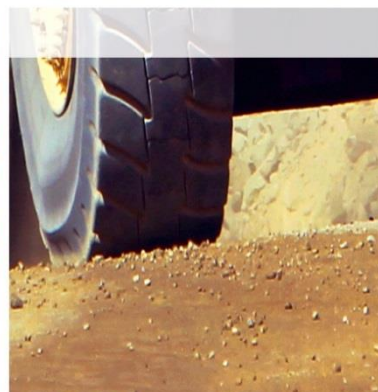
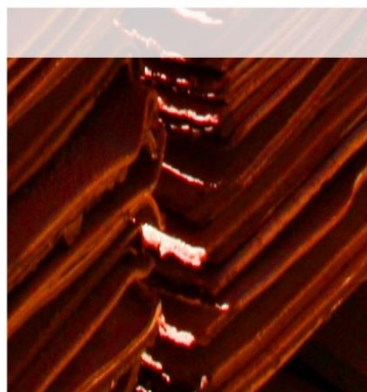




PROTOCOLO
MAPEO SONDAJES
EQUIPOS, HERRAMIENTAS E INFORMACIÓN DE APOYO
LB-ST-SGE-GEO-0003



CUADRO DE APROBACIÓN

Código: LB-TP-SGE-GEO-0003	Revisión: 01	Vigencia: Abril 2026
Emitido por: Andrea Rojas Pardo. Geólogo Senior Modelamiento.	Revisado por: Andrea Rojas Pardo. Geólogo Senior Modelamiento	Aprobado por:
Fecha: Abril 2025	Fecha: Abril 2025.	Fecha:

CUADRO DE TRAZABILIDAD IDENTIFICACIÓN DE CAMBIOS

Fecha de primera Edición:			
Revisión	Fecha	Descripción del Cambio	Responsable
00	Octubre 2023	Creación	Andrea Rojas Pardo
01	Abril 2025	Modificación de contenido	Nicole Campusano

Código LB-ST-SGE-GEO-0003
Aprobado por:
Revisado por: Andrea Rojas Pardo

Revisión: Abril 2024
Vigencia: Abril 2026

CONTENIDOS

1. OBJETIVO	4
2. ALCANCE	4
3. RESPONSABILIDADES	4
4. DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	5
5. TEMAS DE MAPEO	6
5.1. LITOLOGIA (Lito)	6
5.2. ALTERACION (Alte)	7
5.3. MINERALIZACION (Minz)	16
6. HERRAMIENTAS, EQUIPOS E INFORMACION DE APOYO	19
6.1. MICROSCOPIA OPTICA	19
6.1.1. Lupa Leica DMS300	19
6.1.2. Microscopio petro-calcográfico Leica DM750P	20
6.2. ESPECTROMETRIA DE REFLECTANCIA (NIR)	20
6.2.1. Terraspec 4Pro	20
6.2.2. Matrix FT-NIR	21
6.3. MINERALOQUIMICA	22
6.3.1. Definiciones	24
6.3.2. Caracterización techos y pisos mineralógicos	27
6.3.3. Clasificación de zonas minerales con ley	27
6.4. FOTOTECA IMAGO	31
6.5. LEAPFROG GEO	32
6.6. IMAGO®	35
6.7. LITOTECA	37
6.8. VALIDACIONES	37
ANEXO 1. REFERENCIAS MINERALOGICAS	38

1. OBJETIVO

El objetivo de este protocolo es establecer la metodología de levantamiento digital utilizando el software acQuire® de la información geológica de sondajes con el apoyo de información, herramientas e instrumentos de apoyo no convencionales y que no están descritos en procedimiento LB-SGE-GEO-0032_Procedimiento Mapeo Sondajes.

Los datos quedan almacenados en la Base de Datos Acquire.

2. ALCANCE

El alcance del establecimiento de la metodología de mapeo es optimizar el levantamiento de información geológica para aumentar la calidad de la información geológica y robustecer el entendimiento de la geología de los yacimientos de Lomas Bayas.

Esta información es de gran relevancia, ya que es la información base para la generación de los modelos geológicos que sustentan los modelos de recursos & reservas y por tanto a toda la cadena de planes mineros y procesos productivos.

3. RESPONSABILIDADES

Geólogo Senior Modelamiento

1. Asegurar y velar por el cumplimiento y la observancia de este procedimiento, resguardar y asegurar que el levantamiento de la información geológica base para los modelos geológicos sea extraída con los más altos estándares de calidad y seguridad.
2. Asegurar validación mapeos y detección de sondajes históricos con data e interpretación inconsistente.
3. Detectar, informar y corregir cualquier anomalía y/o falta al procedimiento de mapeo sondajes en acQuire que pueda poner en riesgo la calidad de la información.
4. Dar a conocer el presente procedimiento y la exigencia de su cumplimiento al personal de su dependencia y personal externo que sea parte de la operación.

Geólogos

1. Asegurar y velar por el cumplimiento y la observancia de este procedimiento, resguardar y asegurar que el levantamiento de la información geológica base para los modelos

Código	LB-ST-SGE-GEO-0003
Aprobado por:	
Revisado por:	Andrea Rojas Pardo

Revisión:	Abril 2024
Vigencia:	Abril 2026

geológicos sea extraída con los más altos estándares de calidad y seguridad de la información.

2. Asegurar validación mapeos y detección de sondajes en mapeo e históricos con data e interpretación inconsistente.
3. Detectar, implementar, corregir e informar cualquier mejora y/o incoherencia a o en el protocolo de mapeo sondajes que pueda mejorar o poner en riesgo la calidad de la información.
4. Utilizar todo el material adicional, herramientas y equipos durante el levantamiento y registro de la data geológica que se describen en este protocolo.
5. Dar a conocer el presente procedimiento y la exigencia de su cumplimiento al personal de su dependencia y personal externo que sea parte de la operación.

4. DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD

Esta actividad de captura de información requiere un alto grado de especialización técnica, por lo que debe ser realizada por Geólogos con los conocimientos y experiencia adecuados.

En términos generales, esta actividad consiste en identificar y caracterizar, a partir de testigos de sondajes diamantinos y cutting de aire reverso los parámetros litológicos, de alteración y mineralización de los yacimientos de Lomas Bayas.

El mapeo geológico de detalle consiste específicamente en la captura de información geológica relacionada con tipos de roca, alteración y mineralización de los distintos eventos ocurridos en forma sucesiva y definidos por asociaciones litológicas y especies minerales individuales entre ambientes supérgenos e hipógenos, modos de ocurrencia y relaciones de temporalidad.

Se debe considerar que la unidad mínima mapeable es a escala 1:100 (soporte de 1 m) para los sondajes diamantinos y 1:200 (soporte 2 m) para sondajes de aire reverso. Queda a criterio del geólogo si unidades menores a este soporte, produce un impacto relevante y justifica su registro. La unidad máxima mapeable no debería superar los 10 o 15 metros en un mapeo de detalle, no obstante, queda a criterio del geólogo si la homogeneidad geológica observada en el sondaje permite establecer tramos mayores.

La detección de nuevas unidades o criterios de mapeo será según conformidad con el staff de geólogos de la Superintendencia Geología, asegurando la codificación en la base de datos.

Código	LB-ST-SGE-GEO-0003
Aprobado por:	
Revisado por:	Andrea Rojas Pardo

Revisión:	Abril 2024
Vigencia:	Abril 2026

5. TEMAS DE MAPEO

Los mapeos deben registrar los siguientes temas principales: litología/estructuras, alteración, vetillas y composición de la mena y ganga. Estos temas deben explicar en su conjunto, el resultado de la mineralización contenida en el soporte estudiado, es decir, los factores geológicos principales que controlan la mineralización. Para ello la secuencia normal de observación es la siguiente:

5.1. LITOLOGIA (Lito)

Las unidades de mapeo litológico deben ser mapeadas, en la medida de lo posible, con la codificación existente en base de datos. La definición de las litologías debe permitir el establecimiento de unidades de modelamiento homogéneas, de acuerdo con sus características macroscópicas.

Se debe poner especial atención en la caracterización de contactos geológicos entre unidades, así como su forma y describir características del contacto, como también el detalle de las estructuras (fallas o vetas).

Los parámetros de mapeo en acQuire® son los siguientes:

Cod	LB1 Litología	Cod	LB2 Litología	Cod	Protolito
-1	Sin Recuperación	-1	Sin Recuperación	-1	Sin Recuperación
0	Aluvio	0	Aluvio	0	Aluvio
11	Granodiorita	100	Relleno Artificial	11	Granodiorita
12	Pórfido Lomas	11	Granodiorita		
13	Pórfido Tonalítico	13	Pórfido Tonalítico		
25	Brecha Candelaria	29	Brecha Blanca		
32	Brecha Tirana	31	Brecha Fortuna		
33	Brecha de Biotita	33	Brecha de Biotita		
36	Brecha Cuarzo Turmalina	36	Brecha Cuarzo Turmalina		
37	Brecha de Clorita	37	Brecha de Clorita		
38	Brecha Andacollo	62	Pórfido Fortuna		
41	Brecha Contacto Pórfido	64	Diques Magnéticos		
42	Brecha Ignea				
43	Veta Cuarzo Feld				
44	Micro Brecha Sinuosa				
64	Diques Magnéticos				
94	Brecha Hidrotermal				
100	Relleno Artificial				

LOOKUP	DESCRIPTION
5.1	Dura
5.2	Muy Dura
4	Blanda
R5.5	Valor intermedio 5-6
R1.5	Valor intermedio 1-2

LOOKUP	DESCRIPTION
40	Falla
60	Zona Vetos

Comentario

Código LB-ST-SGE-GEO-0003

Aprobado por:

Revisado por: Andrea Rojas Pardo

Revisión:

Vigencia:

Abril 2024

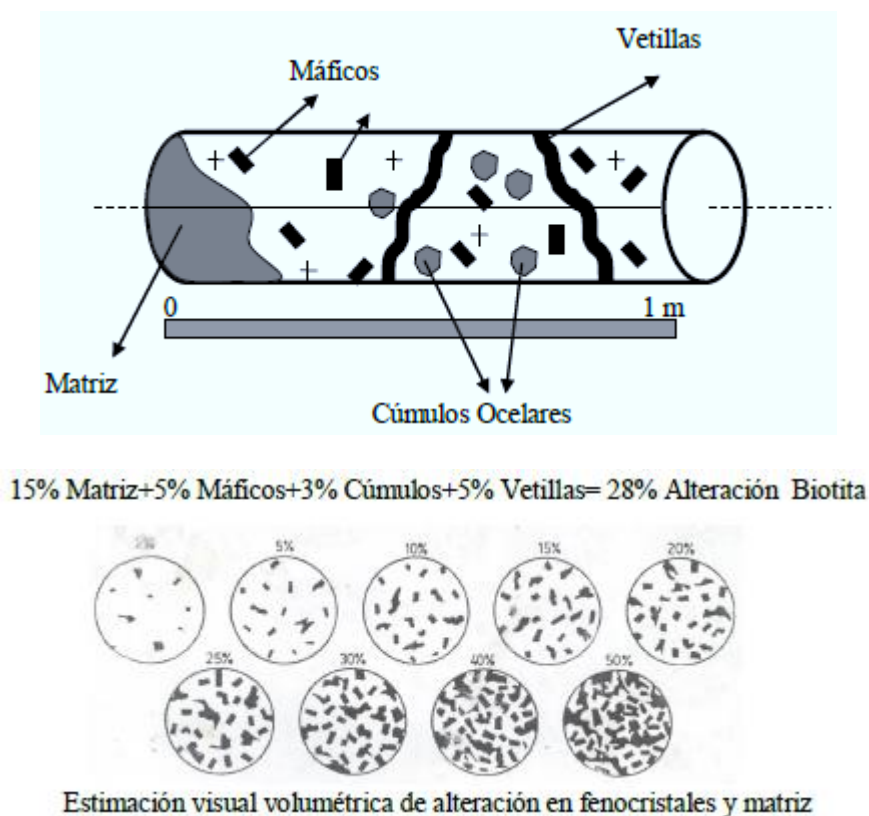
Abril 2026

5.2. ALTERACION (Alte)

Se registra aquella asociación mineralógica de alteración dominante que afectó en mayor grado a la roca como “Alteración Principal”. Si se observa una alteración que alteración que le siga a la dominante en intensidad, debe considerarse como “Alteración Subordinada”.

También se levanta la intensidad de la alteración, que es grado de alteración expresado numéricamente de acuerdo con su intensidad

Algunos criterios visuales para estimar el volumen de la alteración, que a su vez da una idea sobre la intensidad de la alteración:



En bibliografía de pórfidos cupríferos, se clasifica las intensidades de alteración según una mezcla sobre el grado de destrucción de la textura original y selectividad de los minerales de alteración.

Los grupos clasificados son:

- ✓ Selectiva: afecta minerales específicos en la roca, con total preservación de la textura original.
- ✓ Pervasiva: resulta en la destrucción de la textura original de la roca, debido a su naturaleza no selectiva.

Código LB-ST-SGE-GEO-0003
Aprobado por:
Revisado por: Andrea Rojas Pardo

Revisión: Abril 2024
Vigencia: Abril 2026

- ✓ Vetillas – vetas: relleno de vetas y vetillas por minerales de alteración.

A partir de los dos primeros tipos, se infiere una clasificación por grado de destrucción de la textura original de la roca:

- ✓ Fresco: Roca en la cual no se aprecia alteración alguna o sólo exhibe trazas de ésta.
- ✓ Débil: La textura original se conserva perfectamente y es observable sin dificultad. Los cristales o fenocristales presentan sus bordes bien definidos, la alteración se exhibe parcialmente en el cristal o en la masa fundamental.
- ✓ Moderado: Se observa textura original con cierta dificultad. La alteración afecta parcial o casi en su totalidad a los cristales o fenocristales, parte de los bordes de los cristales o fenocristales, tienden a ser irregulares, la masa fundamental se reconoce en forma parcial. En rocas clásticas, el reconocimiento del tipo de roca dependerá de la composición de la roca, del tamaño del grano y de la composición del cemento; mientras más fino es el grano más difícil resulta su determinación. Por el contrario, si los fragmentos están compuestos principalmente por qz, no se tendrá problemas en reconocer el tipo litológico en cuestión.
- ✓ Fuerte / Intenso: No es posible reconocer la textura original de la roca (obliterada) o bien esta se observa con mucha dificultad. En rocas porfídicas, sólo se aprecian “fantasmas” de los fenocristales, y estos tienden a confundirse con la masa fundamental. En rocas con texturas faneríticas, los cristales son indistinguibles entre sí, sólo su aspecto “granudo” –dependiendo del tamaño de los cristales- indicaría su posible protolito.

En la generalidad de las situaciones, es posible reconocer sectores con texturas relictas, las que permiten inferir la preexistencia de una textura que fue obliterada, así mismo, permite la determinación del tipo litológico en cuestión.

FUENTES:

Titley, S.R. & Beane, R.E., 1981. Porphyry Copper deposits. Part I: Geologic Settings, Petrology and tectogenesis. Part II: Hydrothermal alteration and mineralization. Econ Geol. 75th Anniversary p.214-269 34.

Titley, S. R. (Hrsg.), 1982. Advances in Geology of the Porphyry Copper Deposits. - Univ. Arizona Press, Tucson.

Código	LB-ST-SGE-GEO-0003
Aprobado por:	
Revisado por:	Andrea Rojas Pardo

Revisión:	Abril 2024
Vigencia:	Abril 2026

Estabilidad de los Feldespatos (Plagioclasas y Feldespato Potásico):

- ✓ **Fresco:** sin alteración
- ✓ **Variable:** presenta una alteración parcial del cristal, siendo fácil identificar el mineral
- ✓ **Alterado:** los cristales aparecen alterados en, a lo menos, 75% de su estructura, los bordes pueden ser sinuosos sólo en parte de ellos
- ✓ **Obliterado:** reemplazo completo por algún mineral de alteración, con bordes difusos o simplemente se observan siluetas de este.

Estabilidad de la Biotita:

- ✓ **Fresca:** sin alteración, “books” de biotita sin alteración hidrotermal aparente, en estado fresco. La intensidad de la alteración sería, en el peor de los casos débil, siendo fresca una alternativa evidente.
- ✓ **Variable:** parte del cristal puede presentar alteración.
- ✓ **Cloritizada:** biotita reemplazada en forma casi total por clorita, asociada a un halo de alteración propilitica. El sector más oscuro exhibe biotita primaria relictas. Intensidad moderada, puesto que el cristal no está completamente reemplazado o no se ha deformado completamente.
- ✓ **Biotitizada:** biotita reemplazada por biotita secundaria (mosaico), llevada a cabo en un medio esencialmente de metasomatismo potásico. La intensidad es moderada a fuerte, ya que hay parte del cristal que aún se conserva en estado de biotita primaria. En el caso de un completo reemplazo por biotita secundaria, la intensidad debería ser fuerte.
- ✓ **Decolorada:** argilización decolora en forma completa el “book” de biotita. Sólo queda el estado decolorado del cristal como indicio que hubo un “book” de biotita, hoy completamente argilizado.
- ✓ **Obliterada:** los “book” de biotita han sido destruidos totalmente y si no fuera por la presencia de sulfuros primarios y secundarios (cc-py) precipitados entre las micas, el cristal no habría sido reconocido como tal. Los cristales han sido prácticamente obliterados y sólo quedan un fantasma del cristal original.

La alteración es un criterio importante de mapeo para establecer quiebres de tramos mapeables. Puede corresponder a un tipo o a la sumatoria de eventos superpuestos, por lo que es necesario especificar la alteración predominante y subordinada. En el registro de minerales de alteración deben quedar claro las que corresponden a cada alteración.

Código	LB-ST-SGE-GEO-0003
Aprobado por:	
Revisado por:	Andrea Rojas Pardo

Revisión:	Abril 2024
Vigencia:	Abril 2026

De esta manera se puede realizar un modelamiento de las alteraciones hidrotermales más comunes como son: Potásica (de Fk, y Biotita), Clorítica ("Propilítica"), Cuarzo sericítica y Argílica.

Cada evento de alteración-mineralización trae un sistema de vetillas y/o vetas característico. El registro de arcillas, limonitas, techos y pisos geológicos. También es relevante para el modelamiento de alteraciones supérgenas sobre las hipógenas.

Los parámetros de mapeo en acQuire® son los siguientes:

1. Mapeo tipos alteración e Intensidades principales y subordinadas:

LOOKUP	DESCRIPTION	LOOKUP	DESCRIPTION
-1	Sin Recuperación	-1	Sin Recuperacion
0	Aluvio	0	Fresca
1	Fresca	1	Muy Débil
2	Potásica B	2	Débil
3	Clorítica	3	Moderado
4	Cuarzo-Sericita	4	Fuerte
5	Argílica	5	Intenso
6	Silicificación	100	Relleno Artificial
7	Turmalinización		
8	Propilítica		
9	Potásica F		
100	Relleno Artificial		

Comentario

2. Mapeo asociaciones minerales e intensidades principales y subordinadas:

LOOKUP	DESCRIPTION	LOOKUP	DESCRIPTION
A1	Asociacion1	-1	Sin Recuperacion
A2	Asociacion2	0	Fresca
BM	Bt-Mt-(Cpy)	1	Muy Débil
BMC	Btt-Mg-Cl	2	Débil
CM	Chl-Mt-Py-(Cpy)	3	Moderado
CMg	Cl-Mg	4	Fuerte
Fr	Fresca	5	Intenso
LEMC	Cl-Ep-Mg-Ca	100	Relleno Artificial
Q	Qz		
QAK	Qz-Al-Ka		
QC	Qz-Chl-(Ep)-(Carb)-Ser-Py		
QS	Qz-Ser-Cpy-Py		
QSPT	Qz-Ser-Py-Tur		
QST	Qz-Ser-Tm-Py-Cpy		
Qz	Qz		
QzChl	Qz-Chl-(Ep)		
QzSer	Qz-Ser		
QzTur	Qz-Tur		
TBM	Tm-Bt-(FdK)-Mt-Cpy		
TKBM	tm-FdK-Bt-Mt-(Cpy)		

Código LB-ST-SGE-GEO-0003

Aprobado por:

Revisado por: Andrea Rojas Pardo

Revisión:

Abril 2024

Vigencia:

Abril 2026

3. Mapeo intensidad mineralogía ganga:

Alunita	Arcillas	Biotita	Calcita	Clorita	Epidota	FeldK	FeOx	<table border="1"> <thead> <tr> <th>LOOKUP</th> <th>DESCRIPTION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Debil</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Moderado</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Fuerte</td> </tr> </tbody> </table>	LOOKUP	DESCRIPTION	1	Debil	2	Moderado	3	Fuerte
LOOKUP	DESCRIPTION															
1	Debil															
2	Moderado															
3	Fuerte															
SulfFe	Manganeso	Cuarzo	Sales	Sericita	Turmalina	Yeso										

4. Mapeo vetas:

Los pórfidos cupríferos constituyen un grupo muy variado de depósitos minerales y con una amplia diversidad de características, sin embargo, también comparten muchos rasgos comunes lo que permite realizar varias generalizaciones en el entendimiento y evolución de los diferentes eventos relacionados con la aparición de vetillas.

