

MINERALES A MUESTRA DE MANO

*Repaso para el curso Introducción a Yacimientos
Minerales*

Primavera 2017



Mineral

Es un sólido homogéneo por naturaleza con una composición química definida (pero generalmente no fija) y una disposición atómica ordenada. Normalmente se forma mediante un proceso inorgánico (Klein & Hurlbut).

PROPIEDADES FISICAS

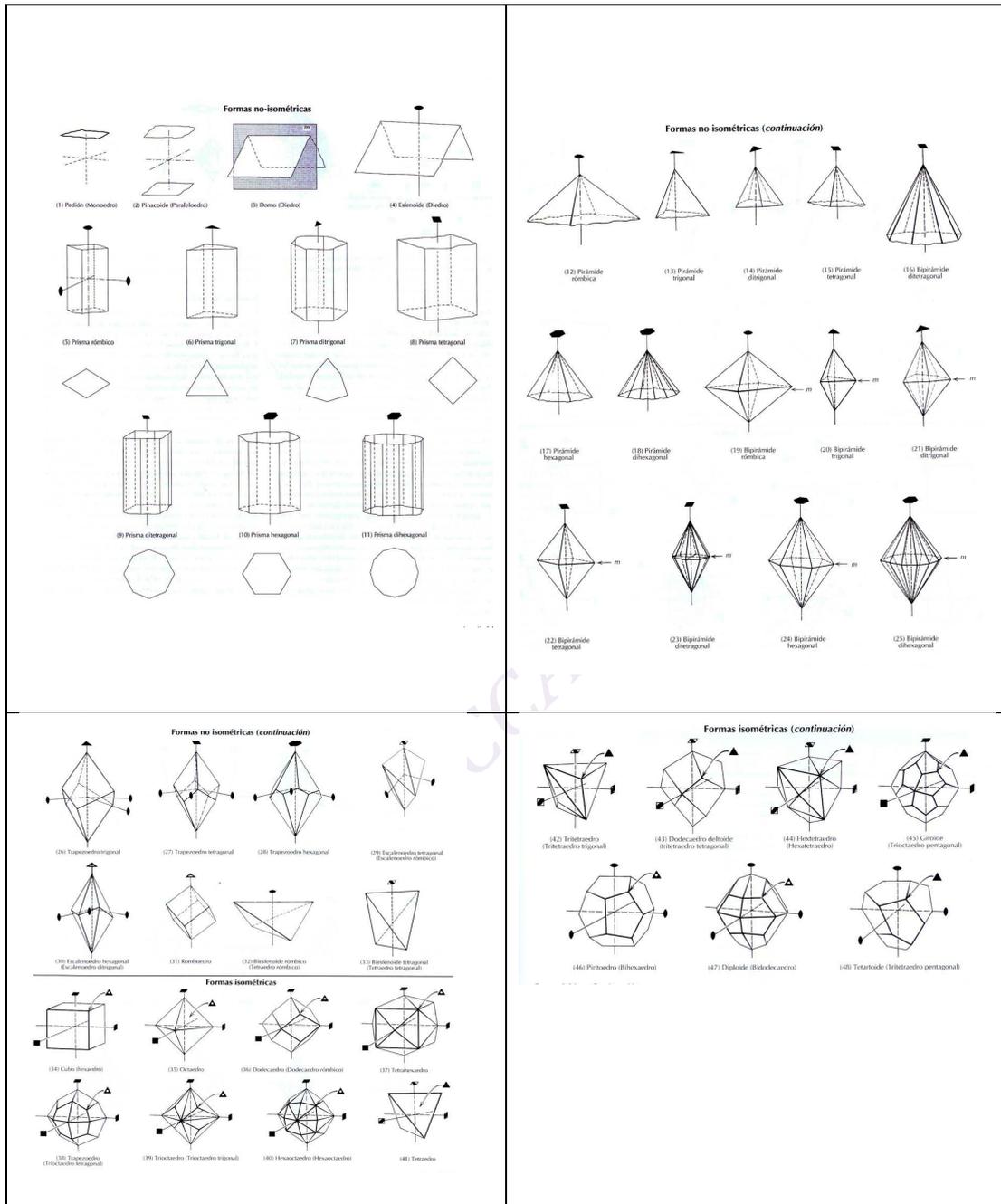
Todos los minerales tienen propiedades físicas características, las cuales se pueden analizar con diversas pruebas, como usar el rayador para ver cuán fácil es dañarlo, rayar con el mineral una porcelana, aplicar ácido clorhídrico al mineral y ver si reacciona, etc. Con estas propiedades se pueden establecer criterios que faciliten la identificación y clasificación de los minerales observados.

