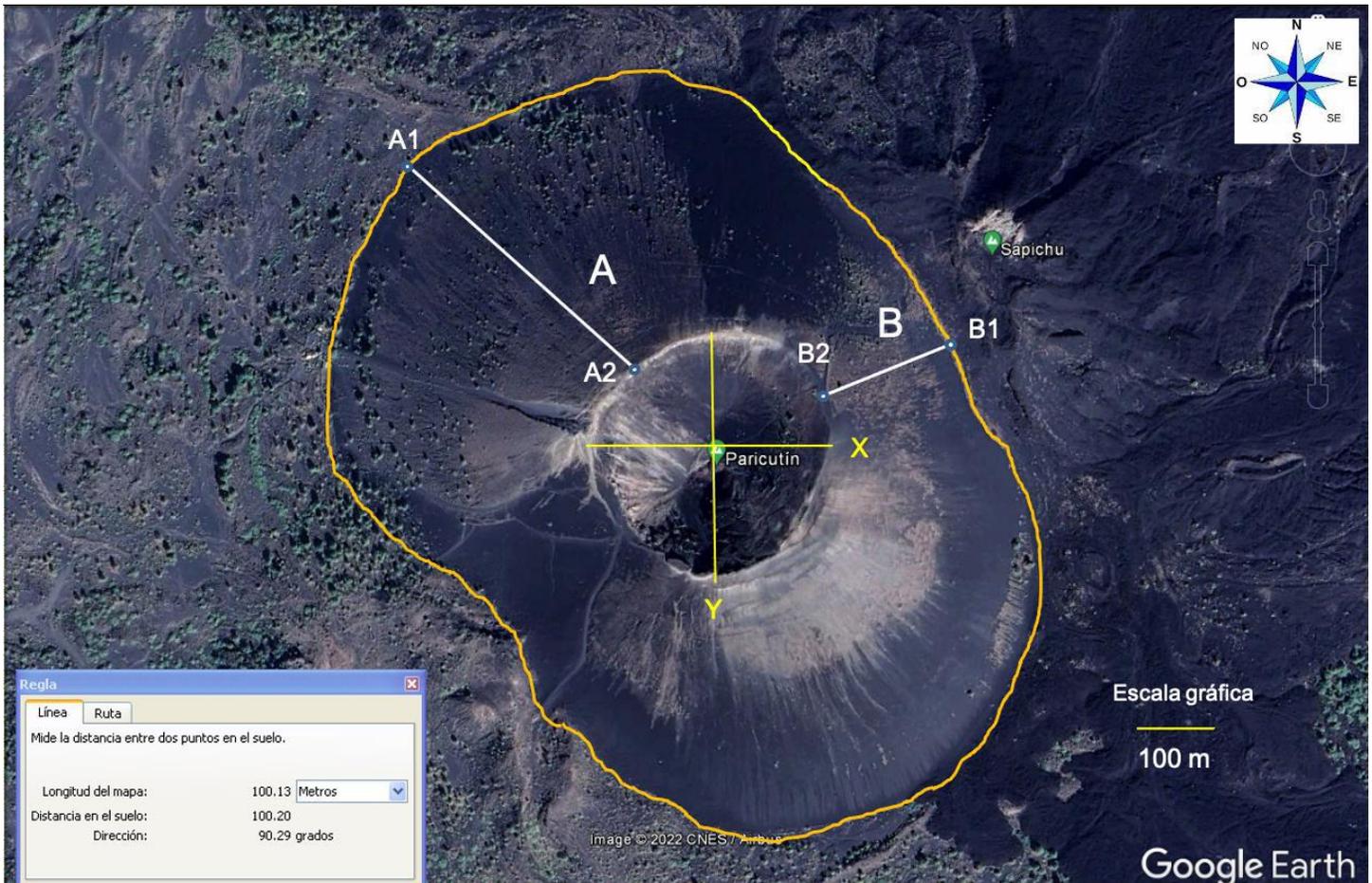
$$\text{b) Pendiente en grados} \quad \alpha = \text{artg} (h/Dr) \quad \alpha = \text{artg} (300/1000) = (14.03^\circ)$$

