

PRÁCTICA DE LABORATORIO 1, CIENCIAS DE LA TIERRA

IDENTIFICACIÓN DE MINERALES EN VISU

Duración estimada: 3 horas

1





I. INTRODUCCIÓN

Los minerales son sustancias naturales inorgánicas que constituyen la materia prima para la formación de rocas, su estudio tanto desde el punto de vista geológico como industrial, es de mucha importancia. Todo mineral tiene una composición y estructura química que le da características físicas y estructura cristalina definida. El análisis más fidedigno para el reconocimiento de los minerales, es el análisis químico, el cual requiere procedimientos y equipos especializados; sin embargo, es posible a nivel amateur realizar reconocimiento de minerales, especialmente los petrogénicos, en base a las características macroscópicas de los mismos. En esta actividad se hará énfasis en las características físicas de los minerales para su reconocimiento e identificación en visu.

II. OBJETIVOS

1. Familiarizarse con las principales características físicas de los minerales.
2. Identificar los principales minerales petrogénicos en muestras de laboratorio, mediante el análisis de sus propiedades físicas.
3. Identificar la presencia de minerales en muestras de rocas.
4. Utilizar los recursos multimedia disponibles para familiarizarse con los principales minerales tanto con sus características como con el uso que se hace de ellos.

III. MATERIALES

- Lupa.
- Solución de HCl al 3%.
- Colección de minerales.
- Placa de porcelana.
- Gotero.
- Tabla de Identificación de minerales en visu.
- Placa de vidrio.
- Moneda de cobre.
- Brújula y limaduras de hierro.

IV. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

En esta actividad se identificarán las propiedades físicas de los minerales que pueden ser determinadas por simple inspección ocular o mediante ensayos simples, esas propiedades son: *El hábito o forma cristalina, la exfoliación/fractura, dureza, brillo, color, raya*, y además se realizará el análisis de otras propiedades como magnetismo, presencia de carbonatos y olor distintivo.

A. PROPIEDADES

1. Forma Cristalina o Hábito - Tipo de Agregados Cristalinos

El Hábito es la apariencia morfológica externa de un determinado monocristal. Aunque todos los minerales están compuestos de cristales, no todos los minerales exhiben un hábito bien definido ya que la forma cristalina perfecta sólo puede ser desarrollada si el mineral crece sin restricciones, lo cual se observa con muy poca frecuencia, generalmente los cristales crecen en agregados del mismo cristal o con cristales de diferentes minerales en una roca. Además, en muchas ocasiones el tamaño de los cristales es tan pequeño que no es posible determinar su hábito a simple vista.

Cuando monocristales del mismo mineral crecen juntos y forman agregados, éstos agregados pueden adquirir una morfología característica, por ejemplo: agregados masivos, aciculares, botroidal (colofome o mamelonar), tabulares, detríticas, estalactíticos, fibrosos, micaceos, drusa, geoda y patina.

En el **Anexo A-1** se le presentan imágenes de algunos agregados y en el **Anexo B-1** puede observar las formas geométricas que pueden adoptar los monocristales. Se le presenta una colección de minerales en agregados, clasifique cada mineral según su hábito y la forma de los agregados. Escriba los resultados en la **Tabla 1-1**.



a. Hábito piramidal



b. Agregado en drusa

Tabla 1-1 Hábito - Agregados Cristalinos

No.	HÁBITO	TIPO DE AGREGADO CRISTALINO
1		
2		
3		
4		
5		

2. Exfoliación o Fractura



a. Minerales que presentan exfoliación

b. Minerales que exhiben fractura

Es la propiedad que manifiesta la tendencia de los minerales a romperse paralelamente a determinados planos, llamados planos de exfoliación. Esta tendencia de corte está relacionada con la estructura química del mineral. Observando una muestra de mano de un mineral cortado se pueden identificar sus planos de exfoliación, de acuerdo a como estos planos estén desarrollados, la exfoliación puede clasificarse en perfecta, buena, pobre o ausente, en este último caso se dice que el mineral presenta fractura.