En estos depósitos existen varias fases de intrusiones, estas inyecciones magmáticas crean una compleja serie de eventos a medida que el ambiente mecánico de las rocas varía en el tiempo. Es así, como las vetillas de tipo A se forman en un ambiente en que las rocas, debido a su alta temperatura, poseen un comportamiento mecánico casi dúctil, mientras las de tipo B en condiciones transicional frágil – dúctil y las de tipo D en un régimen netamente frágil, lo que en general reflejaría un progresivo enfriamiento del sistema (el comportamiento mecánico de las rocas depende principalmente de la temperatura) acompañado de un cambio desde condiciones de presión litostática a hidrostática desde la etapa de alteración potásica a la filica.

A continuación, se describen los tipos de vetillas más importantes identificados en el yacimiento en orden de más antiguo a más nuevo y su relación con los principales ambientes de alteración-mineralización, de acuerdo con las relaciones de corte que se han registrado a la fecha.

- **Etapas Potásica**

Las estructuras asignadas a esta etapa forman parte de las zonas de alteración potásica. Se estima que su emplazamiento se produjo en un ambiente semi-dúctil, evidenciado por su forma sinuosa (no constituye planos rectos), mediante un proceso de metasomatismo potásico a temperaturas probables entre 800°C y 600°C. Se identifican tres tipos, las vetillas “Early Biotite” denominadas EB y vetillas transicionales entre EB y A denominadas EBT “Early Biotite Transitional” y las vetillas de cuarzo tipo A con característicos halos de feldespatos potásico.

Código: LB-ST-SGE-GEO-0003
Aprobado por:
Revisado por: Andrea Rojas Pardo

Revisión: Abril 2024
Vigencia: Abril 2026

- ✓ **Vetillas EB:** corresponden a vetillas finas de potencia reducida de diseño irregular, comúnmente no sobrepasan los 10 mm y están compuestas de biotita y cuarzo con o sin halo de biotita y mineralización asociada predominante de Calcopirita y Magnetita.

Algunas vetillas de textura granular con relleno de cuarzo, feldespato potásico y sulfuros con halos biotíticos se observan transicionales entre el evento EB y las vetillas de cuarzo tipo A, denominándose vetillas EBT “Early Biotite Transitional”. Las vetillas EBT son más anchas que las vetillas EB, poseen relleno granular bien definido, compuesto de cuarzo, feldespato potásico y sulfuros en una disposición irregular bordeada por un claro halo biotítico fino pardo con proporciones menores de feldespato potásico, cuarzo. La calcopirita puede estar presente en el relleno como en halos de estas vetillas.

- ✓ **Vetillas tipo A:** vetillas milimétricas sinuosas y discontinuas con un relleno de textura granular compuesto por cuarzo y menores proporciones de feldespato potásico, con escasa mineralización en el relleno. Presentan halos estrechos de feldespato potásico y/o albita.

Corresponde a un ambiente frágil (evidenciado por la generación de planos rectos continuos donde se emplazan las vetillas), a temperaturas del orden de ± 400 °C. Se asume que rellenan fracturas producidas por pérdida de volumen en un sistema que se enfría. Forman parte del evento principal de aporte de molibdeno.

- ✓ **Vetillas tipo B:** vetillas milimétricas a centimétricas, planares, continuas, bandeadas, normalmente sin halo de alteración, constituidas principalmente por cuarzo con molibdenita, además de escasos aportes de calcopirita y pirita. La mineralización está alineada tanto en las paredes como en la parte central. Presenta una sutura central en la unión de los cristales de cuarzo que se han desarrollado desde las paredes hacia el centro. Al presentar el cuarzo de tipo crustiforme dejan un importante espacio intercrystalino a modo de sutura, el que en ocasiones reutilizado por vetillas de la etapa hidrotermal.

- **Etapas Clorítica**

También llamada etapa fílica temprana, con aporte clorítico y con una asociación de alteración sericita-clorita. Se asume un ambiente frágil, con temperaturas entre 400°C a 300 °C. La presencia de sericita hidrotermal obliterando textura y cloritización de las biotitas estaría marcando procesos de alteración retrógrados con hidrólisis.

Código	LB-ST-SGE-GEO-0003
Aprobado por:	
Revisado por:	Andrea Rojas Pardo

Revisión:	Abril 2024
Vigencia:	Abril 2026

- ✓ **Vetillas tipo C:** vetillas milimétricas a centimétricas constituidas por relleno de cuarzo, clorita, biotita y sulfuros (principalmente Py). Es característico un extenso y penetrativo halo gris verde (> 10 mm) de tono claro a oscuro, los cuales son preferentemente irregulares y su color estaría dado por la presencia de biotitas cloritizadas o clorita-sericita. Este tipo de vetillas se son cortadas por las vetillas D de halos sericíticos blanquecinos.

- **Etapla Fílica**

Se forman en condiciones de roca frágil a temperaturas <300 °C, siendo la hidrólisis el proceso principal de transformación mineralógica, obliterando la textura de la roca de caja. Este evento se superpone cortando o reutilizando vetillas anteriores.

- ✓ **Vetillas tipo D:** Vetillas milimétricas a centimétricas (algunas alcanzan potencias decimétricas), planares muy continuas, constituidas principalmente por relleno de sulfuros (pirita-calcopirita) y cuarzo subordinado, con un halo de alteración cuarzo-sericita bien desarrollado color blanquecino por presencia de sericita-caolinita. Es característico que el halo destruya parcialmente la textura de la roca hospedante.
- ✓ **Vetillas de magnetita:** También se han reconocido vetillas de Mt-(Qz), las que son finas, planas y continuas.

Las observaciones sobre tipos de vetillas, relaciones de corte y desplazamiento entre ellas, como también el registro de las asociaciones de mena y ganga que las componen, son de significativa importancia para la modelación y la interpretación genética del yacimiento. Como se dijo anteriormente, cada vetilla con su asociación mineralógica

puede representar un evento de alteración-mineralización, por lo tanto, un especial énfasis en su adecuado registro es altamente recomendable. El aumento o disminución de vetillas puede significar un aumento o disminución de las leyes del tramo por lo que sería otro criterio de división de tramos mapeables. Las vetillas son clasificadas en EB, A, B, C y D principalmente.

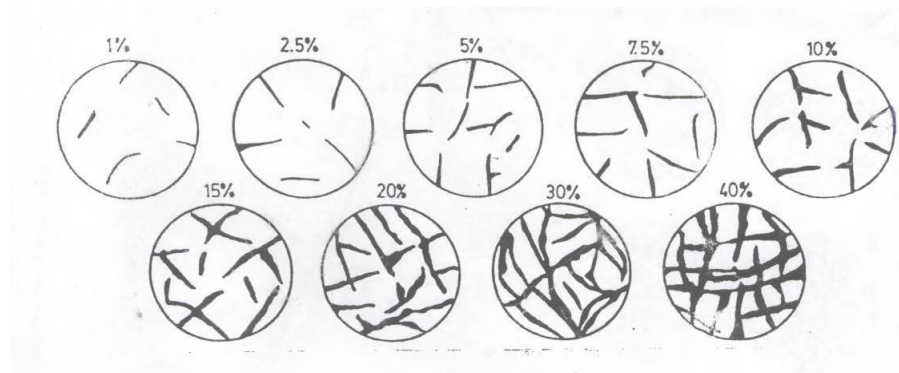
Los parámetros de mapeo en acQuire® son los siguientes:

Código	LB-ST-SGE-GEO-0003	Revisión:	Abril 2024
Aprobado por:		Vigencia:	Abril 2026
Revisado por:	Andrea Rojas Pardo		

Veta Mx1	Veta Int Mx1	Veta Mx2	Veta Int Mx2	Veta Est1	Veta Int Est1	Veta Est2	Veta Int Est2	Veta Est3	Veta Int Est3
LOOKUP	DESCRIPTION	LOOKUP	DESCRIPTION	LOOKUP	DESCRIPTION	LOOKUP	DESCRIPTION	LOOKUP	DESCRIPTION
BM(Cpy)	Bt-Mt-(Cpy)	-1	Sin Recuperacion	QK(A)	Qz-FeldK-(Alb)	1	traza		
T(BMK)Cpy	Tm-(Bt)-(Mt)-(FeldK)-Cpy	0	Fresca	C(S)(M)(Py)	Chl-(Ser)-(Mt)-(Py)	2	debil		
QMo(Cpy)	Qz-Mo-(Cpy)	1	Muy Débil	Qz(bajaT)	vetas de cuarzo al baja temp	3	moderado		
QSCpyPy	Qz-Ser-Cpy-Py	2	Débil	QzT	Qz-Turm	4	fuerte		
Cpy-Py	Cpy-Py	3	Moderado	QcCc(E)Py	Qzcr-CO3-(Ep)-Py	5	intenso		
Chal+Bon+Py	Chal+Bon+Py	4	Fuerte	QT(S)Py	Qz-Tm-(Ser)-Py				
Qz-Py-Cpy	Qz-Py-Cpy	5	Intenso	Turm	veta de Turmalina				
Qz-Mo	Qz-Mo	100	Relleno Artificial	QzBiot	Qz-Biot (EDM)				
Qz-Ca-Cpy	Qz-Ca-Cpy			M(Q)	Mt-(Qz)				
Qz-Al	Qz-Al			YA	Yes-Anh				
Min1	Veta Auxi Min1			Biot	vetas de Biotita				
Min2	Veta Auxi Min2			Qz	Qz				
Min3	Veta Auxi Min3			Epl	vetas de Epidota				
Min4	Veta Auxi Min4			QzSer	Qz-Ser				
qz-OxCu-cc	qz-OxCu-cc			OxMang	vetas de oxidos de manga				
				OxFe	vetas de oxidos de Fer				

Tipo De Vetilla	Vetillas con Mena	Vetillas Esteriles	Tipo De Vetilla
EB	Bt-Mt-(Cpy)	Qz-FeldK-(Alb)	A
EBT	Tm-(Bt)-(Mt)-(FeldK)-Cpy	Chl-(Ser)-(Mt)-(Py)	C
B	Qz-Mo-(Cpy)	Qz crustiforme-CO ₃ -(Ep)-Py	Transicional
D	Qz-Ser-Cpy-Py	Qz-Tm-(Ser)-Py	D
E	Cpy-Py	Mt-(Qz)	Indiferenciada
		Yeso-Anhidrita	Potásica
		Qz	Indiferenciada

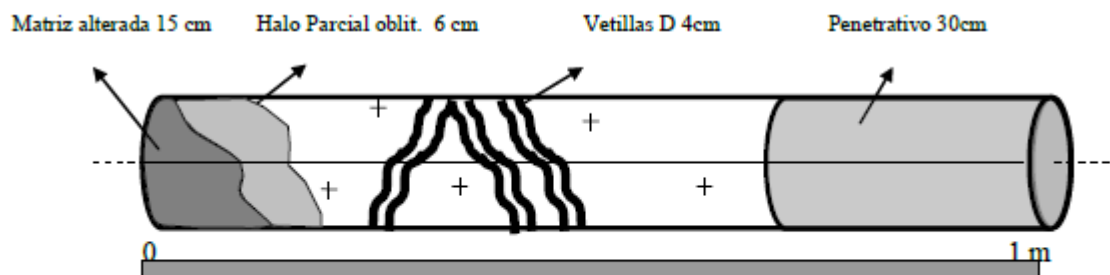
Es necesario indicar, además del tipo de vetilla, la abundancia en que éstas ocurren, la que se clasifica en débil ($1\% < X \leq 10\%$), moderada ($10\% < X \leq 30\%$) y abundante ($X > 30\%$), mediante un método gráfico (Figura A) y/o cuantitativo como % en volumen.



Método gráfico para el cálculo visual volumétrico de vetillas.

Código LB-ST-SGE-GEO-0003
Aprobado por:
Revisado por: Andrea Rojas Pardo

Revisión: Abril 2024
Vigencia: Abril 2026



Medición de % en Volumen de vetillas. Sumatoria de relleno + halos dividido por la longitud del tramo X 100.

Código LB-ST-SGE-GEO-0003
 Aprobado por:
 Revisado por: Andrea Rojas Pardo

Revisión: Abril 2024
 Vigencia: Abril 2026

5.3. MINERALIZACION (Minz)

La mineralización define las zonas de mineralización establecidas y que corresponden a zonas de mineralización supérgenas y primarias principales.

Para cada zona mineral se debe definir además la subzona GEOM a la cual pertenece la asociación mineral que la conforma. Las zonas de mineralización que presentan subzona corresponden a: lixiviado (lix), oxidados de cobre (oxi), mixto oxidado (mix_sul), mixto sulfurado (mix_sul), secundario (sec) y primario (pri).

La proporción de los minerales se establece según la abundancia relativa entre las especies presentes, totalizando un 100%.

Si bien se registra la abundancia relativa y la intensidad (ej: Sulf1 es más dominante que el Sulf2, y el Sulf2 es más dominante que el Sulf3), es de suma importancia que quede claro la participación de cada sulfuro en los eventos de alteración que los contienen.

De esta manera se facilita el modelamiento mineralógico, distribución de oxidados y sulfuros asociados a los eventos que los generaron.

Luego la abundancia absoluta para los oxidados y sulfuros es de acuerdo con las proporciones de cada uno de ellos.

Los parámetros de mapeo en acQuire® son los siguientes:

1. Zonas Minerales:

LOOKUP	DESCRIPTION
-1	Sin Recuperación
0	Aluvio
1	Óxido
2.1	Mixto Oxidado
2.2	Mixto Sulfurado
3	Secundario
4	Primario
5	Lixiviado
9	Sin Mineral
100	Relleno Artificial

Código LB-ST-SGE-GEO-0003

Aprobado por:

Revisado por: Andrea Rojas Pardo

Revisión:

Abril 2024

Vigencia:

Abril 2026

2. Zonas Geom:

LOOKUP	DESCRIPTION	
-1	Sin recuperación	
0	Sin mineralización	
100	Relleno Artificial	
1A	Broc-Antl	
1B	Chalcantita	
1C	Wad-Crisoc	
1D	Lix-Ox	
1E	Sulfa-Py	
1F	Lix-Ox s/Cu	
2A	Br-An c/(Cpy-Py)	
2B	Br-An c/(Cpy-Py+Cv)	
2B	Br-An c/(Cpy-Py+Cv)	
2C	Chalc c(Cpy-Py)	
2D	Chalc c(Cpy-Py+Cv)	
2E	Wad-Cri (Cpy-Py)	
2F	Wad-Cri (Cpy-Py+Cv)	
3A	Cpy-Py c/(Oxidos)	
3B	Cpy-Py+Mo c/(Oxidos)	
3C	Cpy-Py+Cv c/(Oxidos)	
3D	Cpy-Py+Cv+Mo c/(Oxidos)	
4A	Cpy +Py	
4B	Cpy+Py+Mo	
4C	Py-(Cpy)	
s/m	Sin Mineralizacion	
SR	sin recuperacion	

3. Detalle sulfuros: Tipo – Intensidad – Ocurrencia - %Volumen.

LOOKUP	DESCRIPTION		LOOKUP	DESCRIPTION	
A1	Asociacion1		dis	Diseminado(11)	
A2	Asociacion2		vet	Vetillas(12)	
BM	Bt-Mt-(Cpy)		pat	Pátinas(13)	
BMC	Btt-Mg-Cl		dv	Diss.- Vetillas(15)	
CM	Chl-Mt-Py-(Cpy)		dp	Diss.- Patinas(16)	
CMg	Cl-Mg		vd	Vetillas - Disem.(17)	
Fr	Fresca		pd	Pátinas - disem.(18)	
LEMC	Cl-Ep-Mg-Ca		dvp	Disem.-Vet.-pat.(19)	
Q	Qz		impr	Impregnando(22)	
QAK	Qz-Al-Ka		fr	Facturas(14)	
QC	Qz-Chl-(Ep)-(Carb)-Ser-Py		re	Remplazo(20)	
QS	Qz-Ser-Cpy-Py		V	Veta(21)	
QSPT	Qz-Ser-Py-Tur				

(%)

0.00%

4. Detalle oxidados cobre: Tipo – Intensidad – Ocurrencia - %Volumen.

Código LB-ST-SGE-GEO-0003

Aprobado por:

Revisado por: Andrea Rojas Pardo

Revisión:

Abril 2024

Vigencia:

Abril 2026

LOOKUP	DESCRIPTION		LOOKUP	DESCRIPTION	
br	Brochantita(1)		dis	Diseminado(11)	
an	Antlerita(2)		vet	Vetillas(12)	
at	Atacamita(3)		pat	Pátinas(13)	
cr	Crisocola(4)		dv	Diss.- Vetillas(15)	
ch	Chalcantita(5)		dp	Diss.- Patinas(16)	(%)
cx	Chenevixita(6)		vd	Vetillas - Disem.(17)	
cpt	Copper Pitch(7)		pd	Pátinas - disem.(18)	
cpw	Copper Wad(8)		dvp	Disem.-Vet.-pat.(19)	
ct	Cuprita(15)		impr	Impregnando(22)	
mq	Malaquita(21)		fr	Facturas(14)	
smq	Seudomalaquita(23)		re	Remplazo(20)	
cu	Cu Nativo(24)		V	Veta(21)	0.00%
oxcu	Oxidos de Cu(9)				
M1	Min1				

LOOKUP	DESCRIPTION	
A1	Asociacion1	
A2	Asociacion2	
BM	Bt-Mt-(Cpy)	
BMC	Btt-Mg-Cl	
CM	Chl-Mt-Py-(Cpy)	
CMg	Cl-Mg	
Fr	Fresca	
LEMC	Cl-Ep-Mg-Ca	
Q	Qz	
QAK	Qz-Al-Ka	
QC	Qz-Chl-(Ep)-(Carb)-Ser-Py	
QS	Qz-Ser-Cpy-Py	
QSPT	Qz-Ser-Py-Tur	

5. Detalle oxidados hierro: Tipo – Intensidad.

Goetita	Hematita	Magnetita	LOOKUP	DESCRIPTION
			1	Debil
			2	Moderado
			3	Fuerte

6. Detalle sulfatos de cobre y hierro: Tipo – Intensidad.

Copiapita	Coquimbita	Jarosita	LOOKUP	DESCRIPTION
			1	Debil
			2	Moderado
			3	Fuerte

Pointivinita	Szomolnokita	Voltaita

7. Detalle vetas de mineralización: Tipo – Intensidad.

LOOKUP	DESCRIPTION	LOOKUP	DESCRIPTION	LOOKUP	DESCRIPTION
py		biot-cpy		1	Debil
cpy		qz-biot-py		2	Moderado
moli-cpy		py-volt (szo)		3	Fuerte
moli-qz		py-volt-qz			
qz-ant (OxFe)		qz-py			
qz-ant (cc)		qz-py-chal			
qz-cc-OxFe		py-cpy			
br(qz)					
cc-cov					
br-wad					
qz-cpy-ser					

Código LB-ST-SGE-GEO-0003

Aprobado por:

Revisado por: Andrea Rojas Pardo

Revisión:

Abril 2024

Vigencia:

Abril 2026

6. HERRAMIENTAS, EQUIPOS E INFORMACION DE APOYO

Inicialmente, se puede inferir a nivel macroscópico en una muestra de mano con el apoyo de lupas de bajo aumento (10x, 14x y 20x) y baja resolución, los tipos y subtipos de rocas, alteraciones y mineralizaciones en las rocas donde está enclavado Lomas Bayas.