- Habito
- Fractura
- Exfoliación o Clivaje
- Dureza
- Color
- Raya
- Brillo
- Peso específico
- Otros

CCAL

Habito

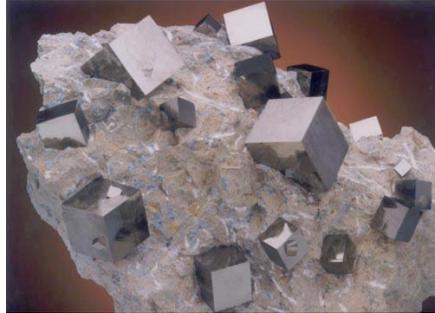
El hábito es la apariencia morfológica externa de un determinado MONOCRISTAL.



AGREGADOS CRISTALINOS

Una crista es la forma externa de un mineral que refleja el ordenamiento atómico. Por ende, un agregado es un conjunto de cristales individuales.

Por ejemplo, pueden ser cúbicos como la pirita.



AGREGADO MASIVO

Cuando los cristales no son posibles de distinguir su morfología a simple. Si los agregados cristalinos se alcanzan a ver, pero no se reconocen sus hábitos se les llama **GRANULARES**.



AGREGADO ACICULAR

Se observan cristales alargados y finos, como agujas. Algunos de estos grupos pueden tener una disposición en forma radial, a los cuales se les llama **acicular-radial**.



AGREGADO BOTROIDAL, COLOFORME O MAMELONAR

Los cristales constan de una morfología esferoidal esferoidal o con forma de coliflor.



AGREGADO DE CRISTALES TABULARES

Son agregados cristalinos que contienen individualmente cristales con habito tabular, ósea como tabla.



AGREGADO DENDRÍTICO

Los minerales se disponen ramificados originando morfologías que recuerdan plantas de tipo helecho, un ejemplo de ellos es los óxidos de manganeso.



AGREGADO ESTALACTÍTICO

Los cristales tienen una disposición concéntrica, con hábitos fibrosos, generando morfologías de estalactitas o estalagmitas.



AGREGADO FIBROSO

Los cristales generan morfologías finas y fibrosas que se orientan paralelas entre sí. Es típico de inosilicatos tanto piroxenos como anfíboles.



AGREGADO MICACEO

Los cristales tienen una morfología laminar de fácil exfoliación.



DRUSA

Los agregados de cristales crecen paralelos a una superficie plana o ligeramente convexa. Se asemejan a dientes.



PATINA

Los cristales recubren superficies de otros minerales, normalmente se producen por alteración.

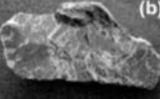
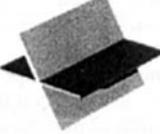
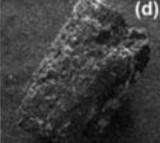
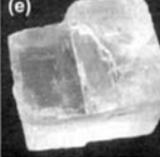
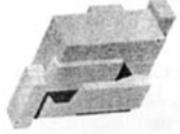
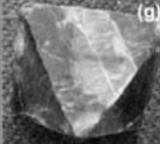
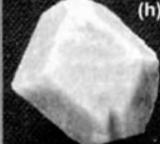