Paso Indicaciones

- 1 Marcar el transecto al que se determinara la pendiente.
  - 2 Ubicar el sitio de mayor y menor altitud del transecto con base en las curvas y cotas de nivel.
  - 3 Obtener en metros la diferencia de altitud que existe entre ambos sitios (Al mayor restarle el menor).
  - 4 Medir la distancia geométrica en centímetros que existe entre ambos sitios (Línea roja).
  - 5 Sustituir los datos obtenidos en la formula (a) para obtener el porcentaje de la pendiente.
- Sustituir los datos obtenidos en la formula (b) para obtener la pendiente en grados.

Cuadro 1. Resultados de la pendiente en (%) y en (°)	
%	
°	

## Actividad No. 2 Caracterización topográfica del volcán Parícutín.



Utilizando la imagen del volcán Paricutín, llene el siguiente cuadro:

CARATERIZACIÓN TOPOGRAFICA DEL CONO VOLCANICO					
Ladera A	Distancia (m) A1-A2	Altitud A1 (m)	Altitud A2 (m)	Pendiente %	Pendiente grados
		2561	2786		
Ladera B	Distancia (m) B1-B2	Altitud B1 (m)	Altitud B2 (m)	Pendiente %	Pendiente grados
		2692	2758		
Cráter	Diametro X	Radio X (m)	Radio X (Km)	Radio medio (Km)	Area (Km <sup>2</sup> ) = π * r <sup>2</sup>
Cráter	Diametro Y	Radio Y (m)	Radio Y (Km)	Radio medio (Km)	Area en hectáreas
Cono volcánico	Numero-puntos	Factor de escala	Num.puntos*factor	Area en Km <sup>2</sup>	Area en hectáreas
		0.001479			