Sin embargo, dada la alta complejidad que posee la mineralogía y bajas leyes en los depósitos Lomas I y Lomas II, en especial aquellas que contienen el cobre, ha sido necesario la implementación de herramientas, equipos e información de apoyo que permitan optimizar el levantamiento geológico de sondeos, los cuales deben tener el carácter de obligatorio durante el mapeo geológico.

6.1. MICROSCOPIA OPTICA

6.1.1. Lupa Leica DMS300

Lupa de alta resolución con óptica de zoom es de 8:1 de alta calidad óptica y potente cámara digital para la inspección y documentación digitales.

Se utiliza para el mapeo geológico de aire reverso principalmente para la observación de texturas, estructuras y fábricas mineralógicas para la clasificación de minerales y rocas, estableciendo ciertas condiciones cualitativas o semicuantitativas de formación, así como posibles procesos evolutivos.



También debe ser usada para visualización de mineralogías que no puedan ser bien observadas con las lupas tradicionales en muestras de sondeos diamantinos o cualquier muestra de roca a caracterizar.

Código LB-ST-SGE-GEO-0003
Aprobado por:
Revisado por: Andrea Rojas Pardo

Revisión: Abril 2024
Vigencia: Abril 2026

6.1.2. Microscopio petro-calcográfico Leica DM750P

Con el objetivo de precisar la caracterización mineralógica y textural de las rocas que se describen en forma macroscópica, se deben realizar estudios microscópicos en base a cortes transparentes y pulidos, dependiendo de la complejidad de las zonas atravesadas por el sondaje. Esta descripción debe ser realizada por el geólogo mapeador y debe ser validada en su calidad por el profesional responsable de esta actividad.



Durante el mapeo geológico de sondajes tanto RC como DDH, se deben tomar muestras para una evaluación más en detalle para apoyar la clasificación petrográfica de las rocas, así como alteraciones y mineralizaciones cuando las lupas no son suficientes para poder realizar interpretaciones geológicas, ya que:

- ✓ El análisis de secciones delgadas de rocas permite una descripción tanto de la mineralogía primaria como de alteración, con énfasis en el análisis de las texturas, tipo e intensidad de la alteración y la abundancia relativa de las especies minerales presentes en la muestra.
- ✓ El análisis de descripción de minerales de mena a partir de una sección pulida para la caracterización de minerales metálicos y su asociación con minerales de alteración.

6.2. ESPECTROMETRIA DE REFLECTANCIA (NIR)

Esta información es utilizada para apoyar la interpretación de la mineralogía de alteración principal y subordinada y mineralogía de cobre en los niveles de oxidación cuando es posible obtener una muestra monomineral.

6.2.1. Terraspec 4Pro

Permite obtener datos semicuantitativos e interpretados por software The Spectral Geologist (TSG) para mezcla de minerales y Specmin para el caso de medición de minerales principalmente individuales.

Código LB-ST-SGE-GEO-0003
 Aprobado por:
 Revisado por: Andrea Rojas Pardo

Revisión:
 Vigencia: Abril 2024
 Abril 2026

La data entregada por TSG consiste en cuatro mineralogías obtenidas desde el espectro dada por la librería espectral de minerales puros para aplicaciones en geología.

Las dos primeras mineralogías de ganga (Min1 sTSAS y Min2 sTSAS), comprenden mineralogías interpretadas a longitudes de onda mayores a los 1400 nm y dos siguientes mineralogías (Min1 sTSAV y Min2 sTSAV) con longitudes de onda menores a 1400 nm que son para éstas dos últimas hematita y goethita principalmente.

También se tienen las proporciones entre ellas dentro del rango espectral y nivel de confianza de la interpretación:

holeid	from	to	Min1 sTSAS	Wt1 sTSAS	Min2 sTSAS	Wt2 sTSAS	Error sTSAS	Min1 sTSAV	Wt1 sTSAV	Min2 sTSAV	Wt2 sTSAV	Error sTSAV
LR-1349	178	180	Chlorite-FeMg	0.573	Montmorillonite	0.427	100.15	Aspectral	1	NULL	NULL	500
LR-1349	180	182	Muscoviticllite	0.582	Chlorite-FeMg	0.418	108.81	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
LR-1349	182	184	Muscoviticllite	0.743	Chlorite-FeMg	0.257	97.297	Goethite	1	NULL	NULL	317.28
LR-1349	184	186	Muscoviticllite	0.659	Montmorillonite	0.341	86.06	Aspectral	1	NULL	NULL	500
LR-1349	186	188	Chlorite-FeMg	0.538	Muscoviticllite	0.462	126.85	Aspectral	1	NULL	NULL	500
LR-1349	188	190	Chlorite-FeMg	0.627	Muscoviticllite	0.373	126.91	Aspectral	1	NULL	NULL	500
LR-1349	190	192	Chlorite-FeMg	0.563	Montmorillonite	0.437	103.92	Aspectral	1	NULL	NULL	500
LR-1349	192	194	Muscoviticllite	0.578	Kaolinite-PX	0.422	82.857	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
LR-1349	194	196	Chlorite-FeMg	0.626	Montmorillonite	0.374	109.22	Aspectral	1	NULL	NULL	500
LR-1349	196	198	Muscoviticllite	0.592	Chlorite-FeMg	0.408	115.58	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
LR-1349	198	200	Muscoviticllite	1	NULL	NULL	104.64	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
LR-1349	200	202	Montmorillonite	0.61	Epidote	0.39	143.06	Aspectral	1	NULL	NULL	500
LR-1349	202	204	Montmorillonite	0.717	Kaolinite-PX	0.283	73.457	Aspectral	1	NULL	NULL	500
LR-1349	204	206	Montmorillonite	0.648	Siderite	0.352	106.21	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
LR-1349	206	208	Chlorite-FeMg	0.574	Montmorillonite	0.426	57.998	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
LR-1349	208	210	Montmorillonite	0.512	Chlorite-FeMg	0.488	96.223	Aspectral	1	NULL	NULL	500
LR-1349	210	212	Chlorite-FeMg	0.673	Kaolinite-PX	0.327	52.674	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
LR-1349	212	214	Montmorillonite	0.573	Muscoviticllite	0.427	64.325	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
LR-1349	214	216	Montmorillonite	1	NULL	NULL	132.73	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
LR-1349	216	218	Montmorillonite	1	NULL	NULL	72.475	Aspectral	1	NULL	NULL	500
LR-1349	218	220	Montmorillonite	1	NULL	NULL	98.384	Aspectral	1	NULL	NULL	500
LR-1349	220	222	Montmorillonite	0.818	Epidote	0.182	58.103	Aspectral	1	NULL	NULL	500
LR-1349	222	224	Siderite	0.579	Montmorillonite	0.421	54.913	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
LR-1349	224	226	Chlorite-FeMg	0.613	Kaolinite-PX	0.387	146.4	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
LR-1349	226	228	Biotite	0.622	Kaolinite-PX	0.378	90.423	Aspectral	1	NULL	NULL	500
LR-1349	228	230	Kaolinite-PX	1	NULL	NULL	112.37	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
LR-1349	230	232	Chlorite-FeMg	0.549	Montmorillonite	0.451	165.97	Aspectral	1	NULL	NULL	500
LR-1349	232	234	Muscoviticllite	0.619	Kaolinite-PX	0.381	134.87	Aspectral	1	NULL	NULL	500
LR-1349	234	236	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
LR-1349	236	238	Montmorillonite	0.72	Kaolinite-PX	0.28	81.69	Aspectral	1	NULL	NULL	500
LR-1349	238	240	Montmorillonite	0.7	Kaolinite-PX	0.3	103.51	Aspectral	1	NULL	NULL	500
LR-1349	240	242	Muscoviticllite	0.75	Kaolinite-PX	0.25	100.27	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL

La data obtenida por Specmin se intepreta en forma manual y debe ser utilizada para consultas monominerales de alteración y mineralización del ambiente de oxidación.

6.2.2. Matrix FT-NIR

A partir del análisis de muestras en Matrix e interpretadas en softwares Opus, se obtiene la información cuantitativa de seis componentes principales previamente calibrados que son para:

Lomas I: 7 componentes

Swelling Clays, Water Soluble, Kalolinite, Muscovite, Chlorite, Biotite y QKPT (Quarz, k-Feldespar, Plagioclase, Tourmaline).

Lomas II: 6 componentes

Código	LB-ST-SGE-GEO-0003	Revisión:	Abril 2024
Aprobado por:		Vigencia:	Abril 2026
Revisado por:	Andrea Rojas Pardo		

Swelling Clays, Water Soluble, Kalolinite, Muscovite, Chlorite, Biotite y QKPT (Quarz, k-Feldespar, Plagioclase, Tourmaline).

holeid	From	To	Swelling Clay	Water Soluble	Kaolinite	Muscovite/Sericite	Chlorite	QKPT	Total
FR-356	128	130	13.041	5.3925	3.8699	4.6241	4.5232	67.242	99
FR-356	130	132	15.432	6.0944	4.4903	7.3061	4.3135	57.726	95
FR-356	132	134	16.753	6.6405	3.7864	9.4744	3.2414	50.447	90
FR-356	134	136	16.984	6.6386	3.4824	9.798	3.1011	49.261	89
FR-356	136	138	16.669	6.0792	3.9935	7.85	3.5209	50.519	89
FR-356	138	140	16.022	5.6936	4.0653	6.9444	3.3842	53.901	90
FR-356	140	142	15.891	5.1742	4.5857	7.2395	3.5783	56.683	93
FR-356	142	144	16.241	4.5137	3.8463	12.488	3.1353	48.4	89
FR-356	144	146	15.348	5.2483	3.8566	12.789	3.4074	50.963	92
FR-356	146	148	16.309	4.9216	5.9508	5.0119	5.2085	55.765	93
FR-356	148	150	12.187	5.8596	0.82782	7.9353	1.9982	58.62	87
FR-356	150	152	15.652	4.7013	4.6117	13.565	3.1036	45.955	88
FR-356	152	154	15.997	4.5793	4.5218	12.78	3.5515	46.894	88
FR-356	154	156	17.699	4.6752	6.6141	10.091	3.5272	47.825	90
FR-356	156	158	16.432	6.1104	4.836	12.403	2.7122	43.706	86
FR-356	158	160	15.392	7.7086	2.0345	13.32	1.7148	45.689	86

En la interpretación, también se entregan otros datos que permiten identificar el grado de confianza de la interpretación.

6.3. MINERALOQUIMICA

En mapeo geológico sondajes en acQuire, se pueden visualizar y exportar las leyes de cobre, con el objetivo de apoyar el mapeo de la mineralización de mena y definición de zonas minerales, así como sus techo y bases:

Visualización Leyes de Cobre acQuire:

Proyecto	Tarea a Realizar	Prospecto (Opcional)	Filtro Sonda	FILTRAR						
FC	1		FR-386							
Si	Litología		Alteración		Mineralización			Estructuras	Leyes Best	
	Roca	Protolito	Alt Principal	Int Principal	Zona Mineral	Zona Geomet	% Ley Est CuT:0	Estructura	% CuT (%)	% CuS (%)
5	11		4	5	II	1A	0.3		0.31	0.229
0.328									0.247	
0.377									0.279	
0.434									0.325	
10	11		4	5	II	1E	0.4		0.37	0.319
0.453									0.394	
0.616									0.47	
0.336									0.254	
15	11		2	5	II	1E	0.35		0.34	0.243
0.385									0.277	
0.276									0.189	
0.263									0.197	
20	11		2	5	II	1E	0.35		0.343	0.285
0.342									0.29	
0.367									0.31	
0.432									0.377	
25	11		4	5	II	1E	0.5		0.537	0.464
0.547									0.467	
0.457									0.396	
0.363									0.296	
30	11		4	5	II	1E	0.5		0.41	0.331
0.324										
0.335										
0.351										
35	62		2	5	II	1E	0.35		0.296	
0.253										
0.331									0.262	
0.277									0.217	
40	62		4	5	II	1E	0.3		0.203	0.16

Exportación Leyes de Cobre acQuire:

Código LB-ST-SGE-GEO-0003

Aprobado por:

Revisado por: Andrea Rojas Pardo

Revisión:

Vigencia:

Abril 2024

Abril 2026



VER LEYES DE UN SONDAGE

Parametros

Proyecto

FC

Buscar Sondaje

FR

Sondaje

- ☐ FR-378
- ☐ FR-379
- ☐ FR-380
- ☐ FR-381
- ☐ FR-382
- ☐ FR-383
- ☐ FR-384
- ☐ FR-385
- ☒ FR-386
- ☐ FR-387
- ☐ FR-388
- ☐ FR-389

Ejecutar

	HOLEID	SAMPLEID	SAMPFROM	SAMPTO	CuS	CuT	CUWS
1	FR-386	734307	0	2	0.229	0.31	0.104
2	FR-386	734308	2	4	0.247	0.328	0.112
3	FR-386	734311	4	6	0.279	0.377	0.176
4	FR-386	734312	6	8	0.325	0.434	0.164
5	FR-386	734313	8	10	0.319	0.37	0.249
6	FR-386	734316	10	12	0.394	0.453	0.285
7	FR-386	734318	12	14	0.47	0.616	0.398
8	FR-386	734319	14	16	0.254	0.336	0.202
9	FR-386	734320	16	18	0.243	0.34	0.169
10	FR-386	734321	18	20	0.277	0.385	0.173
11	FR-386	734322	20	22	0.189	0.276	0.105
12	FR-386	734324	22	24	0.197	0.263	0.147
13	FR-386	734325	24	26	0.285	0.343	0.217
14	FR-386	734326	26	28	0.29	0.342	0.244
15	FR-386	734328	28	30	0.31	0.367	0.234
16	FR-386	734330	30	32	0.377	0.432	0.291
17	FR-386	734331	32	34	0.464	0.537	0.41
18	FR-386	734333	34	36	0.467	0.547	0.396
19	FR-386	734334	36	38	0.396	0.457	0.333
20	FR-386	734336	38	40	0.296	0.363	0.248
21	FR-386	734338	40	42	0.331	0.41	0.254
22	FR-386	734339	42	44		0.324	
23	FR-386	734340	44	46		0.335	
24	FR-386	734341	46	48		0.351	
25	FR-386	734343	48	50		0.296	
26	FR-386	734345	50	52		0.253	
27	FR-386	734346	52	54	0.262	0.331	0.211
28	FR-386	734347	54	56	0.217	0.277	0.182
29	FR-386	734349	56	58	0.16	0.203	0.123

De esta forma, se obtiene archivo csv con leyes de cobre total (CuT), cobre soluble (CuS) y cobre soluble al agua (CuW) de sondajes a mapear o remapear y desde dónde se pueden realizar cálculos para obtener otras leyes y razones (tasas) de cobres solubles:

Leyes de cobre y razones

Total	Soluble* H ₂ SO ₄	Soluble agua	Insoluble ácido	Soluble ácido puro	Razón Solubilidad	Tasa Sulfato	Tasa Oxido	Razón Insolubilidad	UgQui** Sulfato	UgQui** Oxido
CuT	CuS	CuW	CuI (CuT-CuS)	CuAc (CuS-CuW)	CuS/CuT	CuW/CuS	CuAc/CuS	CuI/CuT	CuW/CuS ≥ 0.2	CuW/CuS < 0.2

*CuS: SCU20 = Solubilidad total en ácido sulfúrico (H₂SO₄) diluido al 10% a 20°C.

**Sulfatos que corresponderían aquellos que tienen una solubilidad del cobre en agua de a lo menos un 20 %, asegurando que este tipo de minerales sean capaces de ser identificado por su comportamiento al ser lixiviado y puedan ser procesados aprovechando su característica de tener una cinética de disolución del cobre muy rápida y capaces de consumir menos ácido que otro mineral que tiene menor solubilidad en agua, es decir, menor a 20% que denominaremos Óxidos. Una forma y criterio que se encontró para definir el límite mínimo de 20% para la zona de sulfato fue correlacionando el resultado de solubilidad en agua de muestras obtenidas en Lomas II con el consumo máximo neto de ácido, que según lo expuesto debería ser menor en la zona de Sulfatos, por lo tanto se podría aprovechar esta característica para adicionar menos ácido en el procesamiento de esta menas. (Campos, 2013. "Informe Definición de Unidades Oxido-Sulfato en relación a la Solubilidad").

Las razones de solubilidad para LB1 establecidas (2016):

Category Name	≤	Value	Colour
pri	≤	0.2	Orange
mix_sul	≤	0.5	Red
mix_oxi	≤	0.8	Green
oxi	<	maximum	Light Green

Las razones de solubilidad para LB2 establecidas (2016):

Category Name	≤	Value	Colour
pri	≤	0.2	Orange
mix_sul	≤	0.5	Red
mix_oxi	≤	0.75	Green
oxi	<	maximum	Light Green

Código: LB-ST-SGE-GEO-0003
 Aprobado por:
 Revisado por: Andrea Rojas Pardo

Revisión:
 Vigencia:

Abril 2024
 Abril 2026

6.3.1. Definiciones

Las siguientes definiciones se deben conocer ante el uso de leyes de cobre para discriminar zonas minerales u otras interpretaciones:

- ✓ **Ley de Cobre:** Ley de cobre es el porcentaje de cobre que encierra una determinada muestra. Cuando se habla de una ley del 1% significa que en cada 100 kilogramos de roca mineralizada hay 1 kilogramo de cobre puro.

Se debe considerar las siguientes definiciones para apoyar el mapeo geológico con las leyes de cobre para discriminar, inferir o interpretar las zonas minerales o mineralogías de mena.

Las tasas o razones de cobre: corresponden a cálculos para efectos de procesos de lixiviación y no necesariamente es correlacionable con la geología, en especial bajo el uso de bajas leyes de cobre.

- ✓ **Oxidados de Cobre:** su formación está relacionado al régimen de precipitaciones y el nivel freático sobre las menas precursoras, los cuales influyen en la determinación de los minerales que se formarán.

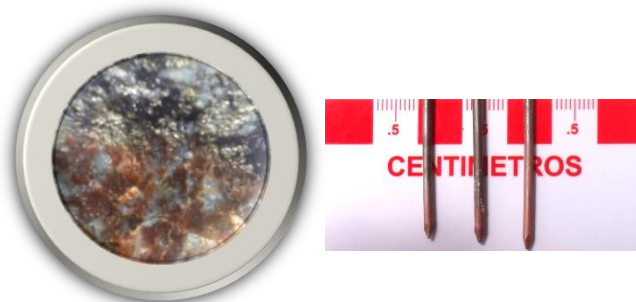
En CMLB, los oxidados de cobre, se clasifican según su solubilidad respecto al ácido puro y al agua:

El cobre contenido en Oxidados de Cobre se aporta al cobre soluble (CuS). Los oxidados de cobre solubles en ácido puro (denominados OXIDOS), son aquellos que solubilizan solo al ácido. Los oxidados de cobre solubles al agua (denominados SULFATOS), son aquellos que se solubilizan fácilmente en agua y por tanto en ácido.