EXFOLIACIÓN O CLIVAJE

La exfoliación es la propiedad que manifiesta la tendencia que presentan algunos minerales de romperse paralelamente a unos determinados planos denominados planos de exfoliación. Este fenómeno se debe a la existencia de planos reticulares unidos por un menor número de enlaces por unidad de volumen que otros planos de la estructura del mineral, o bien que están unidos por enlaces más débiles. La exfoliación puede describirse como: perfecta, buena, pobre o ausente en función de lo bien desarrollados que se presenten los planos de exfoliación cuando el mineral se parte debido a una fuerza externa. Los planos de exfoliación son fácilmente detectables en el mineral, ya que la luz se refleja en ellos perfectamente (al ser superficies muy lisas) y adquiere un brillo de tipo nacarado en una posición concreta cuando movemos el mineral al incidir un haz luminoso sobre él. Es una propiedad muy importante ya que minerales como los feldespatos, los cuales son de los más abundantes en la naturaleza, la presentan y de esta forma su identificación nos ayuda a diferenciarlos de otros minerales que no la presentan.

Otra característica importante de los planos de exfoliación es su orientación en el cristal. Los minerales pueden tener varias direcciones de exfoliación. La intersección de los planos de exfoliación de un mineral origina diversas morfologías que reciben nombres determinados como los de la siguiente tabla.

CCAL

Número de direcciones de exfoliación	Esquema de las direcciones de exfoliación	Morfología resultante de la exfoliación	Esquema de morfologías	Ejemplo real de mineral
0 (no hay exfoliación, sólo fractura)		Masas irregulares sin superficies planas.		 (a)
1		Exfoliación basal. «Libritos» que se separan en láminas planas.		 (b)
2 (ángulo recto)		Exfoliación prismática recta. Morfología alargada con sección transversal rectangular, o partes del mismo.		 (c)
2 (ángulo no recto)		Exfoliación prismática no recta. Morfología alargada con sección transversal de paralelogramo, o partes del mismo.		 (d)
3 (ángulo recto)		Exfoliación cúbica. Morfología de cubo o partes del mismo.		 (e)
3 (ángulo no recto)		Exfoliación romboédrica. Morfología de romboedro o partes del mismo.		 (f)
4		Exfoliación octaédrica. Morfología de octaedro o partes del mismo.		 (g)
6		Exfoliación rombododecaédrica. Morfología de rombododecaedro o partes del mismo.		 (h)

FRACTURA

Cuando los minerales se rompen y no exhiben exfoliación, como el cuarzo que se fractura concoide, o sea de forma curva y lisa. También puede ser desigual o irregular (el mineral se rompe según superficies bastas o irregulares) o fibrosa o astillosa (cuando el mineral se rompe según astillas o fibras).



DUREZA

La dureza es una propiedad diagnóstica útil, la cual es una medida de resistencia de un mineral a la abrasión o al rayado. Esta propiedad depende del enlace más débil de la estructura y puede considerarse como una manera de evaluar su reacción a una tensión sin rotura. Cuanto más fuerte es la fuerza de enlace entre los átomos, más duro es el mineral. Para cuantificar relativamente la dureza se utiliza la denominada escala de Mohs, con minerales de referencia, en función de la facilidad o dificultad con que un mineral es rayado por otro:

- Se raya con la uñadureza baja (2,5)
- Si no se raya con la uña es que el mineral tiene una dureza superior a 2,5.
- Se raya con la moneda.....dureza media (3-3,5)
- Si no se raya con la moneda es que su dureza es superior a 3,5.
- Se raya con un clavo.....dureza media (4,5)
- Se raya con una cortapluma.....dureza media (5)

Mohs Hardness Scale		
Mineral Name	Scale Number	Common Object
Diamond	10	
Corundum	9	Masonry Drill Bit (8.5)
Topaz	8	
Quartz	7	Steel Nail (6.5)
Orthoclase	6	
Apatite	5	Knife/Glass Plate (5.5)
Fluorite	4	
Calcite	3	Copper Penny (3.5)
Gypsum	2	
Talc	1	Fingernail (2.5)

Ilustración 1: Escala de dureza de Mohs con la dureza de algunos objetos comunes.

Los minerales de dureza 1 y 2 son considerados como muy blandos, si son oscuros manchan los dedos y si son claros se rayan con la uña. Con un punzón o navaja se pueden rayar todos los minerales de dureza inferior a 5. Los de dureza 5 se pueden rayar con un vidrio y los de 6 con una placa de porcelana. Los considerados como muy duros (7-10), son aquellos que rayan la placa de porcelana.