En el **Anexo C-1** se le presentan los planos de exfoliación y tipos de fractura más comunes. Se le proporcionara una colección de minerales que pueden presentar exfoliación o fractura. Observe detenidamente cada mineral (utilice la lupa y mueva el mineral en contacto con la luz en diferentes direcciones a fin de identificar las zonas donde éste fue cortado). Identifique si el mineral presenta exfoliación o fractura, coloque sus resultados en la **Tabla 2-1**.

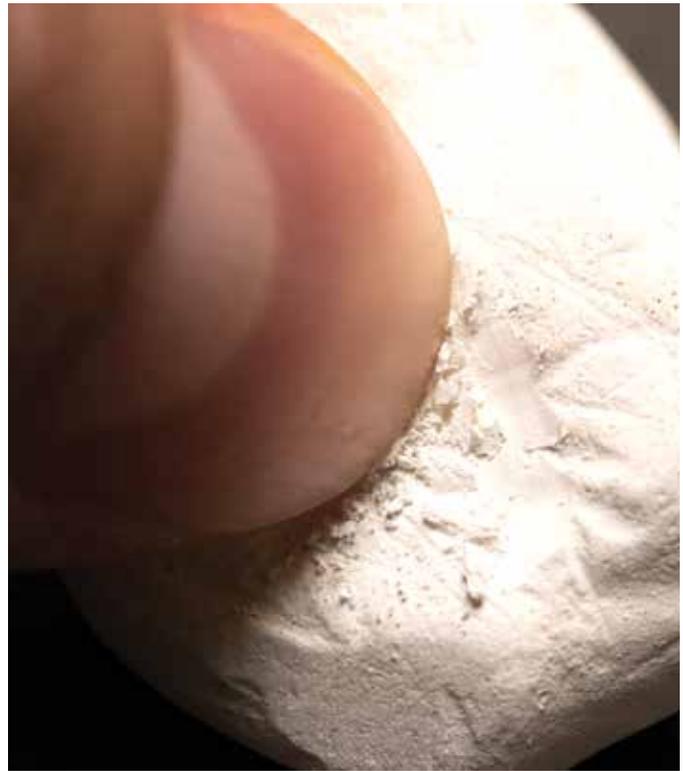
Tabla 2-1 - Exfoliación o Fractura

No.	EXFOLIACIÓN	FRACTURA
1		
2		
3		
4		
5		

3. Dureza



a. Más duro que el vidrio (raya al vidrio)



b. Menos duro que las uñas (es rayado por las uñas)

La dureza es la resistencia que la superficie lisa de un mineral ofrece a ser rayado. Esta propiedad tiene que ver con la estructura y composición química del mineral. Para cuantificar la dureza de un mineral se utiliza la escala de Mohs con 10 minerales de referencia (**Anexo D-1**). Se pueden hacer pruebas sencillas para determinar la dureza de un mineral:

- a. Los minerales muy blandos, con dureza de 1 y 2 si son oscuros tiznan los dedos y si son claros se rayan con las uñas.
- b. Con una navaja se pueden rayar todos los minerales con dureza inferior a 5.
- c. Los de dureza 5 se pueden rayar con un vidrio y los de 6 con una placa de porcelana.
- d. Los minerales duros (7-10) rayarán la placa de porcelana.

Para determinar la dureza de un mineral, empezamos con la prueba desde **a** hasta la **d** si fuese necesario.

Su instructor le proporcionará una colección de minerales para determinar el rango de dureza. Utilizando la información del anexo **D-1** determine el rango de dureza de cada mineral y coloque sus resultados en la **Tabla 3-1**.

Tabla 3 -1 - Dureza

No.	RANGO DE DUREZA	OBSERVACIÓN
1		
2		
3		
4		
5		

4. Brillo, Color y Raya

Brillo: Es el aspecto general del mineral cuando incide la luz sobre su superficie. Los minerales pueden presentar brillo metálico, no metálico o submetálico. Si un mineral no presenta brillo se denomina mate. Los minerales con brillo metálico son generalmente opacos, los minerales de brillo no metálico suelen ser de colores claros y transmiten la luz. Los minerales de brillo no metálico se subdividen en: vítreos, resinosos, nacarado o perlado, graso, sedoso o adamantino.