- ✓ **Sulfatos Solubles al H₂O:** Minerales como la Chalcantita (Cu(SO₄)×5H₂O); Bonatita (Cu(SO₄)×3H₂O), etc. Estos están categorizados como minerales Sulfatos estables a bajo pH y su génesis es el producto de la oxidación supérgena de un ensamble de protolito de alta pirita, y se caracterizan por ser altamente solubles en agua. Se incluyen también sulfatos de hierro que en Fortuna de Cobre contienen cobre: Voltaíta (K₂Fe⁺⁵(Fe³⁺, Al)₄(SO₄)₁₂×18H₂O y Szomolnoquita (FeSO₄×H₂O). Una forma de reconocer estos sulfatos es realizando la “prueba del clavo”, donde solo con agua el mineral reacciona precipitando cobre en el clavo.

Código LB-ST-SGE-GEO-0003
Aprobado por:
Revisado por: Andrea Rojas Pardo

Revisión: Abril 2024
Vigencia: Abril 2026



Pyrite + Szomolnokite + Voltaite

✓ **Sulfuros de Cobre:** Los principales minerales de sulfuro de cobre son calcopirita (CuFeS_2), calcocita (Cu_2S), covelita (Cu_2S), bornita (Cu_5FeS_4), tetraedrita ($(\text{Cu,Fe})_{12}\text{Sb}_4\text{S}_{13}$) y enargita (Cu_3AsS_4). La fuente principal de cobre es la de depósitos de mineral pórfido en la que uno o una combinación de los minerales antes mencionados se produce. Un mineral de sulfuro cobre típico contiene varios niveles de tipos de sulfuro de hierro que generalmente incluyen pirita (FeS_2) y pirrotita (Fe_{1-x}S). El cobre de los sulfuros se aporta al cobre insoluble (CuI).

✓ **Cobres negros:** se definen como una serie de compuestos y mineraloides de tonalidades oscuras, de difícil reconocimiento, complejidad mineralógica y asociaciones polimetálicas refractarias a la acción ácida y de una lenta cinética disolutiva en los sistemas convencionales de lixiviación, lo cual representa un problema para el tratamiento hidrometalúrgico de menas de cobre que contienen este tipo de mineral (**Fuente:** *Reghezza, A. et al., 2019. "Estudio de lixiviación de óxidos sintéticos de Cu-Fe-Mn como base para explicar el comportamiento de los óxidos negros"*).

En LB1, corresponden a un material amorfo o pobremente cristalino, cuya composición química incluye principalmente manganeso (más de un 70%), hierro (alrededor de 10%) y cobre (entre 5% y 10%), estos además pueden contener cantidades menores al 2% de sílice, potasio, aluminio y ocasionalmente zinc. Desde un punto de vista mineralógico, los OCN de Lomas Bayas se clasifican como Copper Wad, mientras que su fórmula química se puede expresar por $\text{CuO} \times \text{FeO} \times \text{MnO}_2$. (**Fuente:** *"Proyecto INNOVA CORFO 08CM01-09 "Modelamiento geometalúrgico y diseño de un proceso específico para la recuperación de menas con contenidos de cobres negros CMLB"*).

En LB2, corresponden principalmente a óxidos de Manganeso y Hierro con cantidades variables de Cobre. Estos se encontraron asociados principalmente a las al Pórfido Fortuna y alteración fílica, también a oxidados de cobre tales como atacamita, brocantita, antlerita y tenorita, mientras que los minerales de ganga asociados son jarosita, cuarzo, sericita e illita y en menor

Código LB-ST-SGE-GEO-0003
 Aprobado por:
 Revisado por: Andrea Rojas Pardo

Revisión:
 Vigencia:

Abril 2024
 Abril 2026

caolinita. (**Fuente:** Morales, M., 2016. "Caracterización de los cobres negros del rajo Fortuna de cobre, distrito Lomas Bayas, región Antofagasta, Chile". Memoria de Título UCN.).

Los OCN, por tanto, pueden aportar tanto cobre insoluble como solubles en los análisis de leyes de cobre.

- ✓ **Limonitas:** La "limonita" es un agregado compuesto por una serie de minerales, entre los cuales los principales son: hematita, goethita, jarosita, la cual forma una serie con la alunita, y siderita. El primero de ellos, se forma por la oxidación del hierro que queda expuesto en la superficie y que no fue transportado en solución. La goethita, sufre un proceso similar con una subsiguiente hidratación. La jarosita, se forma luego de que se oxidan los sulfuros con sobrante de ácido (pirita), cuando se transporta el complejo $(3\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O})$ en solución, si hay en el sistema disponibilidad del ión potasio (muy común en cobres porfíricos por alteración de minerales como feldespato potásico, biotita y sericita de zonas de alteraciones potásicas y fílicas), se sustituyen químicamente tres moléculas de H_2O por una de K_2O , lo que hace precipitar este mineral. Es menester nombrar que las limonitas tienen impurezas, entre las más comunes se encuentran sílice, carbonatos, sulfatos y óxidos de Mn. La siderita y el resto de las impurezas se consideran que son generadas a partir de la ganga. El color de las limonitas depende de la composición química, del contenido de humedad presente, del tamaño de grano, del arreglo de los cristales y, específicamente, del tipo (indígena, "fringing" o exótica). Se sabe que los colores de las limonitas varían entre los marrones, amarillos, rojos, castaños y hasta negros (Blanchard 1968). La hematita indígena presenta un color castaño, la hematita transportada rojo ladrillo y la hematita que reemplaza calcosina presenta color rojo carmesí, la goethita indígena marrón, la goethita transportada marrón amarillento, y la jarosita transportada amarillo. Se sabe que el color resultante de cada limonita sirve como diagnóstico para la interpretación de las relaciones de distribución cuantitativa de los distintos sulfuros originarios en la exploración de pórfidos cupríferos: a) zonas con color marrón oscuro casi negro (pitch limonite) están relacionadas a zonas de pasaje transicional a enriquecimiento supérgeno primario; b) zonas con hematita y goethita con colores castaños a marrones oscuros son interpretadas como indicadoras de zonas donde la relación sulfuros Cu/sulfuros Fe fue alta; c) zonas con hematita color rojo carmesí, están relacionadas a áreas con enriquecimiento supérgeno secundario; d) zonas con jarositas y goethitas de colores amarillos y castaños claros se interpretan como estériles (baja relación sulfuros Cu/sulfuros Fe). El trabajo realizado tuvo como objetivo la elaboración de una cartilla de colores para correlacionar el color de la limonita hallada en el campo, con un color patrón

Código LB-ST-SGE-GEO-0003
Aprobado por:
Revisado por: Andrea Rojas Pardo

Revisión: Abril 2024
Vigencia: Abril 2026

correspondiente a una proporción definida de hematita, jarosita y goethita, que son los componentes que le otorgan el color distintivo a cada limonita. Se pretendió elaborar una herramienta práctica y sencilla para el geólogo de campo dedicado a la exploración minera, que permita una estimación rápida de las relaciones porcentuales de los tipos de sulfuros presentes en un depósito mineral, a partir de una limonita hallada en la zona de oxidación/lixiviación de un sistema de cobre porfídico, y así poder inducir si es favorable el desarrollo de una zona de enriquecimiento supérgeno en profundidad o estimar la relación primaria pirita/calcopirita (Fuente: Cecenarro, F., et al., 2014. “Triángulo composicional de limonitas: una cartilla útil en la interpretación de afloramientos lixiviados en cobres porfíricos”).

6.3.2. Caracterización techos y pisos mineralógicos

Es de suma importancia la correcta definición de los techos, criterios geológicos y químicos, ya que es información relevante para los procesos de modelamiento geológico y de estimación de los recursos.

Profundidades en metros

SDD	= Cambio perforación de polvo a diamantina (<i>Start of Diamond Drilling</i>)
TOx	= Techo de oxidados de cobre
BOx	= Piso de oxidados de cobre
TS	= Techo de sulfuros (primera aparición de sulfuros discontinua)
TPLx	= Techo parcial lixiviado (techo del mineral parcial lixiviado)
TDS	= Techo dominante de sulfuros continuos.
TCC	= Techo calcosina (primera aparición de covelina continua).
TCv	= Techo covelina (primera aparición de calcosina continua).
TDCc	= Techo dominante de calcosina continua.
BCc	= Piso de calcosina continua.
TDCv	= Techo dominante de covelina continua.
BCv	= Piso de covelina continua.
TCPy	= Techo de calcopirita (primera aparición de calcopirita)
TDCPy	= Techo dominante de calcopirita continua.
TBo	= Techo bornita (primera aparición de bornita discontinua).
TDBo	= Techo dominante de bornita continua.
BE o TPri	= Base de enriquecimiento o Techo de primario (cc+cv £ 10% del total de sulfuros de Cobre y Hierro).
TPriPy	= Techo primario pirítico.
BPriPy	= Base primario pirítico.

6.3.3. Clasificación de zonas minerales con ley

Código	LB-ST-SGE-GEO-0003	Revisión:	Abril 2024
Aprobado por:		Vigencia:	Abril 2026
Revisado por:	Andrea Rojas Pardo		

A continuación, se definen las zonas minerales con ley para apoyar el mapeo geológico durante la definición de las zonas minerales (Zomin) y zonas geomineralógicas (Geomin), la cual debe ser consistente con la mineralogía y contextualización presente.

La caracterización de la geología y definiciones de cada zona mineral se encuentran en:

<Z:\Superintendencia Geología\A.08 Geología&Modelamiento\10.Biblioteca\Lomas Bayas Geología\03.COMPILADO GEOLOGIA\Geología Lomas Bayas extent V04.pdf>

✓ **Lixiviado: Código 5**

La zona lixiviada, se define por la presencia de minerales oxidados de hierro como hematitas y goethitas, y jarositas, coloquialmente denominadas “limonitas”. Es una zona donde predomina el hierro, por lo tanto, en su análisis químico, no debe presentar CuT y CuS > 0.05.

Si se tienen resultados de ley sobre 0,027% y no se observa mineralización, se debe presentar y revisar con staff de geólogos CMLB para enviar a reanálisis de leyes si se estima necesario.

Si la ley se encuentra entre 0,05% y 0,27, debe existir en el mapeo algún mineral que justifique esta ley mínima (ya sea sulfuro u óxido). En este caso se debe codificar Zomin = lixiviado y Geom 1D = lix-ox, en caso de que las leyes indiquen solubilidades sobre 0,8%, de lo contrario, infiere que se está dentro de la zona mixta, por lo que se debe interpretar según razones de solubilidad para definir si es mixto oxidado o mixto sulfurado.

Actualmente esta zona no tiene asociaciones minerales que definan una Geomin.

✓ **Parcial lixiviado:**

En CMLB, no ha sido definida y caracterizada esta zona, pero se trataría de la misma manera que un lixiviado con cobre.

El parcial lixiviado, se definiría como la coexistencia de oxidados de hierro y sulfuros, donde estos últimos deben mostrar evidencias de lixiviación parcial *in situ*.

El parcial lixiviado con limonitas exóticas, está asociado al concepto de tener una lixiviación total o parcial bajo el TDS, y es causado por la acción de agua que llega bajo el nivel freático, por la presencia de estructuras, etc. Esta zona puede ser una oxidación parcial o total a oxidados de hierro y en general, no debe alcanzar grandes extensiones en la vertical.

Esta zona mineral (limonitas exóticas) debe ser identificada una vez se tenga definido el TDS o el BOx como una interpretación del geólogo mapeador.

Código	LB-ST-SGE-GEO-0003	Revisión:	Abril 2024
Aprobado por:		Vigencia:	Abril 2026
Revisado por:	Andrea Rojas Pardo		

✓ Aluvio (alu): Código 0

El aluvio es transversal a todas las unidades geológicas mayores (Litología, Alteración y Mineralización) y a sus subunidades relacionadas.

✓ Oxido (oxi): Código 1

La zona óxidos, se define por la presencia de oxidados de cobres solubles al ácido puro y agua, cobres negros, cobre nativo y óxidos de cobre *sensu stricto* (tenorita y cuprita) sin presencia de sulfuros de Cobre, pero puede contener pirita (Py).

Zomin	Zona Geom	Cód
1	Broc-Antl	1A
1	Chalcantita	1B
1	Wad-Crisoc	1C
1	Lix-Ox	1D
1	Sulfa-Py	1E
1	Lix-Ox s/Cu	1F

✓ Mixtos (mix): Códigos 2.X

La zona de mixtos que se caracterizan por la co-existencia de minerales sulfurados y oxidados de cobre. Estas zonas tienen una tendencia a presentar tasas de oxidación variables entre 0,2 y 0,8.

En caso de presencia de cobres negros, arcillas o hematitas con cobre, se debe evaluar cuidadosamente al utilizar las razones de solubilidad, ya que éstos son baja solubilización (cinética lenta), por lo que aportan cobre insoluble a las leyes, por tanto, los resultados nos pueden llevar a interpretar presencia de sulfuros de cobre donde no los hay.

Por lo anterior, siempre se deben realizar test con ácido y clavos frente a la presencia de minerales de manganeso, arcillas verdosas y/o presencia de oxidados de hierro.

Respecto a la solo presencia de pirita, ésta NO debe ser catalogada como trazador para determinar una zona mixta. Deber ser registrada como mineral accesorio.

Código LB-ST-SGE-GEO-0003
Aprobado por:
Revisado por: Andrea Rojas Pardo

Revisión: Abril 2024
Vigencia: Abril 2026

- **Mixto Oxidado (mix_oxi): Código 2.1**

Se caracteriza por la presencia de oxidados de cobre proporcionalmente mayor que el contenido de sulfuros de cobre primarios remanentes y/o secundarios, con razones de solubilidad tendientes entre 0,5 y 0,8.

Zomin	Zona Geom	Cód
2.1	Br-An c/(Cpy-Py)	2A
2.1	Br-An c/(Cpy-Py+Cv)	2B
2.1	Chalc c(Cpy-Py)	2C
2.1	Chalc c(Cpy-Py+Cv)	2D
2.1	Wad-Cri (Cpy-Py)	2E
2.1	Wad-Cri (Cpy-Py+Cv)	2F

- **Mixto Sulfurado (mix_sul): Código 2.2**

Esta zona mineral se caracteriza por la presencia dominante de sulfuros primarios, pudiendo presentarse levemente enriquecidos (calcosina - covelina). En menor proporción, se encuentran oxidados de cobre, los cuales precipitaron *in situ* principalmente través de estructuras y que pueden impregnar a mineralogía aledaña. Las razones de solubilidad tendiente entre 0,2 y 0,5.

Zomin	Zona Geom	Cód
2.2	Cpy-Py c/(Oxidos)	3A
2.2	Cpy-Py+Mo c/(Oxidos)	3B
2.2	Cpy-Py+Cv c/(Oxidos)	3C
2.2	Cpy-Py+Cv+Mo c/(Oxidos)	3D

✓ **Secundario (sec):**

En CMLB, se han encontrado localmente zonas de enriquecimiento secundario discretas, especialmente en las unidades de Brechas Hidrotermales y zonas de vetas, lo que no ha permitido generar una zona característica y mapeable por baja continuidad y alta dispersión en las que han sido detectadas, por lo que se asignan a un mix_oxi o mix_sul según abundancia respecto a los oxidados de cobre presentes o como mineralogía en trazas en el registro de detalle de estas zonas.

Código LB-ST-SGE-GEO-0003
Aprobado por:
Revisado por: Andrea Rojas Pardo

Revisión: Abril 2024
Vigencia: Abril 2026

✓ **Primario (pri): Código 4**

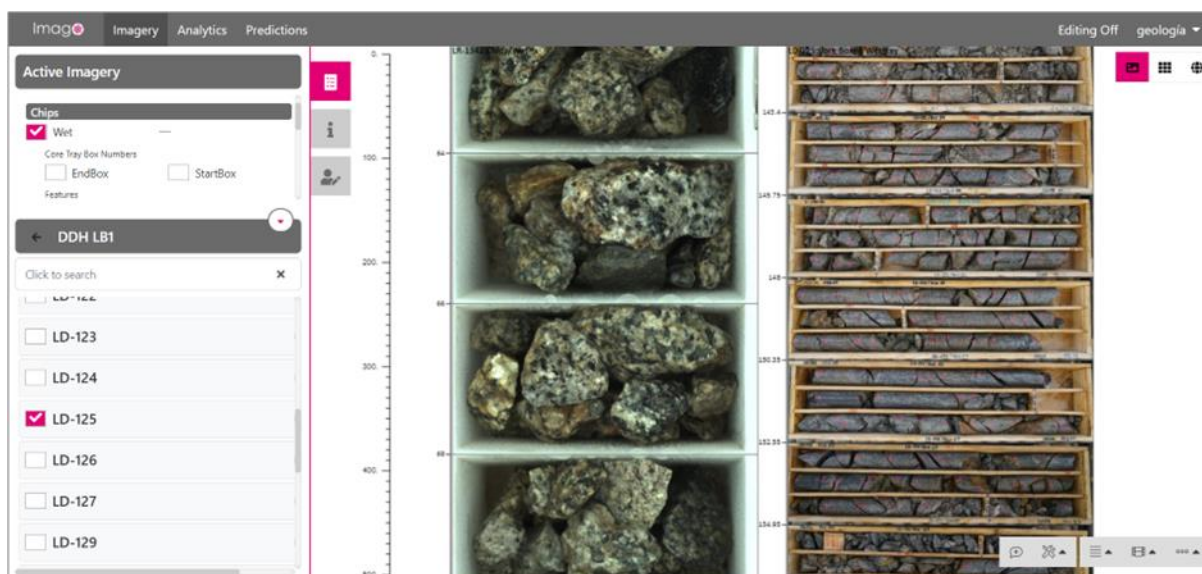
Esta zona caracterizada por la presencia de sulfuros primarios como calcopirita (Cpy) y Bornita (Bn) y proporción menor al 10% de sulfuros secundarios como covelina (Cv) y/o calcosina (Cc) si es que lo hubiera. Puede coexistir molibdenita (Mo) y pirita (Py).

En caso de que sea solo pirita (Py), se debe registrar zona Geomin 4C (Py –(Cpy)).