COLOR

Esta es la propiedad más obvia de los minerales y la más fácilmente observable. Esta propiedad es el resultado de la interacción de la luz con el mineral, dependiendo de las longitudes de onda que son absorbidas por el mineral, de cuáles son reflejadas y de cuáles son refractadas. Los minerales son coloreados porque absorben ciertas longitudes de onda de la luz y el color es el resultado de la combinación de las longitudes de onda que llegan al ojo. Para muchos minerales es una prueba diagnóstica buena, pero el color puede ser muy variable en algunas especies minerales por lo que en general no es una característica diagnóstica importante. Estos cambios en el color de un mismo mineral dan lugar a lo que se denominan variedades. Uno de los ejemplos más representativos es el del cuarzo y sus múltiples variedades: cuarzo rosa (trazas de titanio), ahumado (radiactividad), lechoso (inclusiones fluidas), púrpura amatista (hierro férrico), prasio (trazas de clorita), hematoideo-Jacinto de Compostela (trazas de hematita).

Junto al color del mineral debe describirse su capacidad para transmitir la luz, diferenciándose minerales transparentes (se ve claramente la luz y una imagen), translúcidos (de aspecto brumoso, permite el paso de la luz pero no de una imagen) y opacos (no permiten el paso de la luz)

RAYA

El color del polvo fino de un mineral se conoce con el nombre de raya. Aunque el color de un mineral puede ser bastante variable el color de la raya es constante, por lo que es una característica diagnóstica importante para algunos minerales. Se determina frotando el mineral sobre una placa de porcelana. La porcelana tiene dureza aproximada de 6.5, por lo que todos los minerales al frotarse contra ella dejarán una fina raya de polvo sobre la porcelana. Si los minerales tienen dureza 7 o superior no dejarán ningún tipo de rastro sobre la placa de porcelana. Los elementos metálicos nativos y la mayoría de los sulfuros y óxidos presentan un color de raya intenso y definido. La mayoría de los óxidos no metálicos, los cloruros, fluoruros, carbonatos, sulfatos, fosfatos y algunos silicatos presentan raya blanca.

BRILLO

Es el aspecto general de la superficie de un mineral cuando se refleja la luz sobre ella, es decir, es la descripción de cómo la superficie de una sustancia refleja la luz. Los minerales pueden presentar brillo metálico o no metálico. Si un mineral no presenta brillo se denomina mate.

Los minerales con brillo metálico son generalmente opacos y tienen raya negra o muy oscura, por el contrario, todos los minerales de brillo no metálico suelen

ser de colores claros y transmiten la luz, al menos en una lámina delgada. La separación entre estos dos grupos de minerales no es a veces tan clara, empleándose en estos casos el término brillo submetálico (grafito).

El brillo no metálico puede subdividirse en varios tipos:

- Vítreo: tiene el brillo del vidrio (cuarzo)
- Resinoso: presenta el brillo de la resina (azufre, esfalerita)
- Nacarado o perlado: muestra el brillo irisado de la perla. Se observa muy claramente en las superficies de los planos de exfoliación (calcita)
- Céreo o graso: parece estar cubierto de una delgada capa de aceite
- Sedoso: como la seda, es el resultado de la reflexión de la luz sobre un agregado de fibras finas paralelas
- Adamantino: muestra un reflejo fuerte y brillante como el diamante.

PESO ESPECÍFICO

El peso específico o densidad relativa de un mineral es un número que expresa la relación entre su peso y el peso de un volumen igual de agua a 4°C. Así por ejemplo un peso específico de 2 significa que el mineral pesa 2 veces más de lo que pesaría un volumen igual de agua. El peso depende de la clase de átomos que forman el mineral y de la forma en que estén empaquetados.

OTRAS PROPIEDADES

MAGNETISMO

Se denominan minerales ferromagnéticos a los que son atraídos por un pequeño imán como la magnetita y la pirrotina. Algunas variedades de la magnetita se pueden comportar incluso como imanes.

Los minerales paramagnéticos son atraídos en el campo de un electroimán potente por contener Fe. Los minerales diamagnéticos son repelidos por un electroimán.