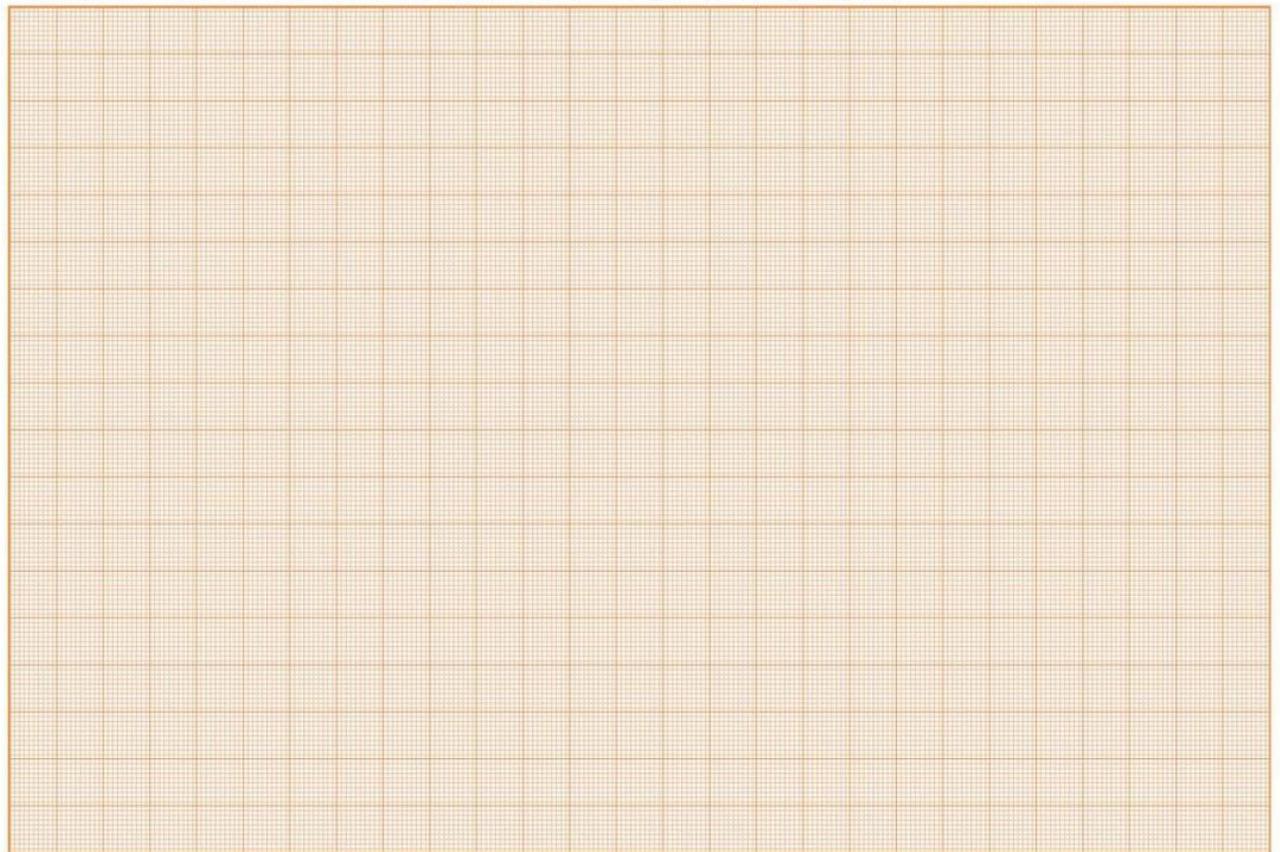
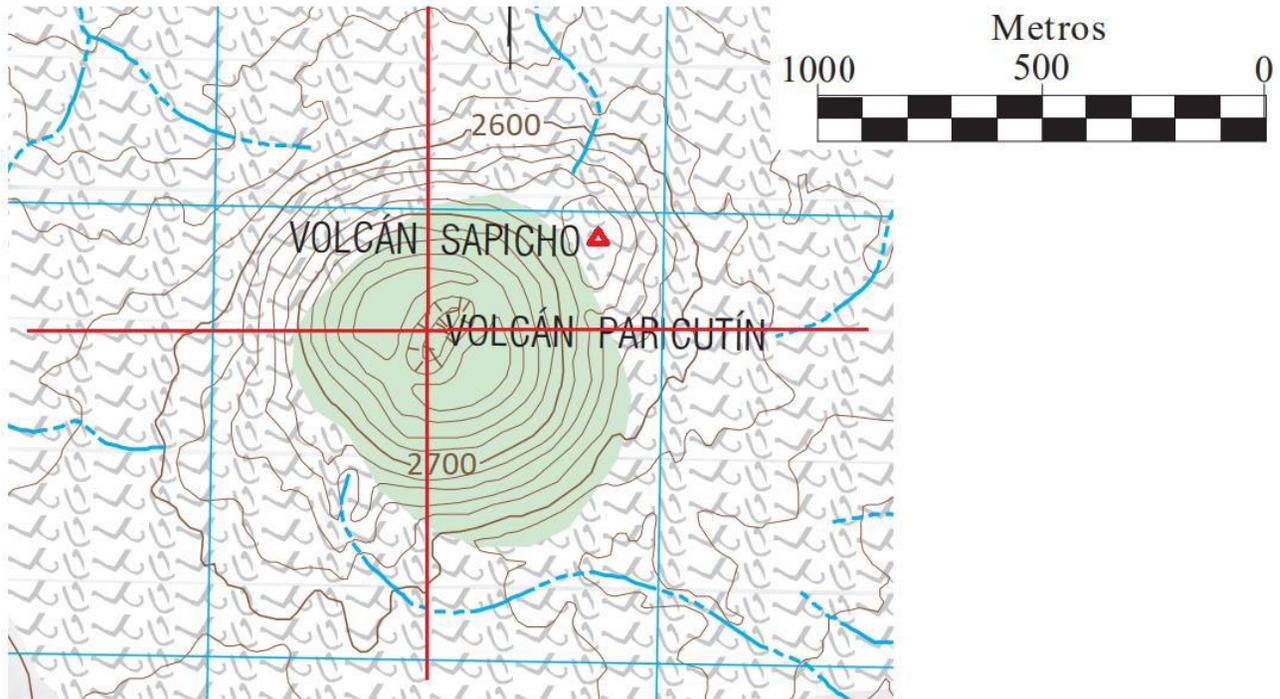
**Consideraciones:**