Color: Esta es la propiedad más obvia de los minerales y está determinada, como en todos los cuerpos por la forma en que el mineral absorbe y refleja la luz. En algunos minerales como el azufre, ésta puede ser una propiedad muy útil como prueba diagnóstica, pero en otros minerales como el cuarzo, el color puede ser muy variable por lo que en este caso no es una propiedad importante para identificar el mineral.

Raya: Es el color del polvo fino producto de la maceración de un mineral. Si bien el color es una propiedad que puede variar mucho (un mineral puede tener diferentes colores) la raya es una propiedad constante, por lo que es una propiedad útil para el diagnóstico.



a. El color es una propiedad determinante

b. Minerales para los que el color no es una propiedad determinante en la identificación



Raya

Para determinar la raya de un mineral normalmente lo que se hace es frotar el mineral en una placa de porcelana, ya que la porcelana tiene una dureza de 6.5 en la escala de Mohs, los minerales dejarán una raya fina de polvo en la placa. Este método tiene la desventaja de no poderse aplicar a los minerales más duros que la porcelana. Por otra parte, al determinar la raya del mineral, la muestra sufrirá desgaste por lo que en esta práctica *sólo diagnostique esta propiedad en los minerales que su instructor le indique.*

Su instructor le presenta una muestra de minerales, identifique en ellos la característica de brillo, color y raya. Resuma sus resultados en la **Tabla 4-1**.

Tabla 4-1 - Brillo, Color y Raya

No.	BRILLO	COLOR	RAYA
1			
2			
3			
4			
5			

5. Otras Propiedades



a. Magnetismo



b. Efervescencia ante la reacción con HCl

Además de las propiedades mencionadas, algunos minerales presentan propiedades distintivas que pueden ser clave en la identificación del mismo. Por ejemplo, si el mineral tiene alto contenido de hierro puede presentar propiedades magnéticas, de forma que, al acercarle alfileres, clips, etc., se podrá observar atracción magnética. Algunos minerales exhiben propiedades ópticas especiales como la birrefracción: al colocar una pieza transparente de mineral sobre un impreso, las letras aparecen duplicadas. El olor de algunos minerales como el azufre suele ser una propiedad particular. Los minerales que poseen carbonatos reaccionan produciendo efervescencia ante unas gotas de ácido clorhídrico diluido.

Su instructor le presenta una muestra de minerales, en los cuales una o más propiedades distintivas son manifiestas. Identifique esas propiedades y en base a ello identifique cada mineral de la muestra (esta identificación la realizará al finalizar la práctica, después de investigar las propiedades particulares que presentan ciertos minerales, por lo cual la última columna se completará fuera del laboratorio).

Tabla 5-1 - Otras Propiedades

No.	MAGNETISMO	REACCIÓN CON HCl	OLOR	NOMBRE
1				
2				
3				
4				
5				

B. IDENTIFICACIÓN UTILIZANDO TABLAS DE IDENTIFICACIÓN

Ahora que ya está familiarizado con las principales propiedades físicas de los minerales y con los procedimientos de laboratorio para su diagnóstico. Se le presenta una muestra de los principales minerales petrogénicos, además en el **Anexo E-1** encontrará tablas de identificación en base a la observación en visu. Identifique las propiedades posibles de identificar y realice un diagnóstico inteligente del mineral. Utilizando su diagnóstico, recurra a fuentes de información como internet, manuales de minerales, etc., para verificar si su diagnóstico es correcto. Coloque sus resultados en la **Tabla 6-1**.

Tabla 6-1 - Minerales Patrogénicos

No.	BRILLO	DUREZA	EXFOLIACIÓN O FRACTURA	COLOR / RAYA	OTRAS PROPIEDADES	NOMBRE
1						
2						
3						
4						

C. IDENTIFICACIÓN DE MINERALES EN ROCAS

Se le presenta un conjunto de rocas en la que algunos minerales presentes pueden ser observados en visu. Identifique en cada muestra las características de los minerales presentes.