Zomin	Zona Geom	Cód
4	Cpy +Py	4A
4	Cpy+Py+Mo	4B
4	Py-(Cpy)	4C

6.4. FOTOTECA IMAGO

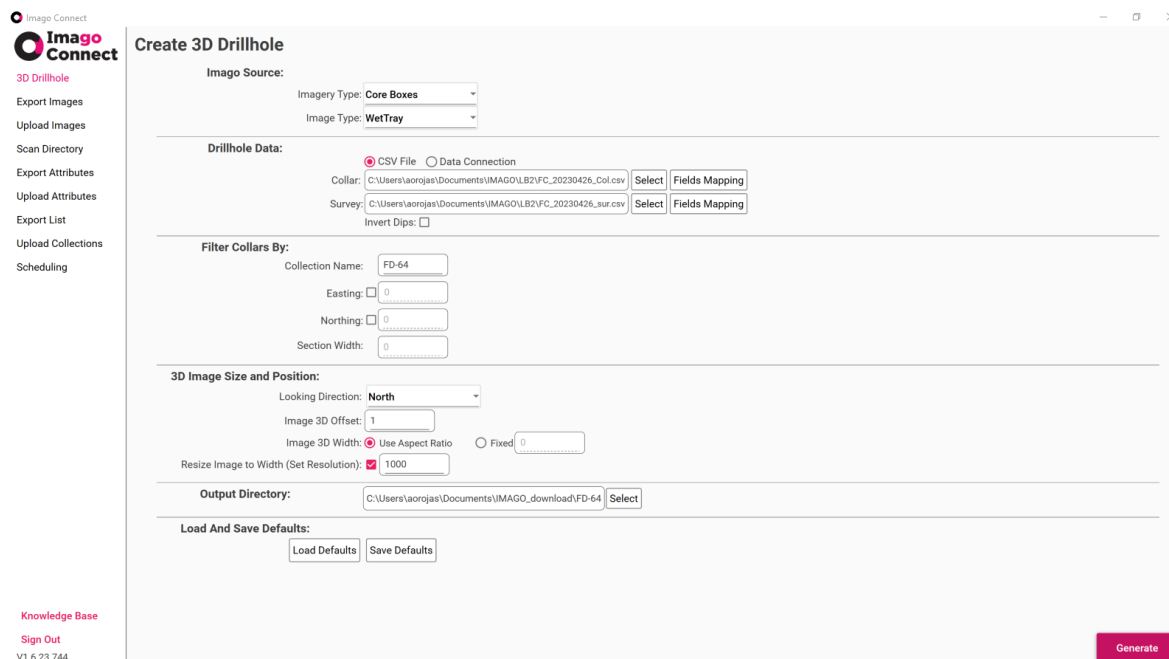
Librería de imágenes de sondajes de alta calidad para la toma de decisiones durante mapeo, revisión y validación de levantamiento geológico sondajes guardadas y disponibles para visualización en aplicación Web: <https://imago.seequent.com/login>.



Estas fotografías pueden se exportadas mediante aplicación Imago Connect para posteriormente importarlas a software Leapfrog Geo:

Código: LB-ST-SGE-GEO-0003
Aprobado por:
Revisado por: Andrea Rojas Pardo

Revisión: Abril 2024
Vigencia: Abril 2026



6.5. LEAPFROG GEO

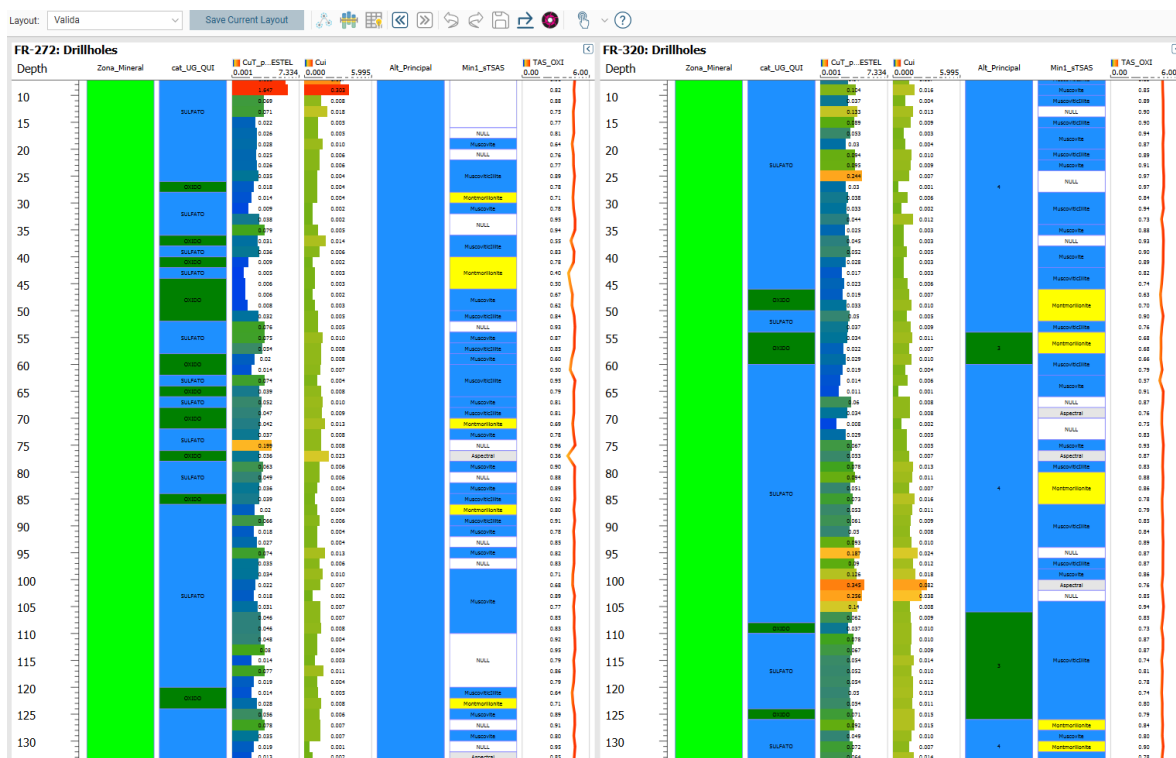
Para el desarrollo de mapeos geológico de sondajes se debe utilizar obligatoriamente, proyecto Leapfrog en la versión **2022.1.1** con modelos geológicos vigentes, fotografías sondajes y base de datos (geología, espectrometría y leyes).

El objetivo de la utilizar el software es visualizar tanto los datos de apoyo del sondaje que se está mapeando y/o remapeando en forma visual y poder correlacionar con sondajes aledaños dentro de una sección o radio y/o con modelo geológico.

Con la herramienta correlación de sondajes (Drilling Correlation) de sondajes, puede ver y comparar sondajes seleccionados en una vista 2D. A continuación, puede crear tablas de interpretación en las que puede asignar y ajustar intervalos y crear nuevos intervalos. Las tablas de interpretación son como cualquier otra tabla de intervalos en un proyecto y se pueden usar para crear modelos. También puede guardar y exportar diseños y estilos de conjuntos de correlación que se pueden exportar y usar en otros proyectos de Leapfrog Geo.

Código LB-ST-SGE-GEO-0003
Aprobado por:
Revisado por: Andrea Rojas Pardo

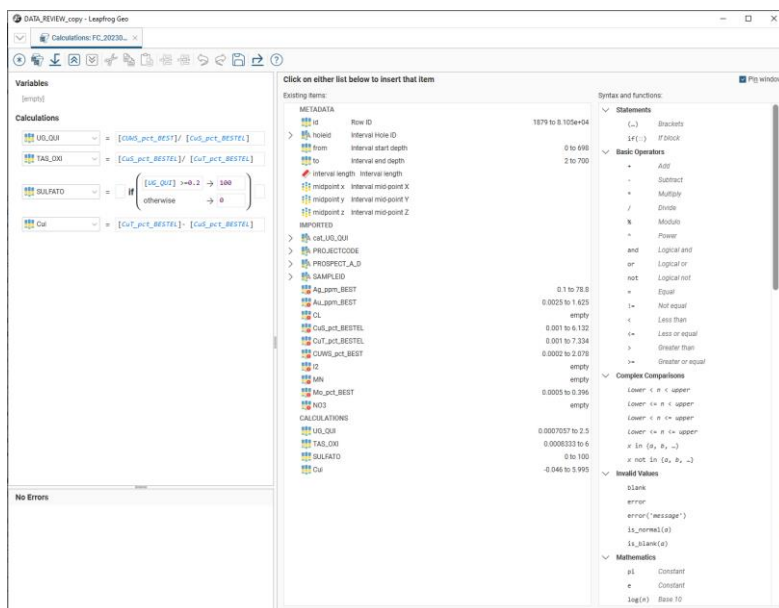
Revisión: Abril 2024
Vigencia: Abril 2026



Más información en:

<https://help.seequent.com/Geo/2022.1/en-GB/Content/correlation/correlation.htm?x-dn=9ccbf8f-10f5-4f63-bf68-1dc91f4a9178>

También Leapfrog permite crear cálculos y filtros en los datos de las tablas distintas tablas (base de datos) de sondajes, modelos de bloques, puntos importados y algunos puntos derivados.



Código: LB-ST-SGE-GEO-0003
 Aprobado por: Andrea Rojas Pardo
 Revisado por:

Revisión: Abril 2024
 Vigencia: Abril 2026

La ventana de cálculos se divide en “Creación de un nuevo cálculo o filtro”, “Descripción de los errores informados en el panel de errores”, “Cálculos y filtros de construcción” y tratamiento de “Valores nulos”.

Variables: es una expresión a la que se le asigna un nombre para que sea sencillo hacer referencia a la expresión en otras partes de la ventana de Cálculos. Tenga en cuenta que “variable” es un homónimo/homógrafo que en un contexto diferente tiene un significado diferente; "variable" se utiliza a veces para referirse a un mineral como el oro o la plata. En el contexto de cálculos y filtros, el significado está alineado con el uso de la palabra en matemáticas y lenguajes de programación.

El uso de una variable en los cálculos puede hacer que los cálculos sean más fáciles de leer y comprender. También simplifica la reutilización de una expresión varias veces en diferentes lugares. Cada vez que encuentre la misma expresión en diferentes cálculos, o en diferentes partes de un cálculo, divida esa expresión en una variable. Incluso puedes usar una variable para representar un valor constante, como una medida de densidad particular. Puede usarlo para mantener un valor que desee cambiar mientras experimenta. Si el valor se usa en varios lugares en otras expresiones y cálculos, usar una variable en esos lugares significa que solo necesita cambiar el valor en un lugar en lugar de muchos.

Un cálculo numérico es una expresión que se evalúa como un número, o un número para cada evaluación de punto o bloque utilizada como entrada. Un cálculo numérico se puede ver en la escena 3D como un objeto de puntos o un modelo de bloque.

Un cálculo de categoría es una expresión que se evalúa como texto y generalmente se usa para etiquetar una categoría o clasificación, como una litología o una descripción de grado. Si se utiliza como entrada un objeto de puntos o evaluación de bloque, a cada punto o bloque se le asignará una etiqueta de texto para categorizarlo según el valor de evaluación. Un cálculo de categoría se puede ver en la escena 3D como un objeto de puntos o un modelo de bloque.

Más información en:

<https://help.seequent.com/Geo/2022.1/en-GB/Content/calcsfilters/calculations-filters.htm?x-dn=9ccbf8f-10f5-4f63-bf68-1dc91f4a9178>.

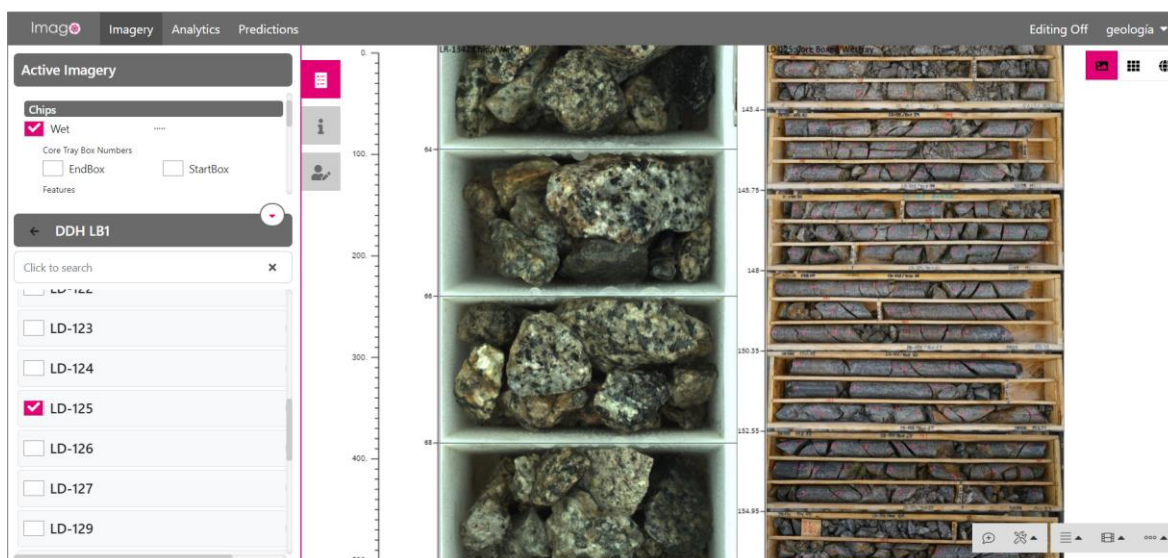
Código	LB-ST-SGE-GEO-0003
Aprobado por:	
Revisado por:	Andrea Rojas Pardo

Revisión:	Abril 2024
Vigencia:	Abril 2026

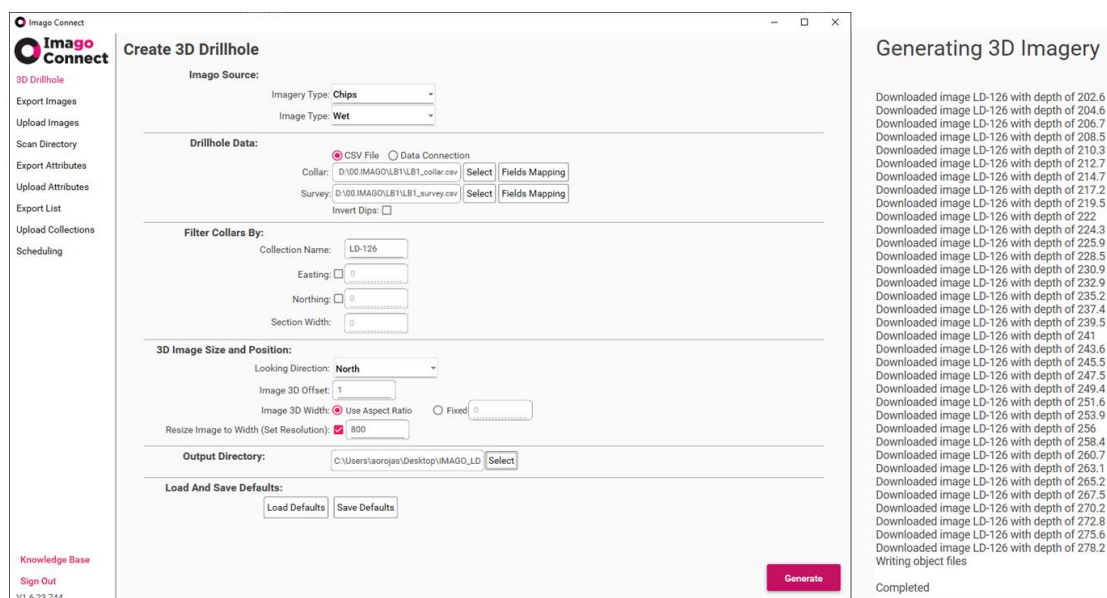
6.6. IMAGO®

El uso de las aplicaciones de imago (imago Live, Imago Connect e Imago Link para Leapfrog) permite visualizar las muestras de sondajes en imágenes de alta resolución a distintos tamaños de muestras de perforación, lo que permite extraer información relevante para la toma de decisiones durante el mapeo geológico, al poder visualizar las muestras de sondajes aledaños, respaldar y validar la información geológica.

✓ **Imago App:** <https://imago.seequent.com/login>.



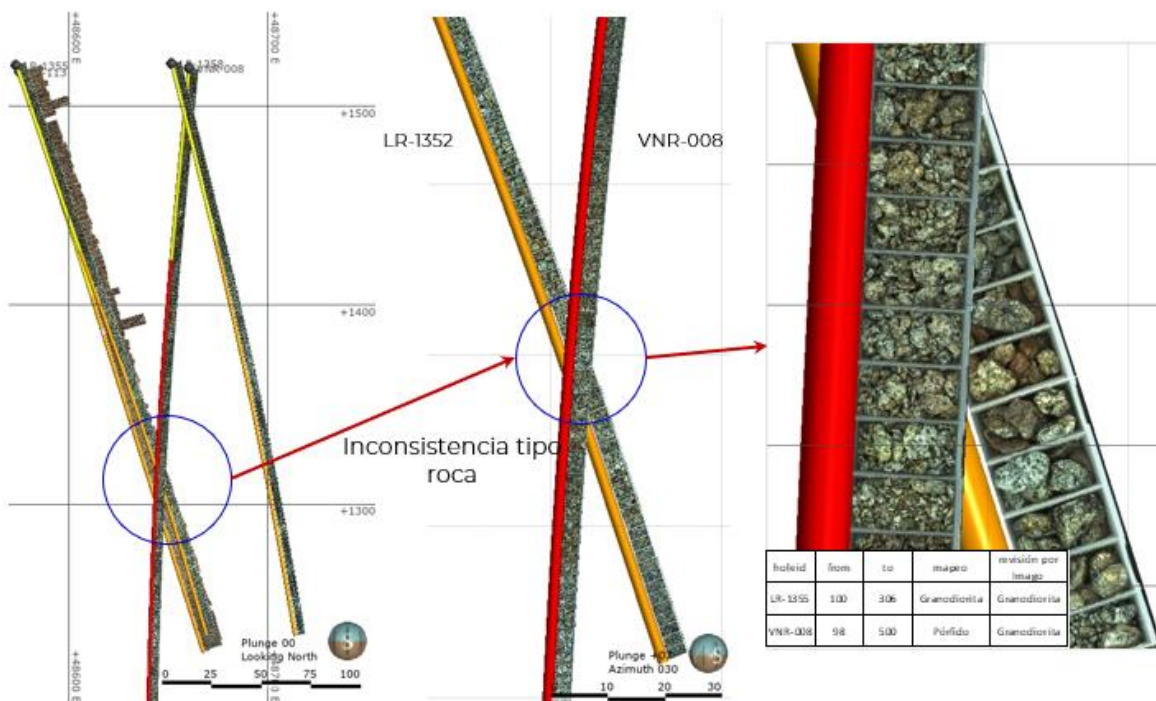
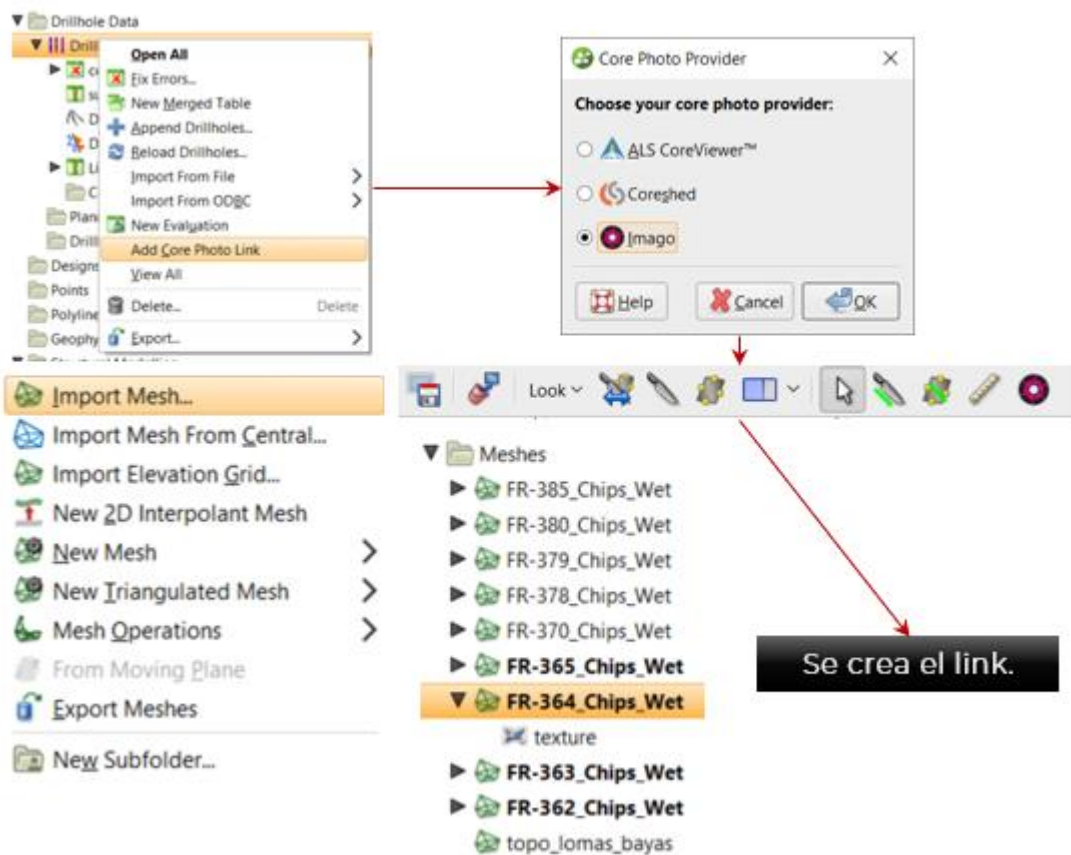
✓ **Imago Connect:** bajar fotografías sondajes georeferenciadas para importar a leapfrog:



Código LB-ST-SGE-GEO-0003
Aprobado por:
Revisado por: Andrea Rojas Pardo

Revisión: Abril 2024
Vigencia: Abril 2026

- ✓ Imago Link: creación de link imago en Leapfrog para importar fotografías sondajes.