1. Utilice la escala gráfica señalada en el mapa para obtener la referencia que le permita obtener la información solicitada.
2. Para obtener el valor de referencia se midió con una regla la escala grafica: 100 m → 1.3 cm
3. Una vez obtenida esta referencia, solo necesita hacer reglas de tres para obtener distancias y áreas.
4. En caso de dudas acudir con alguno de los profesores que le apoyaran para resolverla.
5. Pendiente % = (Diferencia de altitud A2-A1 / distancia A1-A2 ) \* 100
6. Pendiente en grados =  $\text{Tan}^{-1}$  (Diferencia de altitud A2-A1 / distancia A1-A2 )
7. La maya de puntos se debe elaborar con papel milimétrico a 0.5 cm de distancia cada punto.
8. Obtención del factor de escala. Sí en la escala grafica  $100 \text{ m} \rightarrow 1.3 \text{ cm}$   
 $x? \text{ m} \leftarrow 0.5 \text{ cm} \quad X = 38.46 \text{ m} = 0.03846 \text{ Km}$

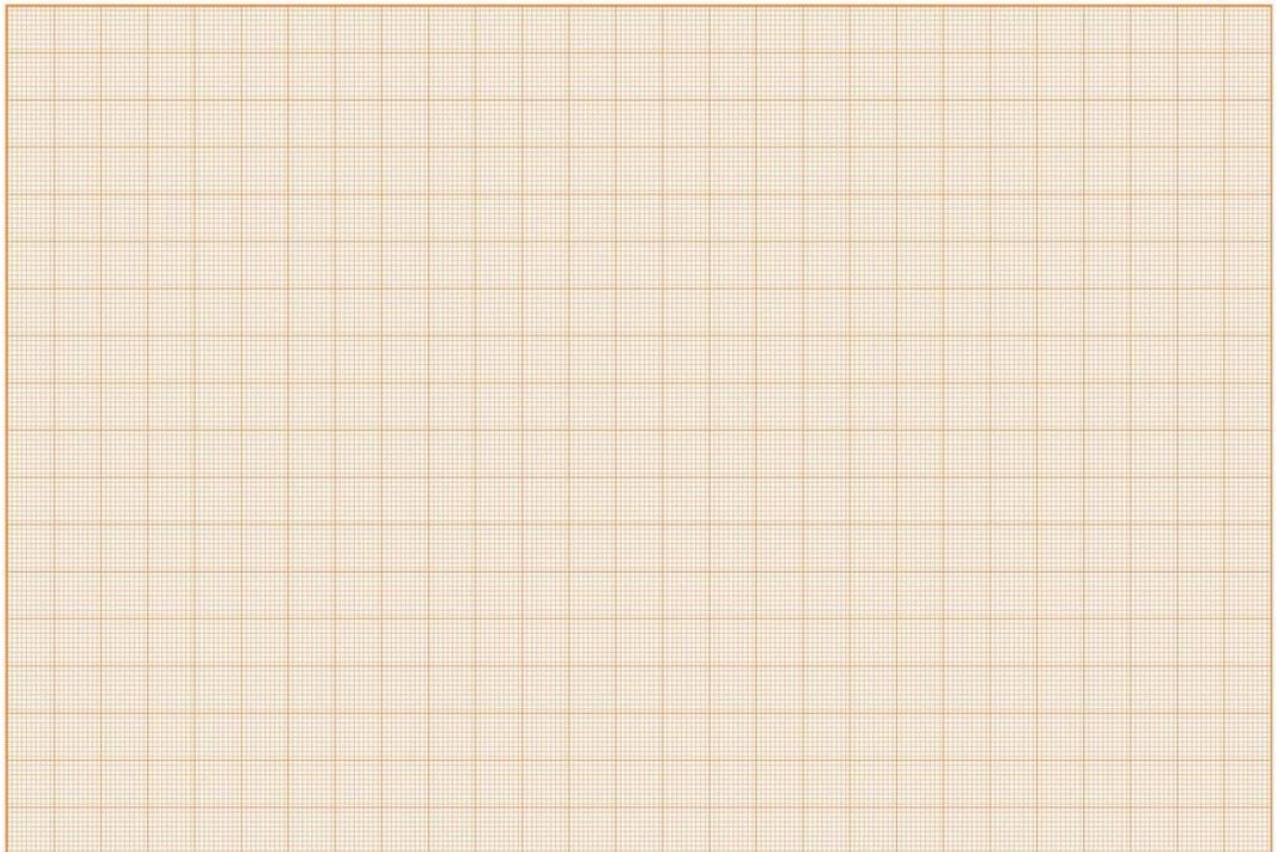
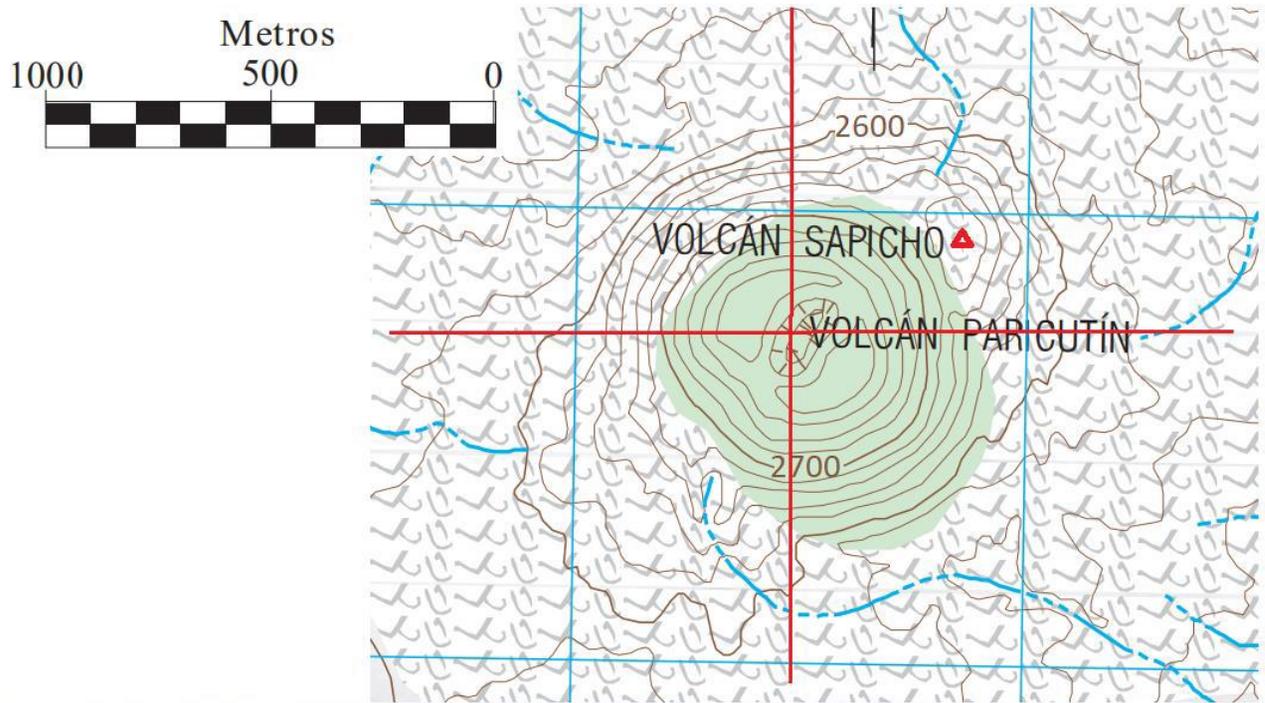
Así, el **factor de escala** =  $0.03846 \text{ km} * 0.03846 \text{ km} = 0.001479 \text{ km}^2$

**Actividad No 3 Perfil topográfico volcán Parícutín.**

Ejercicio A: Elabore el perfil topográfico y determine el rumbo geográfico y en grados según corresponda.