Tabla 7-1 - Minerales Presentes en Muestras de Rocas

No.	MINERALES VISIBLES	OBSERVACIÓN
1		
2		
3		
4		

D. ACTIVIDAD EXTRA LABORATORIO

1. **Actividad de escritorio:** Una vez finalizado su diagnóstico, investigue en qué rocas están presentes los minerales identificados en esta práctica y en qué proporción, cuáles son los principales usos industriales que tienen y porqué son importantes desde el punto de vista geológico.
2. **Actividad de campo:** En su entorno encontrará un sin número de rocas, obsérvelas cuidadosamente y trate de identificar los minerales presentes. Identifique los minerales que se encuentran con mayor proporción. Comente los resultados.

V. CUESTIONARIO

1. El cuarzo está presente en la naturaleza en una variedad amplia de colores, cada variedad recibe un nombre diferente, investigue en internet al respecto e indique el nombre de cada variedad y las características de coloración.

2. ¿Cuál es la raya de las siguientes sustancias: sal, trigo, carbón y dulce?

3. Indique el brillo de las siguientes sustancias: moneda, cuaderno, hielo, agua, café, margarina, espejo.

4. Investigue cuáles son los minerales que se explotan en las minas de Honduras, dónde están localizadas esas minas, cuáles son las propiedades físicas de esos minerales.

Anexo A - 1

Ejemplos de Hábitos

Acicular: largos y delgados como agujas.



Laminares: láminas u hojas.



Piramidales: con forma de pirámide.



Aplanados: con forma de cuchilla o de espada.



Capilares: hebras finas, como cabellos.

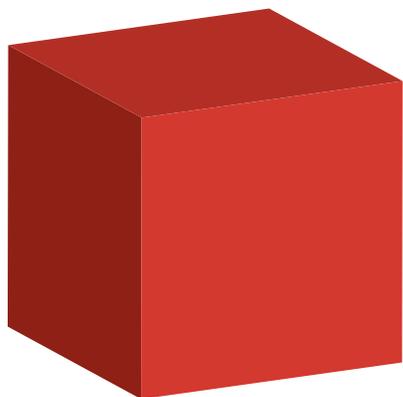


Geométrico:

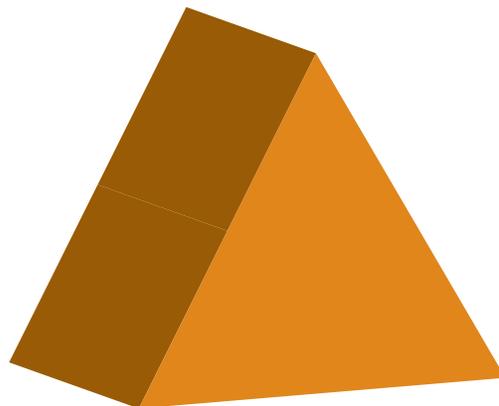
Se determina por la forma geométrica característica que exhibe el monocristal macroscópico, este nombre no necesariamente tiene que ver con la forma cristalina microscópica que el mineral presenta.



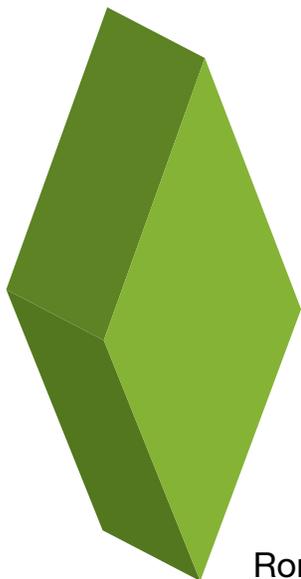
**Diagramas de formas geométricas típicas
exhibidas por los monocristales.**