Código: LB-ST-SGE-GEO-0003
Aprobado por:
Revisado por: Andrea Rojas Pardo

Revisión:
Vigencia: Abril 2024
Abril 2026

6.7. LITOTECA

La litoteca es una colección de muestras de roca representativas de las litologías, alteraciones y de los yacimientos de Lomas Bayas.

EN PREPARACION

**Responsables de su compilación, descripciones y registros
gráficos: Geólogos Mapeo 2-4 y 1-3.**

6.8. VALIDACIONES

Una vez finalizado el mapeo, estos deben ser informado para validación por parte de Geólogos Senior. El mapeo debe ser enviado impreso mediante mail y éste debe ser validado en no menos de 5 días.

La validación se realiza revisando el mapeo de las unidades geológicas en Leapfrog, dónde están cargados todos los elementos de apoyo (leyes, espectrometría, base datos mapeo sondajes, fotografías imago y modelos geológicos vigentes)

Si un sondaje es rechazado, se solicita a geólogos desplegar el sondaje en los tramos inconsistentes e indicar los motivos de la revisión. La revisión será responsabilidad del Geólogo Senior en conjunto con geólogos de mapeo.

Código	LB-ST-SGE-GEO-0003
Aprobado por:	
Revisado por:	Andrea Rojas Pardo

Revisión:	Abril 2024
Vigencia:	Abril 2026

ANEXO 1. REFERENCIAS MINERALOGICAS

Código LB-ST-SGE-GEO-0003

Aprobado por:

Revisado por: Andrea Rojas Pardo

Revisión:

Abril 2024

Vigencia:

Abril 2026

Mineralogía Reconocida por Caracterización Mineralógica y DRX

SULFATOS:

Mineral	Subtipo	Fórmula
Sulfatos Cu	Bonattita	$Cu^{2+}SO_4 \cdot 3H_2O$
	Posnjakita	$Cu_2SO_4(OH) \cdot 6H_2O$
	Chalcantita	$Cu^{2+}SO_4 \cdot 5H_2O$
	Brochantita	$Cu_2^{+}SO_4(OH)_6$
	Antlerita	$Cu_4^{2+}(SO_4)_2(OH)_6$
Sulfatos Cu-Fe	Cyanocroita	$Cu^{2+}K_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$
	Bechererita	$CuH_{12}Zn_4(SiO_3)_2(SO_4)(OH)_{13}$
	Krohnkita	$(CuSO_4)(Na_2SO_4)(H_2O)_2$
	Langita	$Cu_2(SO_4)(OH)_2 \cdot 2H_2O$
	Siderotilo	$(Cu,Fe)SO_4 \cdot 5H_2O$
	Poitevinita	$(Cu,Fe)SO_4 \cdot H_2O$
	Osarizawaíta	$PbCuAl_4F_{10}(SO_4)(OH)_6$
	Beaverita	$Pb(Fe_{0.64}Cu_{0.32}Zn_{0.02}Al_{0.02})_2(SO_4)_2(OH)_6$
	Coquimbita	$(Fe_{1.4}Al_{0.53})(SO_4)_2 \cdot 9H_2O$
	Copiapita	$Fe_{0.98}Fe_4(SO_4)_2(OH)_2 \cdot 20H_2O$
Sulfatos Fe	Szomolnokita	$FeSO_4 \cdot H_2O$
	Romerita	$Fe^{3+}Fe_3^{2+}(SO_4)_4 \cdot 14H_2O$
	Carphosiderita	$Fe_2(SO_4)(OH)_2 \cdot H_2O$ (Hydronium Jarosita)
	Hydronium Jarosita	$(H_3O)Fe^{3+}_3(SO_4)_2(OH)_6$
	Rhomboclasa	$H_2Fe^{2+}O_2(SO_4)_2 \cdot 2H_2O$
	Melanterita	$Fe^{2+}SO_4 \cdot 7H_2O$
Sulfatos Fe- et al.	Yavapaiita	$KFe(SO_4)_2$
	Jarosita	$KFe^{3+}(SO_4)_2(OH)_6$
	Voltaíta	$K_2Fe^{2+}AlFe^{3+}(SO_4)_2 \cdot 18H_2O$
	Natrojarosita	$NaFe_3(SO_4)_2(OH)_6$
	Ferrinitrita	$Na_3Fe^{3+}(SO_4)_2 \cdot 3H_2O$
	Corkita	$Pb(Fe_{0.89}Zn_{0.11}Al_{0.01})_3(SO_4)_{1.5}(PO_4)_{0.64}(SiO_4)_{0.16}(OH)_6$
	Kintoreita	$PbFe_3(PO_4)_2AsO_4(AsO_4)_{0.32}(SO_4)_{0.22}(OH)_6$
	Pentiquita	$K_2(Mg,Fe)_2FeAl(SO_4)_{12} \cdot 18H_2O$
	Wernlandita	$CaMg_2FeAl(SO_4)_2(OH)_{18} \cdot 12H_2O$
	Argentojarosita	$Ag(Fe_{2.88}Al_{0.12})(SO_4)_2(OH)_6$
	Zincobotryogen	$ZnFe(SO_4)_2(OH) \cdot 7H_2O$
	Aluminocopiapita	$Al_{1/2}Fe^{3+}_4(SO_4)_4(OH)_2 \cdot 20H_2O$
	Magnesiocopiapita	$MgFe^{3+}_4(SO_4)_4(OH)_2 \cdot 20H_2O$
Otros Sulfatos	Mirabilita	$Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$
	Thenardita	Na_2SO_4
	Natroalunita	$NaAl_2(SO_4)_2(OH)_6$
	Tamarugita	$NaAl(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$
	Bloedita	$Na_2Mg(SO_4)_2 \cdot 4H_2O$
	Kieserita	$Mg(SO_4) \cdot H_2O$
	Alunógeno	$Al_2(SO_4)_3 \cdot 17H_2O$
	Alunita	$KAl(SO_4)_2(OH)_6$
	Zincwoodwardita	$Zn_{0.22}Al_{0.38}(SO_4)_{0.22}(OH)_2$
	Anhidrita	$CaSO_4$
	Yeso	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$
	Bassanita	$CaSO_4 \cdot 0.5H_2O$
	Barita	$BaSO_4$
	Vanadium Jarosita	$(Na^+, K^+, Rb^+, Tl^+)V_3(SO_4)_2(OH)_6$ (analogues of jarosite)
	Schlossmacherita	$(H_3O, Ca)Al_2(SO_4AsO_4)_2(OH)_6$

SULFUROS:

Mineral	Subtipo	Fórmula
Sulfuros Cu	Calcopirita	$CuFeS_2$
	Calcosina	Cu_2S
	Covelina	CuS
Sulfuro Fe	Pirita	FeS_2

OTROS COBRES

Mineral	Subtipo	Fórmula
Cloruro	Atacamita	$Cu_2Cl(OH)_2$
Silicato	Crisocola	$CuSiO_3 \cdot nH_2O$
	Diopstasa	$Cu(SiO_3) \cdot H_2O$
Fosfato	Pseudomalaquita	$Cu_3(PO_4)_2(OH)_2$
	Calcosiderita	$CuFe_2(PO_4)_2(OH)_2 \cdot 4H_2O$

GANGA & ACCESORIOS

Mineral	Subtipo	Fórmula
Cuarzo	Cuarzo	SiO_2
Feldespatos K	Ortoclasa	KSi_3AlO_8
Plagioclasa	Albita	$NaAlSi_3O_8$
Muscovita	Muscovita 2M1	$KAl_2(Si_2Al_2O_{10})(OH)_2$
Illita	Illita-1M	$K_2Al_2(Si_2Al_2O_{10})(OH)_2$
Turmalina	Schorl	$NaFe_3Al_6(BO_3)_3Si_6O_{18}(OH)_4$
Zeolita	Erionita	$K_2Na_2Ca_2Al_3Si_2O_{22}(H_2O)_{16.4}$
Rutilo		TiO_2
Hematite		Fe_2O_3
Zunyita		$Al_3Si_3ClO_{32}(OH)_{12}F_8$
Montmorillonita		$(Ca,Na)_2Al_2(Si_2Al_2O_{10})(OH)_2 \cdot H_2O$
Biotita	Biotita 1M	$KMg_3Ti_1Fe_{1.7}Al_1Si_5O_{20}(OH)$
Kaolinita	Kaolinita 1A	$Al_2Si_2O_5(OH)_4$
Kaolinita	Halloysita-7A	$Al_2Si_2O_5(OH)_4$
Clorita	Clinocloro 11b	$(Mg,Al)_3(Si_2Al_2O_{10})(OH)_2$
Diaspora		$Al_2O_3 \cdot H_2O$
Nitratina		$Na(NO_3)$
Epidota		$Ca_2Al_2Fe_{0.88}Si_2O_{11}H$
Magnetita		Fe_3O_4
Lopezita		$K_2Cr_2^{VI}O_7$
Esmeralda	Montmorillonita	$(Na,Ca)_2Al_2(Si_2Al_2O_{10})(OH)_2 \cdot n(H_2O)$
Biotita	Biotita 1M	$KMg_3Ti_1Fe_{1.7}Al_1Si_5O_{20}(OH)$
Epidota		$Ca_2Al_2Fe_{0.88}Si_2O_{11}H$
Pseudomalaquita		$Cu_3(PO_4)_2(OH)_2$
Zeolitas	Clinoptilolita	$Na_8(Al_3Si_5O_{14})(H_2O)_{10.56}$
Apophyllita		$KCa_2Si_6O_{20}(OH)_{10}F_{0.32}(H_2O)_8$
Zeolitas	Chabasita	$CaAl_2Si_4O_{12} \cdot 6H_2O$
Andalusita		$Al_2(SiO_3)_2O$
Covelina		CuS
Feldespatos K	Ortoclasa	KSi_3AlO_8
Hornblenda		$Na_3K_{0.4}Ca_{0.6}Mg_{2.8}Fe_{1.4}Ti_{0.5}Al_1(AlSi_8O_{22})(OH)$
Esferalita-Fe		$Zn_{0.88}Fe_{0.12}S$
Esmeralda	Nontronita	$Na_{0.3}Fe^{VI}_3(Si_3Al_3O_{14})(OH)_2 \cdot n(H_2O)$
Calcita		$CaCO_3$

Código

LB-ST-SGE-GEO-0003

Aprobado por:

Revisión:

Abril 2024

Revisado por:

Andrea Rojas Pardo

Vigencia:

Abril 2026

GUIA SULFUROS

DANA ; STRUNZ	ENARGITA	CALCOPIRITA	CALCOSINA	COVELINA	PIRITA
Categoría	Sulfuro	Sulfuro	Sulfuro	Sulfuro	Sulfuro
% Cobre	48,3%	34,6%	79,8	66,4%	
Fórmula química	Cu_3AsS_4	$CuFeS_2$	Cu_2S	CuS	FeS_2
Color	Blanco plateado con una pátina superficial negra	Amarillo-latón, amarillo miel	Gris oscuro; pátina: negro mate con reflejos azules	Azul añil u oscuro	Amarillo latón pálido
Raya	Negra	Negra verdosa	Gris oscuro a negra grisácea	Gris oscura a negra	Negro verdusca
Brillo / Lustre	Metalizado	Metálico	Metálico	metálico	Metálico
Transparencia	Opaco	Opaco	Opaco	Opaco	Opaca
Sistema cristalino	Ortorrómico, piramidal	Tetragonal, escalenoédrico	Cúbico (Ortorrómico)	Hexagonal	Cúbico
Hábito cristalino	Cristales columnares rayados, o masivo	Comúnmente en drusas, con caras estriadas	Cristales pequeños tabulares, masa compacta microgranular	tabular, masivo, de grano fino, pulverulento.	Cristales >3mm, cúbica, octaédrica, acicular, estriada.
Fractura	Irregular		Concoidea o desigual		Regular o concoidea
Dureza	3	3,5 a 4	2,5-a 3	1,5 a 2	6½
Densidad	4,45 g/cm3	4,2 g/cm3	5,6 g/cm3	4,6 a 4,76 g/cm3	4,9 - 5,2 g/cm3
Solubilidad	En ácido nítrico				Insoluble
					

Código LB-ST-SGE-GEO-0003

Aprobado por:

Revisado por: Andrea Rojas Pardo

Revisión:

Abril 2024

Vigencia:

Abril 2026

Consulta o Entrenamiento. Este Documento impreso es válido solo para el día 02/04/2025

GUIA OXIDADOS DE COBRE

DANA ; STRUNZ	ATACAMITA	CRISOCOLA	PSEUDOMALAQUITA	DIOPTASA	CALCOSIDERITA	CHENEVIXITA
Categoría	Atacamite Group	Halloysite Group	Pseudomalachit Group	Dioptase Group	Turquoise Group	Arseniato
% Cobre	59.51	28.62 - 33.86	55.19 - 60.56	40.31	6.44	22.29
Fórmula química	$Cu_2Cl(OH)_3$	$CuSiO_3 \cdot nH_2O$	$Cu_5(PO_4)_2(OH)_2$	$Cu(SiO_3) \cdot H_2O$	$CuFe_5(PO_4)(OH)_8 \cdot 4H_2O$	$Cu_2Fe^{3+}_2(AsO_4)_2(OH)_4 \cdot H_2O$
Color	Verde generalmente oscuro, amarill	Verde a azul, a veces pardo	Azul verdoso, verde, verde oscuro, verde negruzco	Verde esmeralda, turquesa, verde azul oscuro	Verde manzana, verde oscuro	Verde oscuro, verde oliva, verde amarillo
Raya	Verde	Blanca	Verde azulada	Verde	Blanca, verde clara	Amarillo verduzco
Brillo / Lustre	Adamantino	Vítreo a deslucido	Vítreo a resinoso	Vítreo	Vítreo	Graso
Transparencia	Transparente a translúcido	Translúcido a opaco	Translúcido	Transparente a translúcido	Transparente a translúcido	Semitranslúcido
Sistema cristalino	Ortorrómico	Ortorrómico	Monoclínico	Trigonal	Triclinico	Monoclínico
Hábito cristalino	Fibroso o granular, con cristales bien formados	Masivo, nodular o botroidal	Masivo, agregados botroidales, oolíticos con estructura concéntrica, cristales prismáticos.	Masivo, criptocristalino	Cristales >3mm, prismática, costras	Criptocristalina, masiva, compacta
Fractura	Concoidea	Concoidea	Astillada, concoide	Concoidea	Irregular	Subconcoidal
Dureza	3 a 3,5	2,5 a 3,5	4 - 4,5	5	4,5	3,5 a 4,5
Densidad	3,8 g/cm ³	1,9 a 2,4 (variable hasta >3)	3,6 - 4,34 g/cm ³	3,31 g/cm ³	3,22 g/cm ³	4,38 g/cm ³
Solubilidad	+++ Säuren, NH ₄ OH, - dest. H ₂ O	+++ HF, Säuren	+++ Säuren	+++ Säuren, NH ₄ OH, (NH ₄) ₂ CO ₃	+++ HCl, ++ andere Säuren	+++ Säuren

La atacamita es un mineral raro, pues las condiciones de formación son muy particulares, se forma a partir de otros minerales de cobre primarios -sulfuros generalmente- por oxidación de la pátina superficial en un clima árido desértico.



La crisocola es una mineral de formación secundaria, se forma en la parte superior de los yacimientos de cobre, la llamada zona de oxidación, por lo que es fácil encontrar la crisocola asociada a otros minerales del cobre como son la cuprita, azurita, malaquita y otros muchos minerales secundarios del cobre, como la limonita.



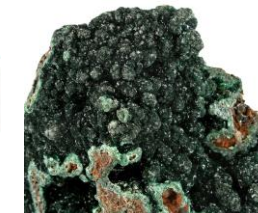
Mineral secundario ubicado en zonas de oxidación en depósitos de cobre.



En zona oxidada en depósitos de cobre.

A rare mineral in the oxidized zone of some hydrothermal mineral deposits. Forms a series with turquoise.

Asociado a Gohetita y Dufrenita.



Forma una serie con Luethelita.

Asociada con cuarzo, malaquita, olivino.

Mineral secundario muy común en la zona oxidada de algunos depósitos hidrotermales polimetálicos.



Código LB-ST-SGE-GEO-0003

Aprobado por:

Revisado por: Andrea Rojas Pardo

Revisión:

Vigencia:

Abril 2024

Abril 2026

GUIA COBRES NESGROS Y MX MANGANESO

DANA ; STRUNZ	COPPERPITCH	COPPER WAD	NEOTOCITA	PICHTLIMONITA
Categoría	Silicato	Hidróxido	Silicato	Oxido
% Cobre			25.4?	41.7?
Fórmula química	$(\text{MnO}(\text{OH})\text{CuSiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O})$	$\text{CuO} \cdot \text{MnO}_2 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	$(\text{Fe}, \text{Mn}, \text{Cu}) \text{SiO}_3$	$\text{H}(\text{Fe}, \text{Cu})\text{O}_2$
Color	Cu (1-54%), Si, Mn, Fe, Al. Refractarios a la acción ácida		Negro, pardo oscuro.	
Raya			Parda	
Brillo / Lustre			Resinoso	
Transparencia			Opaco	
Sistema cristalino			Amorfo	
Hábito cristalino			Amorfo, no cristalino. Coloforme	
Fractura			Concoidal	
Dureza			3 a 4	
Densidad			2,80 g/cm ³	
Solubilidad			+++ Säuren	

Silicato hidratado con Cu, Mn y Fe.

Oxidos e hidróxidos de Mn con Cu.

Silicato hidratado con óxidos de Mn, Fe y Cu diseminados.

Pitch limonite, also called copper pitch, is goethite $[\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}]$ with varying amounts of copper, and is formed by the in place oxidation of chalcopryrite.

Copper pitch ore, as described by various writers, seems to be a mixture of several hydrous oxides, often with silicates and carbonates, in a more or less colloidal state.

Mineral secundario a partir de otros silicatos de manganeso.

Posible mezcla de Tenorita y Neotocita.

Mezcla de Crisocola-Tenorita-Malaquita



Código LB-ST-SGE-GEO-0003

Aprobado por:

Revisado por: Andrea Rojas Pardo

Revisión:

Abril 2024

Vigencia:

Abril 2026

GUIA SULFATOS DE COBRE ... continua...