REACCION CON ACIDO

Los minerales que presentan en su composición química carbonatos, reaccionan con el ácido clorhídrico (HCl) y al verter unas gotas de este ácido sobre el mineral aparece una efervescencia. Es conveniente limpiar el mineral después de haber echado el ácido.

CCAL

MINERALES

Elementos nativos

Mineral	Composición	Raya	Color	Dureza	Brillo	Observaciones
Azufre	S	Blanca	Amarillo (a verde)	1.5 – 2.5	Resinoso	Arde con facilidad, olor. Comúnmente piramidales.
Grafito	C	Blanca	Negro, gris oscuro	1 – 2	Metálico o terroso	Masivo a veces se observa el clivaje perfecto. Graso al tacto y séctil
Cobre	Cu	Rojo cobre	Rojo cobre en superficie fresca, negro o verde por oxidación	2.5-3	Metálico	Maleable. Generalmente en granos irregulares, vetillas o dendritas
Plata	Ag	Gris claro	Gris claro	2.5-3	Metálico	Mena secundaria. Muy maleable, dúctil y séctil.

Carbonatos

Mineral	Composición	Raya	Color	Dureza	Brillo	Observaciones
Calcita	CaCO ₃	Blanca	Incoloro, blanco, variedad de colores por impurezas	3	Vítreo	Exfoliación perfecta en 3 direcciones, clivaje 60° y 120°. Efervece con ácido clorhídrico
Azurita	Cu ₃ (CO ₃) ₂ (OH) ₂	Celeste	Azul Intenso	3.5-4	Vítreo	En pequeños cristales, generalmente asociado a malaquita. Efervece con ácido clorhídrico.
Malaquita	Cu ₂ CO ₃ (OH) ₂	Verde claro	Verde intenso	3.5-4	Vítreo	Fibras radiales, con formas botroidales o bandeados finos. Reacciona con ácido clorhídrico

Óxidos

Mineral	Composición	Raya	Color	Dureza	Brillo	Observaciones
Cuprita	CuO_2	Roja castaño	Rojo en varios tonos	3.5-4	Metálico a adamantino o terroso.	Asociada a Limonita; cobre nativo, malaquita (otros mxs secundarios).
Magnetita	Fe_3O_4	Pardo oscura a negra	Negro	6	Metálico	Generalmente masivo. Puede presentar cristales octaédricos. Fuertemente magnético.
Pirolusita	MnO_2	Negra	Negro-acero	1 – 2	Submetálico	Agregados fibrosos radiales o acículas aisladas
Hematita	Fe_2O_3	Pardo rojiza a rojo intenso	Gris oscuro a negro	5.5-6.5	De metálico a mate.	Generalmente masiva, variedad con clivaje perfecto en una dirección (hábito micáceo) es Especularita (dureza <5). A veces no tiene brillo metálico, pero la raya rojiza es diagnóstica

Haluros

Mineral	Composición	Raya	Color	Dureza	Brillo	Observaciones
Atacamita	$\text{Cu}_2\text{Cl}(\text{OH})_3$	Verde claro	Verde esmeralda oscuro	3-3.5	Adamantino	Masivo, pero a veces como pequeños cristales prismáticos. Muy parecida a la ANTLERITA – $\text{Cu}_3(\text{SO}_4)(\text{OH})_4$
Fluorita	CaF_2	Blanca	Incoloro, violeta, verde, amarillo, rosado	4	Nacarado	Formas cubicas típicas. Clivaje y dureza característico
Halita	NaCl	Blanca	Incoloro, blanco, azul, rojo	2.5	Vítreo algo mate	Sal común, soluble en agua, sabor salado. En masas granulares o cristales cúbicos.