Cubo

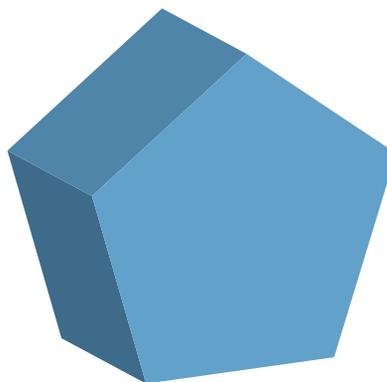


Tetraedro

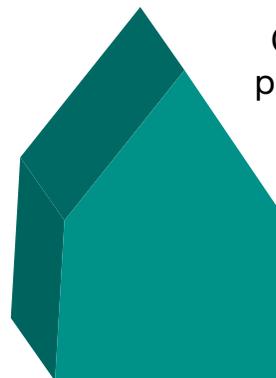
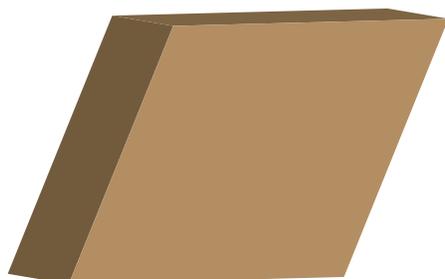


Romboedro

Dodecaedro



Cúbica
piramidal



Anexo B - 1

Agregados Cristalinos

Reticular: Cristales finos entrecruzados.

1



Radiales o Divergentes: Los minerales se agrupan alrededor de un punto central.

2



Hojosos o foliados: agrupaciones de minerales laminares en forma paralela.

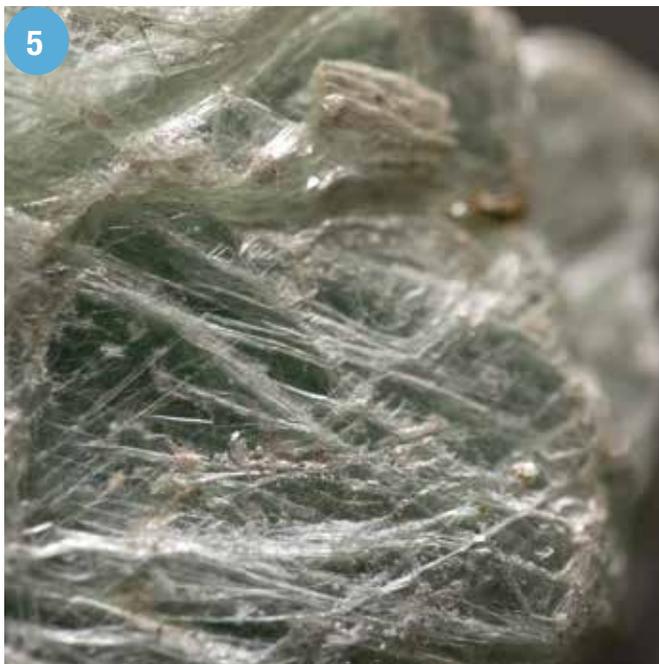
3



4



Fibrosos: agrupaciones fibrosas de cristales, tanto radiales como paralelas



Geoda: Forma curvada, recubierta por cristales que no cierran completamente la cavidad.



Patina: cristales de un determinado mineral que recubren la superficie de otro mineral o roca.



Maclas: se utiliza el término genérico para indicar la agrupación simétrica de cristales.

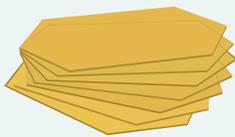
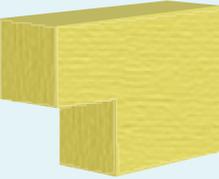
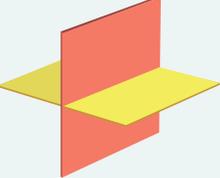
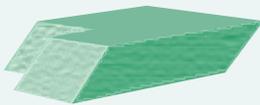
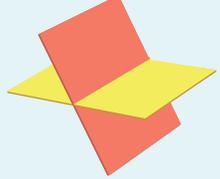
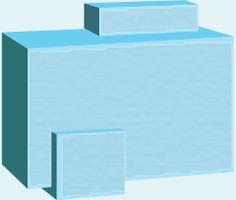
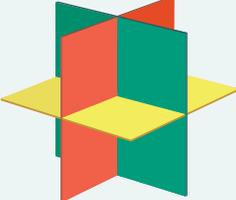
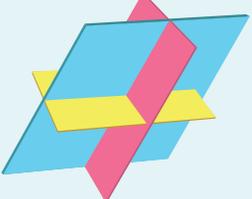
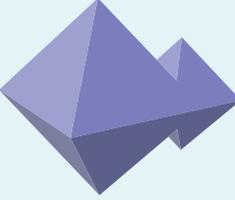
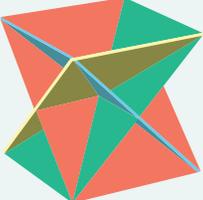
Macla de contacto: cristales unidos en un plano

Macla de compenetración: si se unen compenetrados entre si.