	1	2	3	4
DANA ; STRUNZ	BROCHANTITA	POSNJAKITA	CHALCANTITA	BONATITA
Categoría	Brochantite Group	Langite Group	Pentahydrate Group	Bonattite Group
% Cobre	56.20	54.05	25.45	29.74
Fórmula química	$\text{Cu}_2\text{SO}_4(\text{OH})_6$	$\text{Cu}_2\text{SO}_4(\text{OH})_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	$\text{CuSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
Color	Color negro, verde, verde esmeralda	Azul celeste a azul oscuro, puede que algo verdoso	Azul oscuro, azul verde, azul claro, verde.	Azul pálido
Raya	Verde pálido	Azul pálido-verdosa	Blanca	Azul blanco
Brillo / Lustre	Vítreo a nacarado		Vítreo	
Transparencia	Transparente a translúcida	Vítreo. Semitransparente	Translúcida a semitransparente	
Sistema cristalino	Monoclínico	Monoclínico, prismático	Triclínico	Monoclínico
Hábito cristalino	Cristales >3mm, prismática, radiada, tabular, costras, astillosa, granular, terrosa, recubrimientos.	Cristales escamas micáceas en costras de agregados	Habitualmente estalactítico, incrustado, reniforme o masivo	Cristales <3mm, costras
Fractura	Concoidal a irregular	Irregular	Concoidal	
Dureza	3½ a 4	2,5 - 3	2½	
Densidad	3,97 g/cm ³	2,5-3 g/cm ³	2,21 g/cm ³	2,66 g/cm ³
Solubilidad	+++ Säuren, NH ₄ OH, - H ₂ O	+++ Säuren, - NH ₄ OH	+++ H ₂ O	+++ H ₂ O
	Aparece en climas áridos o en depósitos de sulfato de cobre en proceso de oxidación rápida bajo condiciones de baja acidez, junto a otros asociados a él como azurita o malaquita, en los yacimientos de cobre. Es por tanto secundario, pudiendo a su vez alterarse a crisocola.	Es un mineral secundario que se forma en la zona de oxidación de los yacimientos de minerales del cobre de origen hidrotermal, comúnmente aparece con posterioridad a la excavación de las minas; se puede formar en los montones de escorias de la minería. Hidratación de Brochantita. Suele encontrarse asociado a otros minerales como: brochantita, langita, devillina, serpiente, woodwardita, wroewolfeita, auricalcita, azurita, malaquita o calcopirita.	Se encuentra comúnmente en las zonas de oxidación de la última etapa de los depósitos de cobre. Debido a su fácil solubilidad, calcantita es más común en regiones áridas. Origen hidrotermal, vetas. Usualmente de formación post-mining	Mineral secundario en depósitos de pirita. Deshidratación de Chalcantita



Código LB-ST-SGE-GEO-0003

Aprobado por:

Revisado por: Andrea Rojas Pardo

Revisión:

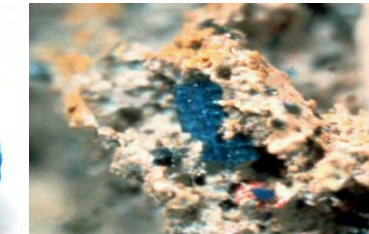
Abril 2024

Vigencia:

Abril 2026

Continuación ... GUIA SULFATOS DE COBRE

DANA ; STRUNZ	5	6	7	8	9
	ANTLERITA	CYANOCROITA	BECHERERITA	KROHNKITA	WROEWOLFEITA (Languita)
Categoría	Antlerite Group	Picromerite Group	Bechererite Group	Roselite Group	Langite Group
% Cobre	53.74	14.38 - 18.37	10.21	18.82	52.05
Fórmula química	$\text{Cu}_3\text{SO}_4(\text{OH})_4$	$\text{K}_2\text{Cu}^{+2}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	$\text{CuH}_3\text{Zn}_7(\text{SiO}_4)(\text{SO}_4)(\text{OH})_{13}$	$(\text{CuSO}_4)(\text{Na}_2\text{SO}_4)(\text{H}_2\text{O})_2$	$\text{Cu}_4(\text{SO}_4)(\text{OH})_{32}\text{Cl}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
Color	negro, verde, verde negro, verde esmeralda, verde claro.	Azul verde	Verde claro	Azul, azul verdoso	Azul verdusco oscuro, azul verdusco
Raya	Verde pálido	Blanca	Blanca	Blanca	Azul claro
Brillo / Lustre	Vítreo	Vítreo	Vítreo	Vítreo	Vítreo
Transparencia	Translúcido	Translúcido. Vítreo	Translúcida	Transparente a translúcido	
Sistema cristalino	Ortorrómbico	Monoclínico	Trigonal	Monoclínico, prismático	Monoclínico
Hábito cristalino	Cristales >3mm, tabular, prismática, agregados, fibrosa, radiada.		Cristales <3mm, delgados, cristales hemimórficos	Cristales prismáticos cortos granular masivo, también octaédricos largos en agregado fibroso	Costras sedosas o escamosas, de cristales pequeños.
Fractura			Frágil	Concoidea	
Dureza	3½	2 a 2½	2½ a 3	2,5 - 3	2½
Densidad	3,90 g/cm ³	2,22 g/cm ³	3,47 g/cm ³	2,95 g/cm ³	3,27 g/cm ³
Solubilidad	+++ Säuren, - H ₂ O	+++ H ₂ O	+++ Säuren	+++ H ₂ O, Säuren	+++ Säuren
	Se forma como mineral secundario, en las zonas de oxidación sometidas a la intemperie en clima árido y condiciones muy ácidas, de yacimientos de minerales del cobre pobres en carbonato. Es metaestable a temperatura ambiente con respecto a la brochantita, en la que se transforma normalmente a altas temperaturas de 60-80°C. Ha sido observado un pseudomorfismo de cuprita a partir de la antlerita fibrosa.	Producto de acción fumarólica.	Producto de alteración en yacimientos de cobre y Zinc. Post-mining oxidation & weathering deposits	Aparece de forma rara, como un mineral secundario formado en las zonas de oxidación hidrotermal en los yacimientos de minerales del cobre, típicamente en climas muy áridos como el del desierto de Atacama. Suele encontrarse asociado a otros minerales como: atacamita, blödita, calcantita, antlerita o natrocalcita.	Es un sulfato de cobre hidroxilado e hidratado, dimorfo con la Languita y asociado con calcosina y covelina. Alteración de brocantita y malaquita. Muy raro, formado generalmente a bajas temperaturas. La Languita es un mineral de cobre secundario formado desde la oxidación de sulfuros de cobre.



Código LB-ST-SGE-GEO-0003

Aprobado por:

Revisado por: Andrea Rojas Pardo

Revisión:

Abril 2024

Vigencia:

Abril 2026

Consulta o Entrenamiento. Este Documento impreso es válido solo para el día 02/04/2025

GUIA SULFATOS DE COBRE - HIERRO

DANA ; STRUNZ	10	11	12
	OSARIZAWAITA	BEAVERITA	POITEVINITA
Categoría	Alunite-Group (sulfatian)	Alunite-Group (sulfatian)	Kieserit Group
% Cobre	10.27	9.39	21.73 - 35.78
Fórmula química	$\text{CuPb(Al,Fe)}_2(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$	$\text{Pb(Fe}_{0.64}\text{Cu}_{0.32}\text{Zn}_{0.02}\text{Al}_{0.02})_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$	$(\text{Cu,Fe,Zn})\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Color	Verde	Amarillo	Verde claro, Rosa
Raya	Verde claro	Amarillo claro	Blanca
Brillo / Lustre	Vítreo, Graso . Terroso	Vítreo	Vítreo
Transparencia	Semitransparente	Transparente	Transparente a translúcido
Sistema cristalino	Trigonal	Trigonal	Triclinico
Hábito cristalino	En cristales submilimétricos, agregados granulares, formando costras.		Forma una masa pulverulenta suelta.
Fractura			
Dureza	3 a 4	3½ a 4½	3 a 3½
Densidad	3,84 a 4,17 g/cm ³	4,36 g/cm ³	3,30 g/cm ³
Solubilidad	+++ heiße HCl, H ₂ SO ₄ , + HNO ₃ , - H ₂ O	+++ boiling HCl, - H ₂ O	+++ H ₂ O

Es un mineral de aparición rara, que se forma como mineral secundario en la zona de oxidación de los yacimientos hidrotermales de minerales de plomo, cinc y cobre.

En la zona de oxidación de yacimientos de Pb-Cu, en zonas áridas.

Asociado con Brocantita, malaquita, otros sulfatos.

Mineral secundario en un depósito de pirita.

Es el análogo con aluminio de la **Beaverita**.



Código LB-ST-SGE-GEO-0003

Aprobado por:

Revisado por: Andrea Rojas Pardo

Revisión:

Vigencia:

Abril 2024

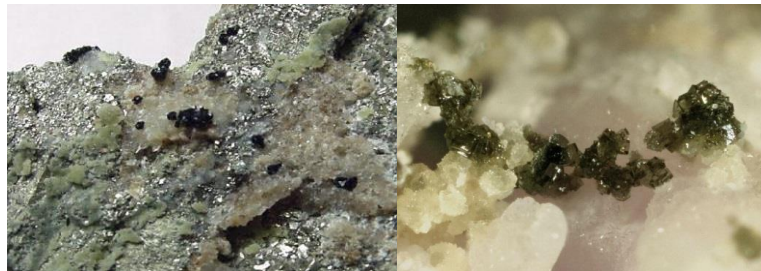
Abril 2026

GUIA OTROS SULFATOS

DANA ; STRUNZ	1 VOLTAITA	2 PERTLIQUITA	3 SZOMOLNOKITA	4 COPIAPITA
Categoría	Voltaite Group $\text{Fe}^{2+} - \text{Fe}^{+3}$	Voltaite Group $\text{Fe}^{2+} - \text{Fe}^{+3}$	Kieserite Group Fe^{2+}	Copiapite Group $\text{Fe}^{2+} - \text{Fe}^{+3}$
Fórmula	$\text{K}_2(\text{Fe}^{2+})_5(\text{Fe}^{3+})_3\text{Al}(\text{SO}_4)_{12} \cdot 18\text{H}_2\text{O}$	$\text{K}_2(\text{Fe}^{2+}, \text{Mg})_2(\text{Mg}, \text{Fe}^{3+})_4\text{Fe}^{3+}_2\text{Al}(\text{SO}_4)_{12} \cdot 18\text{H}_2\text{O}$	$\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	$\text{Fe}^{2+}(\text{Fe}^{3+})_4(\text{SO}_4)_6(\text{OH})_2 \cdot 20\text{H}_2\text{O}$
Color	Verde a negro-verdoso	Verde oliva oscuro, negro	Verde-azul o blanco . Se encuentra casi siempre en forma de sal heptahidratada, de color azul-verdoso.	Verde, verde-amarillo, amarillo, dorado
Raya	Gris verde	Gris verde	Blanca	Amarillo-pálido
Brillo/Lustre	Resinoso	Vítreo	Vítreo	Perlado, terroso
Transparencia	Opaco	Translúcido		Translúcido
Sistema cristalino	Isométrico, hexocataédrico	Tetragonal	Monoclínico	Triclínico, pinacoidal
Hábito cristalino	Cristales cúbicos, octaédricos o raros dodecaédricos, también granular masivo	Granular. Generalmente ocurre como cristales anhedrales a subhedrales en matriz	Prismático o tabular	Raros cristales tabulares, más común masivo de granos-finos
Fractura	Concoidea a irregular	Concoidal	Concoidal muy frágil	Irregular, micácea
Dureza	3 - 3,5 (Mohs)	3 (Mohs)	2.5	2,5 - 3 (Mohs)
Densidad	2,645 g/cm ³	2,59 g/cm ³	3,05 g/cm ³	2,12 g/cm ³
Solubilidad	+++ H ₂ O	+++ H ₂ O	+++ H ₂ O	+++ H ₂ O

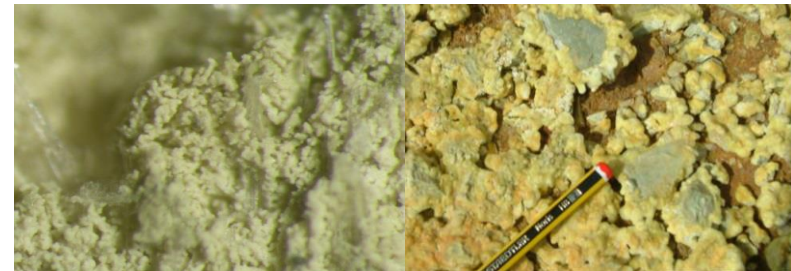
Se forma en fumarolas y solfataras asociadas con actividad volcánica.

También se ha encontrado en depósitos de rocas evaporitas de tipo continental, como producto de la alteración de depósitos de pirita en regiones áridas, que pueden aparecer como un producto post-minería.



Occurs in a pyrite-bearing trachytic eruptive rock, and probably formed after the decomposition of pyrite.

Mineral formado en depósitos de sulfuros en la zona oxidada ricos en pirita.



El hábito, en las raras ocasiones en que forma cristales estos son de color entre amarillo y naranja, siendo más normal que aparezca en forma de escamas amarillo-verdosas a verde-oliva formando costras masivas granulares finas. Es común que lleve como impurezas: cobre, calcio y aluminio.

Código LB-ST-SGE-GEO-0003

Aprobado por:

Revisado por: Andrea Rojas Pardo

Revisión:

Abril 2024

Vigencia:

Abril 2026

GUIA OTROS SULFATOS

DANA ; STRUNZ	5 ZINCOBOTRYOGEN	6 COQUIMBITA	7 ALUNOGENO	8 MELANTERITA
Categoría	Copiapite Group Fe^{3+}	Alunogen Group Fe^{3+}	Alunogen Group	Epsomite Group Fe^{2+}
Fórmula	$(Zn,Mg,Mn)Fe^{3+}(SO_4)_2(OH) \cdot 7H_2O$	$Fe_2^{+3}(SO_4)_3 \cdot 9H_2O$	$Al_2(SO_4)_3 \cdot 17H_2O$	$Fe^{+2}SO_4 \cdot 7H_2O$
Color	Rojo anaranjado brillante	Violeta claro, blanco azulado, blanco parduzco, blanco verdusco, blanco amarillento	Blanco, blanco amarillento, rojizo, blanco amarillento	Blanca, verde pálido y amarillo
Raya	Amarillo clara	Blanca	Blanca	Blanca
Brillo/Lustre	Vítreo / Graso	Vítreo	Vítreo / Perlado	Vítreo
Transparencia	Transparente a translúcido	Transparente	Transparente	Translúcida
Sistema cristalino	Monoclínico	Hexagonal	Triclinico	Monoclínico
Hábito cristalino	Cristales prismáticos; irradian agregados cristalinos	Granular, masiva	Acicular, fibroso e incrustaciones	Cristales >3mm, prismas cortos, tabular gruesa, octaédrica, estalactítica, costras
Fractura		Masiva / Granular	Subconcoidal	Concoidea
Dureza	2,5 (Mohs)	2 (Mohs)	1,5 a 2 (Mohs)	2 (Mohs)
Densidad	2,2 g/cm3	2,05 g/cm3	1,65 a 1,78 g/cm3	1,90 g/cm3
Solubilidad	+++ Säuren, - cold H2O	+++ slow in H2O	+++ H2O, Säuren	+++ H2O

Mineral secundario formado en la zona de oxidación, típicamente en un clima árido.

Oxidación de sulfuros de hierro.

Por reacción de sulfatos de descomposición con sulfuros minerales aluminosos en esquistos y pizarras; en gossan o en la pared de roca alteradas de depósitos piríticos en regiones áridas, en las vetas de carbón; en fumarolas relativamente baja temperatura.

Es un mineral secundario resultado de la oxidación de sulfuros de hierro, formándose en yacimientos por precipitación meteórica en disoluciones que empapan rocas ricas en sulfuros de hierro, especialmente en presencia de pizarras aluminicas y carbón.

Es inestable en condiciones atmosféricas normales.



Código: LB-ST-SGE-GEO-0003
Aprobado por:
Revisado por: Andrea Rojas Pardo

Revisión: Abril 2024
Vigencia: Abril 2026

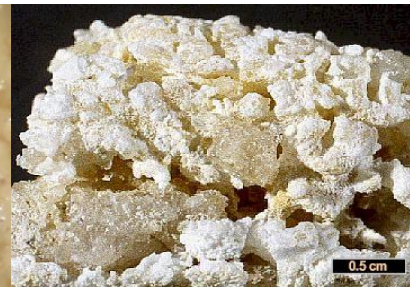
GUIA OTROS SULFATOS

	9	10	11	12
DANA ; STRUNZ	SIDEROTILO	TAMARUGUITA	KIESERITA	THENARDITA
Categoría	Pentahydrate Group Fe^{2+}	Picromerite Group	Kieserite Group	Thenardite Group
Fórmula	$\text{Fe}^{+2}\text{SO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	$\text{NaAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	$\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Na_2SO_4
Color	Blanco amarillento, verde brillante, verde pálido	Incoloro	Incoloro, amarillo verde, gris blanco, amarillento, blanco	Incoloro, gris muy claro, marrón claro. Incoloro en luz transmitida
Raya	Blanca	Blanca	Blanca	Blanca
Brillo/Lustre	Sedoso a vítreo	Vítreo	Vítreo	Vítreo / Graso
Transparencia	Transparente a translúcido	Transparente	Tranparente a translúcido	Tranparente a translúcido
Sistema cristalino	Triclínico	Monoclínico	Monoclínico	Ortorrómbico
Hábito cristalino	Costras fibrosas, rara vez en acículas	Masiva, granular / Tabular	Masiva, granular	Incrustaciones / Prismático
Fractura				Irregular
Dureza	2,5 (Mohs)	3 (Mohs)	3,5 (Mohs)	2,5 (Mohs)
Densidad	2,1 a 2,2 g/cm ³	2,7 g/cm ³	2,57 g/cm ³	2,67 a 2,7 g/cm ³
Solubilidad	+++ H ₂ O	+++ H ₂ O	Dissolves very slowly in water	+++ H ₂ O

El siderotilo es un mineral de la clase de los minerales sulfatos, y dentro de esta pertenece al llamado "grupo de la chalcantita".

Dehydration of cuprian melanterite.

$\text{Fe}^{++}\text{SO}_4 \cdot 5(\text{H}_2\text{O})$



Se produce bajo condiciones áridas por la oxidación de los sulfuros en ambientes aluminosos y alcalinos.

Normalmente, en los depósitos de sal marina; raramente como un sublimado volcánico o eflorescencias.

Depósitos evaporíticos no marinos en climas áridos y de la alteración de las rocas ígneas alcalinas protegidas del agua.

GUIA OTROS SULFATOS

Código: LB-ST-SGE-GEO-0003
Aprobado por:
Revisado por: Andrea Rojas Pardo

Revisión: Abril 2024
Vigencia: Abril 2026

	13	14	15	16
DANA ; STRUNZ	MIRABILITA	WERMLANDITA	ZINCWOODWARDITA	BLOEDITA
Categoría	Mirabilite Group	Hydrotalcite Supergroup / Woodwardite Group Fe^{3+}	Hydrotalcite Supergroup / Woodwardite Group	Blödite Group
Fórmula	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	$(\text{Ca},\text{Mg})\text{Mg}_7(\text{Al},\text{Fe})_2(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_{18} \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	$[\text{Zn}_{1-x}\text{Al}_x(\text{OH})_2][(\text{SO}_4)_{x/2}(\text{H}_2\text{O})_n]$	$\text{Na}_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
Color	Incoloro, blanco. Incoloro en luz transmitida	Azulado, gris verdoso. Incoloro en luz transmitida	Azul claro, blanco azulado	Incoloro, verde, amarillo, rojo
Raya	Blanca	Blanca a la luz gris verdosa	Blanca pálida azulada	Blanca
Brillo/Lustre	Vítreo		Ceroso	Vítreo
Transparencia	Transparente opaco	Translúcido	Translúcido	Tranparente a translúcido
Sistema cristalino	Monoclínico	Trigonal	Trigonal	Monoclínico
Hábito cristalino	Eflorescencias / Granular en cristales anhedrales a subhedrales en matriz	Hojoso	Pseudohexagonal / Tabular	Compacto, masivo, granular
Fractura	Concoidal	Micácea	Séctil	
Dureza	1,5 a 2 (Mohs)	1,5 (Mohs)	1 (Mohs)	2,5 - 3 (Mohs)
Densidad	1,49 g/cm ³	1,93 g/cm ³	2,66 a 2,71 g/cm ³	2,23 g/cm ³
Solubilidad	+++ H ₂ O	+++ Säuren	+++ Säuren	+++ H ₂ O, Säuren
	Deshidrata rápidamente a tenardita en el aire seco. Depósitos minerales salinos a partir de salmueras de sulfato-cloruro de sodio. Muy importante en el clima frío en esas salmueras.	Aparece a baja temperatura rellenando fracturas en grandes cristales de calcita. Association: Calcite, magnetite.	La Hydrowoodwardita no es estable en el aire, se deshidrata en cuestión de semanas, pero puede ser rehidratado mediante el almacenamiento en H₂O.	Depósitos salinos oceánicos, depósitos de sal lacustres, depósitos de nitratos en las regiones áridas.