Ejercicio B: Elabore el perfil topográfico y determine el rumbo geográfico y en grados según corresponda.



## Actividad No 4 Tipos de rocas del volcán Parícutín

Recolectar y describir los tipos de rocas encontradas en el volcán Parícutín llenando en el formato anexo.

Composición química		Granítica (félsica)	Andesítica (Intermedia)	Basáltica (máfica)	Ultramáfica	
<b>Minerales dominantes</b>		Cuarzo Feldespato potásico Plagioclasa rica en sodio	Anfibol Plagioclasa rica en sodio y calcio	Piroxeno Plagioclasa rica en calcio	Olivino Piroxeno	
<b>Minerales secundarios</b>		Anfibol Moscovita Biotita	Piroxeno Biotita	Anfibol Olivino	Plagioclasa rica en calcio	
<b>T E X T U R A</b>	Fanérica (grano grueso)		<b>Granito</b>	<b>Diorita</b>	<b>Gabro</b>	<b>Peridotita</b>
	Afanítica (grano fino)		<b>Riolita</b>	<b>Andesita</b>	<b>Basalto</b>	<b>Komatiita (poco común)</b>
	Porfídica		«Porfídico» precede cualquiera de los nombres anteriores siempre que haya fenocristales apreciables			Poco comunes
	Vítrea		<b>Obsidiana</b> (vidrio compacto) <b>Pumita</b> (vidrio espumoso)			
	Piroclástica (fragmental)		<b>Toba</b> (fragmentos de menos de 2 mm) <b>Brecha volcánica</b> (fragmentos de más de 2 mm)			
<b>Color de la roca</b> (basado en el porcentaje de minerales oscuros)		0 % a 25 %	25 % a 45 %	45 % a 85 %	85 % a 100 %	

**FIGURA 4.10.** Clasificación de las principales rocas ígneas según su composición mineral y su textura. Las rocas de grano grueso son plutónicas y solidifican en profundidad debajo de la superficie. Las rocas de grano fino son volcánicas o solidifican como plutones estrechos y delgados. Las rocas ultramáficas son oscuras y densas, compuestas casi en su totalidad por minerales que contienen hierro y magnesio. Aunque son relativamente poco comunes en, o cerca de, la superficie terrestre, estas rocas son constituyentes principales del manto superior.

<b>ROCAS</b>	<b>PLUTÓNICAS</b> (grano grueso)					
	<b>GRANITO</b>	<b>SIENITA</b>	<b>DIORITA</b>	<b>GABRO</b>	<b>PERIDOTITA</b>	
<b>ROCAS</b>	<b>VOLCÁNICAS</b> (grano fino)					Son muy poco frecuentes con estas características
<b>RIOLITA</b>	<b>TRAQUITA</b>	<b>ANDESITA</b>	<b>BASALTO</b>			
<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>COLOR</b>	Predominan minerales claros			Predominan minerales oscuros	
	<b>COMPOSICIÓN QUÍMICA</b>	Altas en sílice			Bajas en sílice	
		Bajas en Fe y Mg			Altas en Fe y Mg	
<b>MINERAL</b>	CUARZO	FELDESPATO		SILICATOS FERROMAGNESIANOS		

### Formato de descripción para rocas ígneas

Nombre de la roca		
Tipo de roca ígnea		
Granularidad (tipo de textura)		
Principales minerales que la conforman		
Color Munsell	Seco	Húmedo
Densidad		
Usos		
Imagen		

### Formato de descripción para rocas ígneas

Nombre de la roca		
Tipo de roca ígnea		
Granularidad (tipo de textura)		
Principales minerales que la conforman		
Color Munsell	Seco	Húmedo
Densidad		
Usos		
Imagen		

## **Conclusiones**