Anexo C - 1

Planos de Exfoliación

Número de direcciones de exfoliación	Esquema	Ilustración de las direcciones de exfoliación
1		
2 a 90°		
2 no a 90°		
3 a 90°		
3 no a 90°		
4		

Anexo D - 1

Escala de dureza de Mohs

Grado de dureza	Mineral índice
10	Diamante
9	Corindón
8	Topacio
7	Cuarzo
6	Ortosa
5	Apatito
4	Fluorita
3	Calcita
2	Yeso
1	Talco



Navaja (5.1)



Moneda de cobre (3.5)



Porcelana (6.5)



Vidrio (5.5)



Clavo (entre 4 y 5)



Uña (2.5)

Anexo E - 1

Tabla de identificación de minerales

Tabla de identificación de minerales con brillo metálico			
Paso 1: ¿Cuál es la dureza del mineral?	Paso 2: ¿Cómo es la raya del mineral?	Paso 3: Compare las propiedades físicas del mineral con otras propiedades características que se presentan a continuación.	Paso 4: Busque los nombres de los minerales y compruebe la base de datos de minerales para obtener más propiedades.
Duro (H > 5.5) Raya al vidrio No rayado por clavo de albañil o cuchilla	Gris oscuro	Color amarillo latón; manchas marrones.	Pirita
		Color gris oscuro a negro; manchas grises; atraído por un imán y también puede ser magnetizado.	Magnetita
Blando (H ≤ 5.5) No raya al vidrio Rayado por clavo de albañil o cuchilla	Marrón	Color negro plateado a negro; manchas grises a negro.	Cromita
	Rojo a rojo-marrón	Color gris plateado, negro o rojo ladrillo; manchas rojas.	Hematita
	Gris oscuro	Color amarillo latón; manchas marrón oscuro o púrpura.	Calcopirita
		Color azul iridiscente, púrpura, o cobre-red; manchas morado oscuro.	Bornita
		Color gris plateado; manchas gris opaco; exfoliación buena a excelente	Galena
		Color gris oscuro a negro; Se puede rasgar con la uña	Grafito
	De gris a blanco	Color gris oscuro, verde o negro. exfoliación excelente en ángulos de intersección de 60 ° y 120 °	Hornblenda (Anfíbole)
	Amarillo-marrón	Color amarillo-marrón a marrón oscuro, (hierro aherrumbrado); manchas amarillo a marrón; amorfo	Limonita
		Color marrón oscuro a negro; formas capas de radiación microscópica	Goethita
	Blanco a amarillo pálido-marrón	Color marrón a amarillo-marrón o rojo oscuro; manchas marrón; puede parecer no metálico o metálico, exfoliación buena	Esfalerita
Cobre	Color cobre; manchas de color marrón oscuro o verde; maleable	Cobre nativo	

Traducción libre de: Bush, R. & Tasa D. (2003).