GUIA OTROS SULFATOS

Código LB-ST-SGE-GEO-0003

Aprobado por:

Revisado por:

Andrea Rojas Pardo

Revisión:

Vigencia:

Abril 2024

Abril 2026

DANA ; STRUNZ	17 YAVAPAIITA	18 FERRINATRITE	19 NATROALUNITA	20 JAROSITA
Categoría	Yavapaiite Group Fe^{3+}	Kröhnkite Group Fe^{3+}	Alunite Group > Alunite Supergroup	Alunite Group > Alunite Supergroup Fe^{3+}
Fórmula	$\text{KFe}(\text{SO}_4)_2$	$\text{Na}_3\text{Fe}(\text{SO}_4)_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	$\text{Na}_2\text{Al}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$	$\text{KFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$
Color	Rosa violáceo pálido	Incoloro, blanco grisáceo, verde claro, verde azulado, amatista, incoloro a la luz transmitida	Incoloro si es puro. Blanco, gris, amarillento, rojizo, marrón rojizo, incoloro a la luz transmitida.	Amarillo ámbar, amarillo-marrón a marrón o amarillo claro.
Raya	Blanca a amarillo pálido	Blanca	Blanca	Amarilla
Brillo/Lustre	Vítreo, subadamantino	Vítreo	Vítreo o perlado	Subadamantino, vítreo, resinoso
Transparencia	Transparente	Transparente	Transparente a subopaco	Translúcido
Sistema cristalino	Monoclínico	Trigonal	Trigonal	Trigonal
Hábito cristalino	Acicular	Fibroso o agregados esféricos	Romboédrico, granular o masivo	Fibroso o masivo
Fractura	Concoidal	Astiloso	Irregular / irregular, astillada, Concoidea	Irregular
Dureza	2,5 - 3 (Mohs)	2,5 (Mohs)	3,5 - 4 (Mohs)	2,5 - 3,5 (Mohs)
Densidad	2,88 g/cm3	2,55 - 2,61 g/cm3	2,6 - 2,9 g/cm3	2.9 - 3.26 g/cm3
Solubilidad	+++ H2O	+++ H2O, Säuren	+++ Säuren	+++ Säuren - H2O

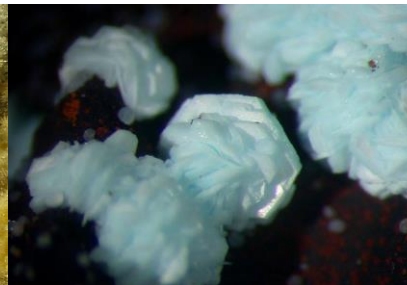
Zona de fuego en depósitos de pirita. Condiciones fumarólicas.

Visible solo al microscopio.

Zona de oxidación de los sulfuros de hierro en regiones áridas. Pocas veces en fumarolas.

Formado por soluciones sulfatáricas o hidrotermales que contienen sulfato y que reaccionan con arcillas.

Un mineral secundario que se encuentra en las zonas oxidadas de depósitos de sulfuros, formado por la reacción de ácido sulfúrico diluido en el agua subterránea, derivado de la oxidación de la pirita, con los minerales de ganga y la roca de caja.

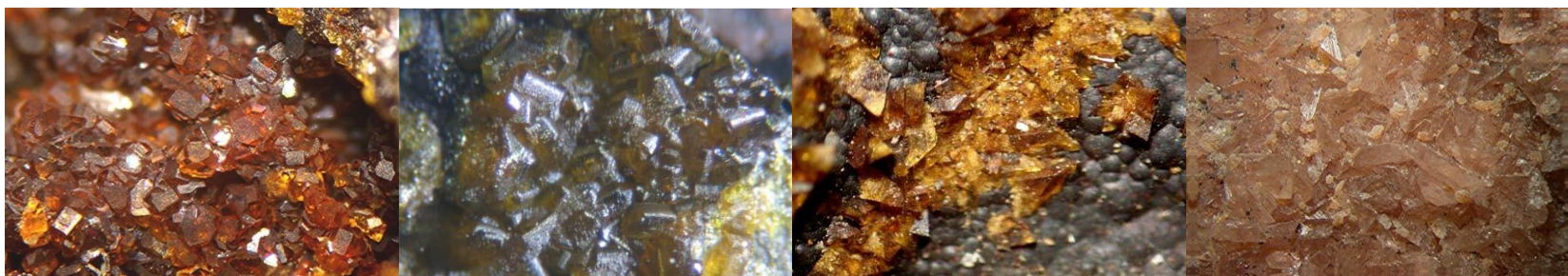


GUÍA OTROS SULFATOS

Código: LB-ST-SGE-GEO-0003
Aprobado por:
Revisado por: Andrea Rojas Pardo

Revisión: Abril 2024
Vigencia: Abril 2026

	21	22	23	19
DANA ; STRUNZ	NATROJAROSITA	CORKITA	KINTOREITA	ALUNITA
Categoría	Alunite Group > Alunite Supergroup Fe^{3+}	Beudantite Group > Alunite Supergroup Fe^{3+}	Plumbogummite Group > Alunite Supergroup Fe^{3+}	Alunite Group > Alunite Supergroup
Fórmula	$\text{NaFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$	$\text{PbFe}_3(\text{PO}_4)(\text{SO}_4)(\text{OH})_6$	$\text{PbFe}_3[(\text{OH},\text{H}_2\text{O})_6](\text{PO}_4,\text{AsO}_4,\text{SO}_4)_2$	$\text{KAl}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$
Color	Amarillo, dorado, rojo-marrón	Marrón amarillo, verde amarillo, amarillo claro, verde oscuro	Blanco crema, verde amarillento, amarillo pardusco.	Incoloro si es puro. Blanco, tonos claros de gris, amarillo, rojo, marrón a rojizo
Raya	Amarillo claro		verde amarillento pálido	Blanca
Brillo/Lustre	Vítreo	Vítreo, sub-vítreo, resinoso, ceroso	Vítreo	Vítreo o perlado
Transparencia	Tranparente a translúcido	Tranparente a translúcido	Tranparente a translúcido	Tranparente a translúcido
Sistema cristalino	Trigonal	Trigonal	Trigonal	Trigonal
Hábito cristalino	Cristalino, fibroso o masivo	Pseudocúbico. Cristales romboédricos Comúnmente en las costras, masiva.	Cristalino, incrustaciones o prsmático	Fibroso, masivo, granular
Fractura	Concoidal		Desigual	Irregular / irregular, astillada, Concoidea
Dureza	2,5 - 3,5 (Mohs)	3,5 - 4,5 (Mohs)	4 (Mohs)	3,5 - 4 (Mohs)
Densidad	3,18 g/cm3	4,295 g/cm3	4,34 g/cm3	2,6 - 2,9 g/cm3
Solubilidad	++ HCl	+++ Säuren		+ diluido H_2SO_4 , +- HCl, HNO_3 , - H_2O
	Típicamente Formada en la zona oxidada de depósitos minerales por la alteración de la pirita en presencia de sodio; raramente como un sublimado volcánico.	Vetas de cobre-manganeso. A rare secondary mineral formed at low temperatures or by weathering in oxidized hydrothermal base-metal deposits.	Mineral secundario poco común en la zona oxidada de un depósito de Pb-Zn.	Formado entre los 15°C y 400°C por la acción de sulfato, que puede ser generado a partir de pirita o acción solfatárica, en las rocas aluminosas, todo ello acompañado por kaolinitization y silicificación.



GUIA OTROS SULFATOS

Código LB-ST-SGE-GEO-0003

Aprobado por:

Revisado por: Andrea Rojas Pardo

Revisión:

Abril 2024

Vigencia:

Abril 2026

DANA ; STRUNZ	ANHIDRITA	YESO	BASSANITA
Categoría			
Fórmula	CaSO_4	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{CaSO}_4 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$
Color	Incoloro, azul, azul-gris, violeta, rojo borgoña, blanco, rosa, rosa marrón, rojizo, gris, gris oscuro. Incoloro en la luz transmitida	Incoloro y blanco, teñidas menudo otros colores debido a las impurezas; incoloros a la luz transmitida	Incoloro, blanco nieve
Raya	Blanco, blanquecino, grisáceo	Blanca	Blanca
Brillo/Lustre	Vítreo, perlado	Perlado	Terroso (Mate)
Transparencia	Tranparente a translúcido	Tranparente, translúcido, opaco	Tranparente a translúcido
Sistema cristalino	Ortorrómico	Monoclínico	Monoclínico
Hábito cristalino	Masivo, fibroso, granular	Cristalino, masivo, tabular	Acicular
Fractura	Irregular / irregular, astillada	Astillosa, concoidal	
Dureza	3 - 3,5 (Mohs)	2 (Mohs)	
Densidad	2.98 g/cm ³	2,312 - 2,322 g/cm ³	2,7 g/cm ³
Solubilidad	En ácido sulfúrico concentrado y con dificultad en ácido clorhídrico	++ HCl, + H ₂ O	+++ H ₂

Normalmente formada por deshidratación de yeso, en las rocas ígneas.

Zonas oxidadas de depósitos de sulfuros.

Formado directamente por evaporación o más tarde por la hidratación de anhidrita. Formado por la reacción entre el ácido sulfúrico y carbonato de roca en la oxidación de los depósitos de sulfuro.



GUIA OXIDADOS DE HIERRO

Código: LB-ST-SGE-GEO-0003
Aprobado por:
Revisado por: Andrea Rojas Pardo

Revisión: Abril 2024
Vigencia: Abril 2026

DANA ; STRUNZ	JAROSITA	MAGNETITA	HEMATITA	GOETHITA	ILMENITA
Categoría	Sulfato	Oxido	Oxido	Oxido	Oxido
Fórmula	$KFe_3^{+3}(SO_4)_2(OH)_6$	Fe_3O_4 ; $Fe+2Fe_2+3O_4$	Fe_2O_3	$Fe^{+3}O(OH)$	$Fe^{+2}TiO_3$
Color	Pardo, "Pardo amarilla, amarilla, amarillo claro.	Negra grisácea, negro hierro	Negra, gris rojiza, Rojo negruzca	Pardo, pardo rojizo, pardo amarillento, amarillo parduzco, amarillo ocre.	Negro, negro hierro
Raya	Amarilla	Negra	Pardo rojiza, roja oscura	Parda amarillenta	Negro parduzca
Brillo/Lustre	Vítreo. Terroso o limoso, pulverulento; brillante en forma cristalina	Metálico	Metálico	Diamantino a sedoso. Presencia de transparencia	Submetálico
Transparencia		Opaca	Opaca a translúcida	Opaca	Opaca
Sistema cristalino	Trigonal	Cúbico	Trigonal	Ortorrómico	Trigonal
Hábito cristalino	Fibrosa, granular, masiva	Masiva, granular	Cristales >3mm, tabular delgada y gruesa, romboédrica, piramidal, rosetas, masiva, fibrosa, botrioidal, columnar, usualmente bandas diagonales	Cristales >3mm, prismática, estriada, radiada, grupos, acicular	Masiva
Fractura	Irregular, concoidea a desigual	Concoidea a irregular	Desigual a subconcoidea	Poco uniforme al astillarse.	
Dureza	2½ a 3½	5½ a 6	6½	5 a 5½	5 a 5½
Densidad	3,10 g/cm3	5,15 g/cm3	5,30 g/cm3	3,80 g/cm3	4,72 g/cm3
Solubilidad	Insoluble en agua				Acido Sulfúrico
Magnetismo		Magnética		Se transforma en magnético tras reducción a la llama	A veces magnético

Este mineral se forma en depósitos de mena por la oxidación de sulfuros de hierro.

La aparición de jarosita se asocia en la Tierra a las aguas termales de carácter ácido (pH por debajo de 6); por tanto su presencia indica la existencia de agua durante su formación y por el pH requerido es incompatible con la de los carbonatos.

Hidrotermal y de reemplazamiento. También se forma en rocas ígneas como mineral accesorio.

Oxidos de hierro hidratados entre cuyas variedades figura la goethita, la lepidocrocita, otras "limonitas".

Fe3+O(OH)

Es un mineral ortomagmático en casi todas las rocas eruptivas como mineral accesorio.

Por sus condiciones de formación, constituye un termómetro geológico. Casi siempre formado a temperatura superior a los 500 °C.



MINERALOGÍAS CARACTERÍSTICAS DE LOMAS BAYAS

Código LB-ST-SGE-GEO-0003

Aprobado por:

Revisado por: Andrea Rojas Pardo

Revisión:

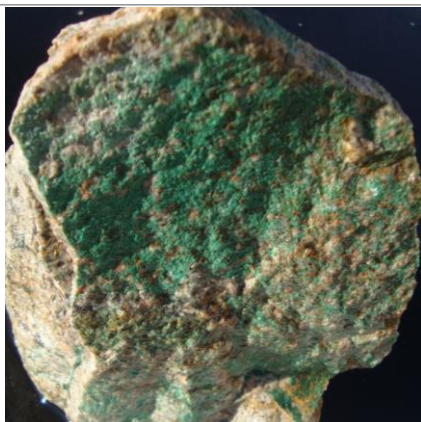
Abril 2024

Vigencia:

Abril 2026

Consulta o Entrenamiento. Este Documento impreso es válido solo para el día 02/04/2025

Oxido	Sulfatos	Refractarios
Solubles al ácido	Solubles al agua	Solubilidad Variable
Brocantita-Antlerita Atacamita Malaquita Crisocola	Chalcantita Voltaíta Szomolnoquita Poitevinita	Copper pitch Copper wad



Atacamita



Szomolnoquita + Pirita



Copper Wad

REFERENCIAS:

<http://www.mindat.org/>

<http://www.mineralatlas.eu/>

<http://www.webmineral.com/>

Código LB-ST-SGE-GEO-0003

Aprobado por:

Revisado por: Andrea Rojas Pardo

Revisión:

Abril 2024

Vigencia:

Abril 2026

Especie mineral	Composición	~ pH	Características
<i>Óxidos "verdes" de Cu</i>			
antlerita	$\text{Cu}_3\text{SO}_4(\text{OH})_4$	< 5	59.7% Cu
azurita	$\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$		Azul, 55% Cu
atacamita* (~exótico)	$\text{Cu}_2\text{Cl}(\text{OH})_3$		Paratacamita y botallaquita
brocantita	$\text{CuSO}_4(\text{OH})_6$	5–6	56% Cu; oxidación de calcosita
calcantita	$\text{Cu}_3\text{SO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	< 4	35% Cu; soluble en H_2O
crisocola* (~exótico)	$\text{Cu}(\text{Fe,Mn})\text{Ox} \cdot \text{SiO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$		Contenido de ~20 - 40% Cu
calcosiderita	$\text{CuFe}_6(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$		Del grupo de la turquesa
malaquita	$\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$	6–8	57.3% Cu
seudomalaquita	$\text{Cu}_5(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_4$		Similar a la libetenita
turquesa* (~exótico)	$\text{CuAl}_6(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$		5.5–7.8% Cu y 28–35% P_2O_5
<i>Óxidos "rojos" de Cu</i>			
cuprita	Cu_2O	4–12	88.8% Cu; oxidación de coccosita
cobre nativo	Cu_0	4–12	Del grupo de la cuprita
delafosita	CuFeO_2		
limonita pitch (Cu-Pitch)	$\text{H}(\text{Fe,Cu})\text{O}_2$		Beer bottle oxide; oxidación de calcopirita
<i>Óxidos "negros" de Cu</i>			
melaconita* (Cu-wad)	Mezcla (crisocola + tenorita)		Puede ser exótico
neotocita*	CuMnFeSiO_2		Tenorita + paramelaconita + FeOx + MnOx ; < 21% Cu
Cu-wad* (~ exótico)	hidróxidos de Mn y CuO		25-48% Mn; (criptomelano + birnessita)
paramelaconita	Cu_4O_3		Familia de cuprita y tenorita
tenorita	CuO	8-12	79.9% Cu; oxidación de calcosita y cuprita
<i>Óxidos de hierro</i>			
alunita	$\text{KAl}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$	< 4	Mezcla común con jarosita
borgstromita	$(\text{H}_3\text{O})\text{Fe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$	< 2.2	Del grupo de la jarosita
copiapita* (raro)	$\text{Fe}_5(\text{SO}_4)_6(\text{OH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$		Con $17\text{H}_2\text{O}$ es soluble en agua
escorodita	$\text{Fe}^{+2}\text{AsO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$		Similar a chenevixita
jarosita	$\text{KFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$	< 2.2	Oxidación de pirita y silicatos de K
goethita	$\alpha\text{-FeOOH}$ ó HFeO_2	3-6	Limonita por oxidación de jarosita o cualquier óxido o silicato de Fe
lepidocrosita (~ exótico)	$\text{FeO}(\text{OH})$	3-6	En suelos; del grupo de la goethita
hematita (viva ó 'liberada')	Fe_2O_3 (igual a martita y especularita)		Limonita viva, cuando es derivada de calcosita
hematita* (~exótico)	Fe_2O_3 (maghemita)		Fuente diversa; estable en suelos lateríticos a partir de goethita

*: mineraloides (mezclas); +: mineral de aridez extrema. Características mineralógicas a partir de Anderson (1983); Thornber (1985); Guilbert y Park (1986); Münchmeyer (1996); Chávez (2000).

Código LB-ST-SGE-GEO-0003

Aprobado por:

Revisión:

Abril 2024

Revisado por:

Andrea Rojas Pardo

Vigencia:

Abril 2026

Plan de Comunicación Interno
Formulario Informe Reunión

NOMBRE DE LA ACTIVIDAD: _____			
RELATOR: _____		EMPRESA: _____	
COORDINADOR : _____		AREA/SUPTCIA: _____	
DURACION (HRS): _____		N° PARTICIPANTES: _____	
LUGAR: _____			
FECHA INICIO: ____/____/____		FECHA TERMINO: ____/____/____	
HORARIOS: _____			

PRINCIPALES TEMAS TRATADOS (CONTENIDOS)

NOMINA DE PARTICIPANTES

N°	RUT	NOMBRE	EMPRESA	CARGO	FIRMA
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					

FIRMAS	V° B° COORDINADOR		V° B° RELATOR
---------------	--------------------------	--	----------------------

Código Registro: LB-IF-SDS-ALL-0027
Código Documento Origen: LB-SP-GGN-ALL-0010

Código: LB-ST-SGE-GEO-0003
Aprobado por: _____
Revisado por: Andrea Rojas Pardo

Revisión: Abril 2024
Vigencia: Abril 2026