Sulfatos

Mineral	Composición	Raya	Color	Dureza	Brillo	Observaciones
Yeso	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Blanca	Incoloro, blanco, variedad de colores por impurezas	2	Vítreo a subvítreo, perlado	Sulfato más común. Monoclínico.
Anhidrita	CaSO_4	Blanca	Incoloro, azulado, azul gris, violeta, rojo burdeos, blanco, rosado, marrón, rojizo, gris, gris oscuro	3-3.5	Vítreo, perlado, graso	Yeso deshidratado.
Jarosita	$\text{KFe}^{+3}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$	Amarillo palido	Ámbar-amarillo, amarillo-marrón, marrón o amarillo claro.	2.5-3.5	Sub-adamantino, vítreo, resinoso	El miembro más común del supergrupo de alunitas.
Chalcantita	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Blanca	Verde, verde, azul, azul claro o azul oscuro	2.5	Vítreo, resinoso	La chalcantita es sulfato de cobre natural, soluble en agua.
Antlerita	$\text{Cu}_3(\text{SO}_4)(\text{OH})_4$	Verde palido	Verde esmeralda a verde negruzco, también verde claro.	3.5	Vítreo	Se distingue cuando se encuentra perpendicular a las vetas.
Brocantita	$\text{Cu}_4(\text{SO}_4)(\text{OH})_6$	Verde palido	Verde, verde esmeralda, verde-negro, verde claro	3.5-4	Vítreo, perlado	Agregados de cristales aciculares.

Sulfuros

Mineral	Composición	Raya	Color	Dureza	Brillo	Observaciones
Bornita	Cu_5FeS_4	Negra	Superficie fresca: bronce parduzco. Generalmente se oxida adquiriendo un color púrpura tipo "pecho de paloma"	3	Metálico	Generalmente masivo o en finas diseminaciones, asociado a otros sulfuros de cobre como calcopirita y calcosina
Calcopirita	CuFeS_2	Negra	Amarillo bronce	3.5-4	Metálico	Generalmente masivo, rara vez en cristales tetraedros. Asociado a otros sulfuros de cobre y pirita
Calcosina	Cu_2S	Gris a negra	Gris oscuro. Cuando se oxida puede presentar un color negro opaco	2.5-3	Metálico	Generalmente masivo, asociado a otros minerales de cobre
Covelina	CuS	Negra	Azul, puede oxidarse a azul muy oscuro a negro	2.5-3	Submetálico	Comúnmente masivo, asociado a otros minerales de cobre
Esfalerita	ZnS	Pardo (marrón claro a oscuro)	Marrón oscuro a negro, a veces de color amarillo a color miel	3.5-4	Adamantino, resinoso	Generalmente masivo, granular.
Galena	PbS	Gris a negra	Gris plata	2.5	Metálico, mate	Clivaje perfecto cubico. Puede formar cristales cúbicos o masiva granular
Molibdenita	MoS_2	Negra a negra-verdosa	Gris plata a veces con tinte azul	1-1.5	Metálico	Clivaje perfecto en una dirección. Puede presentar formas hexagonales, agregados granulares, o como una fina capa ("pintura") en fracturas. Graso al tacto.
Pirita	FeS_2	Negra	Amarillo bronce pálido	6-6.5	Metálico	Puede formar piritohedros, o cubos con estriaciones. Generalmente masivo, granular. Sulfuro más común.
Pirrotina	Fe_{1-x}S	Negra	Marrón a bronce	4	Metálico	Ligeramente magnético. Generalmente masivo. Puede estar asociado a calcopirita y pirita.

Sulfosales

Mineral	Composición	Raya	Color	Dureza	Brillo	Observaciones
Enargita	Cu_3AsS_4	Negra	Gris a negra	3	Metálico	Clivaje {110}. Generalmente masivo o en agregados cristalinos con clivaje. Asociado a otros minerales de Cu.
Tetrahedrita	$\text{Cu}_6[\text{Cu}_4(\text{Fe,Zn})_2]\text{Sb}_4\text{S}_{13}$	Negro, marrón a rojo oscuro	Gris hierro	3.5-4	Metálico	Cristales tetraédricos, masivos
Tennantita	$\text{Cu}_6[\text{Cu}_4(\text{Fe,Zn})_2]\text{As}_4\text{S}_{13}$	Gris rojizo, negro, rojo-marrón	Gris-negro, acero-gris, gris-hierro, negro	3-4.5	Metálico	Cristales tetraédricos a redondeados

CCAL