Minerales no metálicos de color claro			
Paso 1: ¿Cuál es la dureza del mineral?	Paso 2: ¿Cómo es la exfoliación del mineral?	Paso 3: Compare las propiedades físicas del mineral con otras propiedades características que se presentan a continuación.	Paso 4: Busque los nombres de los minerales y compruebe las bases de datos de minerales para obtener más propiedades.
<p>Duro (H > 5.5) Raya al vidrio No rayado por clavo de albañil o cuchilla</p>	Exfoliación excelente o buena	Blanco o gris; 2 exfoliaciones en ángulos casi rectos y con estrías; H 6	Feldespatos (plagio-clase)
		Naranja, marrón, blanco, gris, verde o rosa; H 6; 2. Exfoliación en ángulos casi rectos; Láminas de exfoliación	Feldespatos potásicos
		Pálido marrón, blanco o gris; Largos y delgados prismas; 1 escote excelente más superficies de fractura; H 6-7	Sillimanita
		Azul, verde muy pálido, blanco o gris; Los cristales son láminas; H 4-7	Kyanita
	Exfoliación pobre o ausente	Prismas hexagonales grises o blancos opacos con extremos planos estriados; H 9	Corandum
		Colores incoloros, blancos, grises u otros; Brillo grasiento; Prismas y pirámides masivos o hexagonales; Transparente o traslúcido; H 7	Cuarzo
		Cuarzo Lechoso (var. Blanco), Cuarzo Citrino (var. Amarillo), Cuarzo Rosa (Var. Rosa)	
		Gris opaco o blanco; Brillo ceroso; H 7	Chert (variedad de cuarzo)
		Colores incoloros, blancos, amarillos, marrones claros, o en colores pastel; Traslúcido u opaco; Laminado o masivo; Criptocristalina; Brillo ceroso; H 7	Calcedonia (variedad de cuarzo)
		Pálido verde oliva a amarillo; Fractura concooidal; Transparente o traslúcido; Formas de prismas cortos y robustos; H 7	Olivino

Traducción libre de: Bush, R. & Tasa D. (2003).

Minerales no metálicos de color claro			
<p>Suave ($H \leq 5.5$)</p> <p>No raya al vidrio</p> <p>Rayado por clavo de albañil o cuchilla</p>	Exfoliación excelente o buena	Incoloro, blanco, amarillo, verde, rosado o marrón; 3 excelentes escisiones; Se rompe en romboedros; Efervescencia en HCl diluido; H 3	Calcita
		Incoloro, blanco, gris, crema o rosa; 3 excelentes escisiones; Se rompe en romboedros; Efervescencia en HCl diluido sólo si se pulveriza; H 3,5-4	Dolomita
		Incoloro o blanco con latas de marrón, amarillo, azul, negro; cristales tabulares cortos y rosas; Muy pesado; H 3-3.5	Baritina
		Incoloro, blanco o gris; los cristales masivos o tabulares, cuchillas o agujas; se puede rayar con la uña; H 2	Yeso
		Incoloro, blanco, gris o verde pálido, amarillo o rojo; esferas de agujas radiantes; Brillo sedoso; H 5-5.5	Natrolita
		Incoloro, blanco, amarillo, azul, marrón o rojo; cristales cúbicos; se rompe en cubos; sabor salado; H 2.5	Hálita
		Incoloro, púrpura, azul, gris, verde, amarillo; cubos con hendidura octaédrica; H 4	Fluorita
		Incoloro, amarillo, marrón o rojo-marrón; prismas opacos cortos; se divide a lo largo excelente división en finas láminas transparentes flexibles; H 2-2.5	Mica moscovita
	Exfoliación pobre o ausente	Cristales amarillos o masas terrosas; brillo grasiento; H 1.5-2.5	Azufre (Azufre nativo)
		Verde opaco, amarillo o gris; masas opacas o sedosas o asbesto; raya blanca; H 2-5	Serpentina
		Blanco opaco, gris, verde o marrón; Se puede rascar con la uña; sensación de grasa o jabón; H 1	Talco
		Blanco terroso opaco a marrón muy claro; H 1-2	Caolinita
		Incoloro a blanco, naranja, amarillo, marrón, azul, gris, verde o rojo; puede tener juego de colores; fractura concooidal; H 5-5.5	Ópalo
		Incoloro o verde pálido, marrón, azul, blanco o morado; prismas hexagonales frágiles; fractura concooidal; H 5	Apatita

Traducción libre de: Bush, R. & Tasa D. (2003).

Minerales no metálicos de color oscuro			
Paso 1: ¿Cuál es la dureza del mineral?	Paso 2: ¿Cómo es la exfoliación del mineral?	Paso 3: Compare las propiedades físicas del mineral con otras propiedades características que se presenta a continuación.	Paso 4: Busque los nombres de los minerales y compruebe la base de datos de minerales para obtener más propiedades.
<p>Duro (H > 5.5)</p> <p>Rayas de vidrio</p> <p>No rayado por clavo de albañil o cuchilla</p>	Exfoliación excelente o buena	Gris oscuro traslúcido, azul-gris, o negro; puede tener iridiscencia plateada; 2 planos de exfoliación a casi 90 ° y con estrías; H 6	Plagioclase Feldespato
		Marrón, gris, verde o rojo traslúcido; 2 ángulos de exfoliación en ángulos casi rectos H 6	Feldespato potásico
		Verde oscuro opaco en prismas largos o agujas; 2 exfoliaciones a aproximadamente 60° y 120°; H 5.5	Actonolita (Anfíbole)
		Negro opaco; 2 planos de exfoliación a aproximadamente 60° y 120°; H 5.5	Hornblende (Anfíbol)
		Negro opaco; 2 planos de exfoliación a casi 90 °; H 5.5 - 6	Augite (Pyroxene)
	Exfoliación pobre o ausente	Gris, marrón o púrpura transparente o traslúcido; brillo grasiento; prismas y pirámides masivos o hexagonales; H 7	Cuarzo Cuarzo ahumado (var. Negro / marrón) Amatista (púrpura var.)
		Transparente, traslúcido u opaco rojo-gris, o gris; prismas hexagonales cortos con extremos planos estriados; H 9	Corundo
		Opaque rojo-marrón o marrón; Brillo ceroso; Criptocristalino; H 7	Jasper (variedad de cuarzo)
		Transparente a traslúcido rojo oscuro a negro; H 7	Granate
		Gris opaco; Brillo ceroso Criptocristalino; H 7	Chert (variedad gris de cuarzo)
		Negro opaco; Brillo ceroso; Criptocristalino; H 7	Encontrar (variedad negra de cuarzo)
		Negro o verde oscuro; Prismas estriados largos; H 7-7.5	Turmalina
		Transparente o traslúcido verde oliva; Fractura concoidal; Transparente o translúcido, H 7	Olivino
		Verde opaco; Pobre escisión; H 6-7	Epidotita
		Prismas marrones opacos que se entrecruzan ; H 7	Staurolita

Traducción libre de: Bush, R. & Tasa D. (2003).

Minerales no metálicos de color oscuro			
<p>Suave ($H \leq 5.5$)</p> <p>No raya al vidrio</p> <p>Rasgado por clavo de albañil o cuchilla</p>	Exfoliación excelente o bueno	Traslúcido a opaco amarillo-marrón a marrón; Puede aparecer sub metálico; Escisión octaédrica; H 3.5-4	Esfalerita
		Cubos u octaedros púrpura con hendidura octaédrica; H 4	Fluorita
		Prismas opacos cortos negros; Se divide fácilmente a lo largo de 1 escote excelente en hojas delgadas; H 2.5-3	Biotita mica
		Prismas opacos cortos verdes; Se divide fácilmente a lo largo de 1 escote excelente en hojas delgadas; H 2-3	Clorita
	Exfoliación pobre o ausente	Marrón oxidado opaco o amarillo-marrón; macizo y amorfo; raya amarillo-marrón; H 1.5-5.5	Limonita
		Roca oxidada opaca marrón a gris marrón con tonos de gris, amarillo y blanco; contiene esferas de tamaño de guisante que están laminadas internamente; pálida raya marrón; H 1-3	Bauxita
		Azul profundo; Cortezas, pequeños cristales o masivos; Raya azul claro; H 3.5-4	Azurita
		Verde opaco o gris-verde; masas opacas o sedosas o asbesto; raya blanca;	Serpentina
		Verde opaco en costras laminadas o masivas; raya verde pálido; efervescencia en HCl diluido: H 3.5-4	Malaquita
		Verde oscuro translúcido u opaco; se puede rayar con la uña; se siente engrasado o jabonoso; H 1	Talco
		Rojo terroso opaco; raya rojo a rojo-marrón; H 1.5 - 6	Hematita
		Transparente o translúcido verde, marrón, azul o morado; prismas hexagonales frágiles; Fractura concoidal; H 5	Apatita

Traducción libre de: Bush, R. & Tasa D. (2003).