



Geología

FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

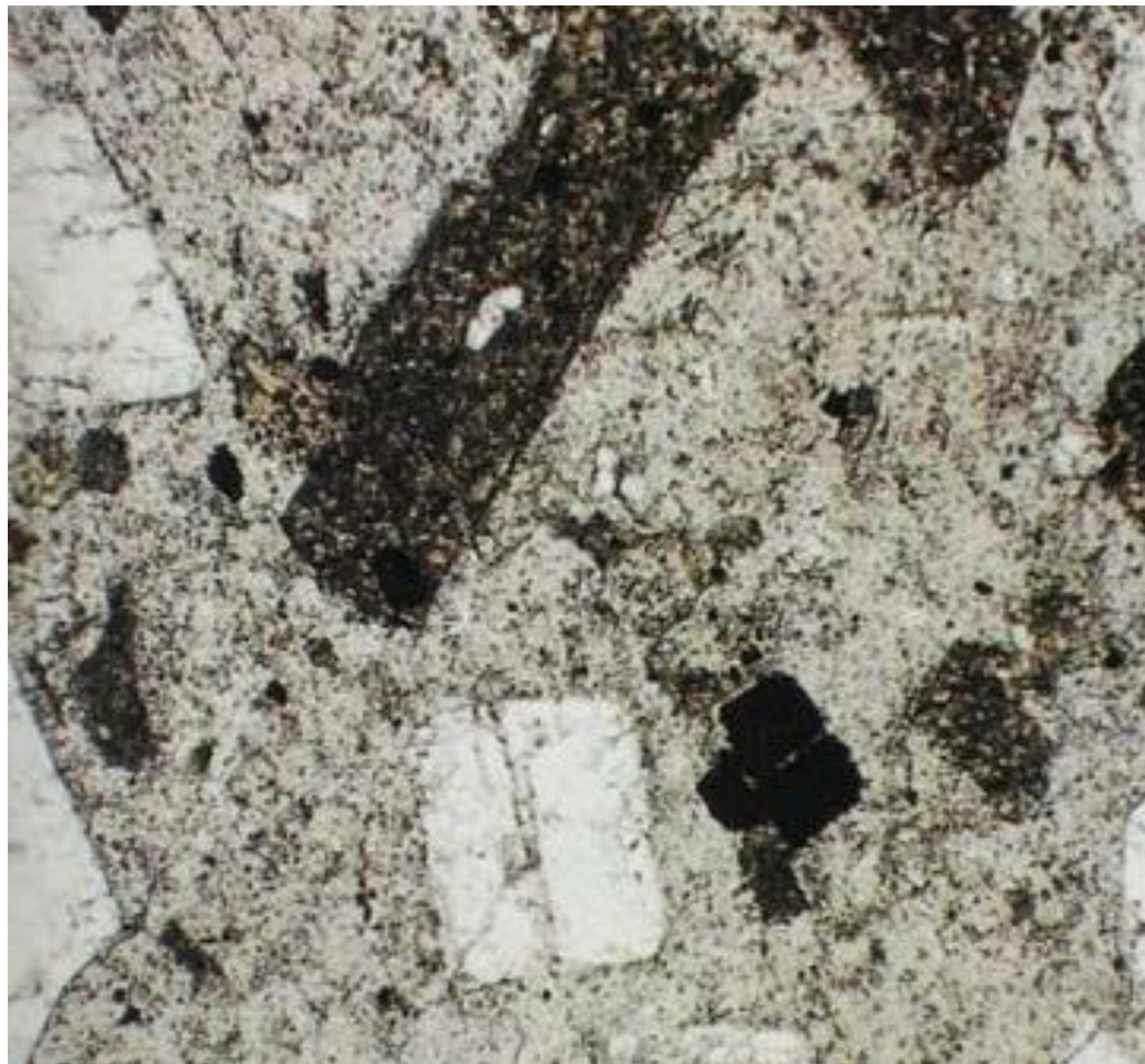
Primavera 2021

Metalogénesis: Alteración Potásica

Cuerpo Docente:

Rodrigo Espinoza Reyes

José Moreno Toledo



Alteraciones Hidrotermales

Resumen Lectura 1 – Apunte Metalogénesis de Victor Maksaev

¿En qué consiste?



Debido a:

Sistema abierto de interacción agua – roca

Desequilibrio químico

Adición o remoción de componentes químicos

Formas de transporte:

De los componentes químicos:

- Infiltración → + transporte
- Difusión → fluido estancado
- Ambos

Factores controladores



Roca Caja

Susceptibilidad Variable
a la alteración de minerales

Orden relativo:
Vidrio > ol > mag > hyp > hbl > bt = plg

Resultado:

Asociación Mineralógica

Conjunto de minerales más
estables, reflejan condiciones
fisicoquímicas

Roca
alterada

Grado de Pervasividad

Que tan penetrativa es
la alteración. % de
volumen alterado.

Procesos involucrados

1. Crecimiento de nuevos cristales

2. Transformación de fases minerales

- Reemplazo o metasomatismo

3. Disolución y precipitación de nuevos minerales

- Lixiviación → disolución sin reemplazo.

El fluido extrae comp. químicos (cationes metálicos) de la roca (→ es deprimida)

- Deposición directa → necesario espacio. Ej. Vetillas de qz, cal, anh.

*Parámetro controlador: solubilidad

4. Reacciones de intercambio iónico

Ej. Mg^{2+} por Ca^{2+} o Na^{+} por K^{+}

- Hidrólisis: intercambio de cationes (ej. K^{+} , Na^{+} , Ca^{+}) por H^{+}

Fluido se empobrece en H^{+} → pH aumenta

SiO_2 como subproducto

Alteración de plagioclasa → sericita → arcillas → cuarzo

*Factores controladores: actividad, presión, fugacidad, concentración.

Procesos debidos a la alteración hidrotermal

- **Deposición directa:** Minerales se depositan directamente a partir de soluciones hidrotermales (en zonas de diaclasas, fallas, fracturas, discordancias, poros, fisuras).
- **Reemplazo:** Minerales inestables en ambiente hidrotermal → reemplazo por nuevos minerales estables en nuevas condiciones.
- **Lixiviación:** Componentes químicos de las rocas → extraídos por fluidos hidrotermales al atravesarlas (cationes metálicos) → roca deprimida en dichos componentes o lixiviada.

Características principales

“Conversión de un conjunto mineral inicial en una nueva asociación de minerales estable bajo condiciones hidrotermales de temperatura, presión y composición de fluidos.”

Intensidad: Porcentaje de la roca que ha sido alterada → Grado de alteración.

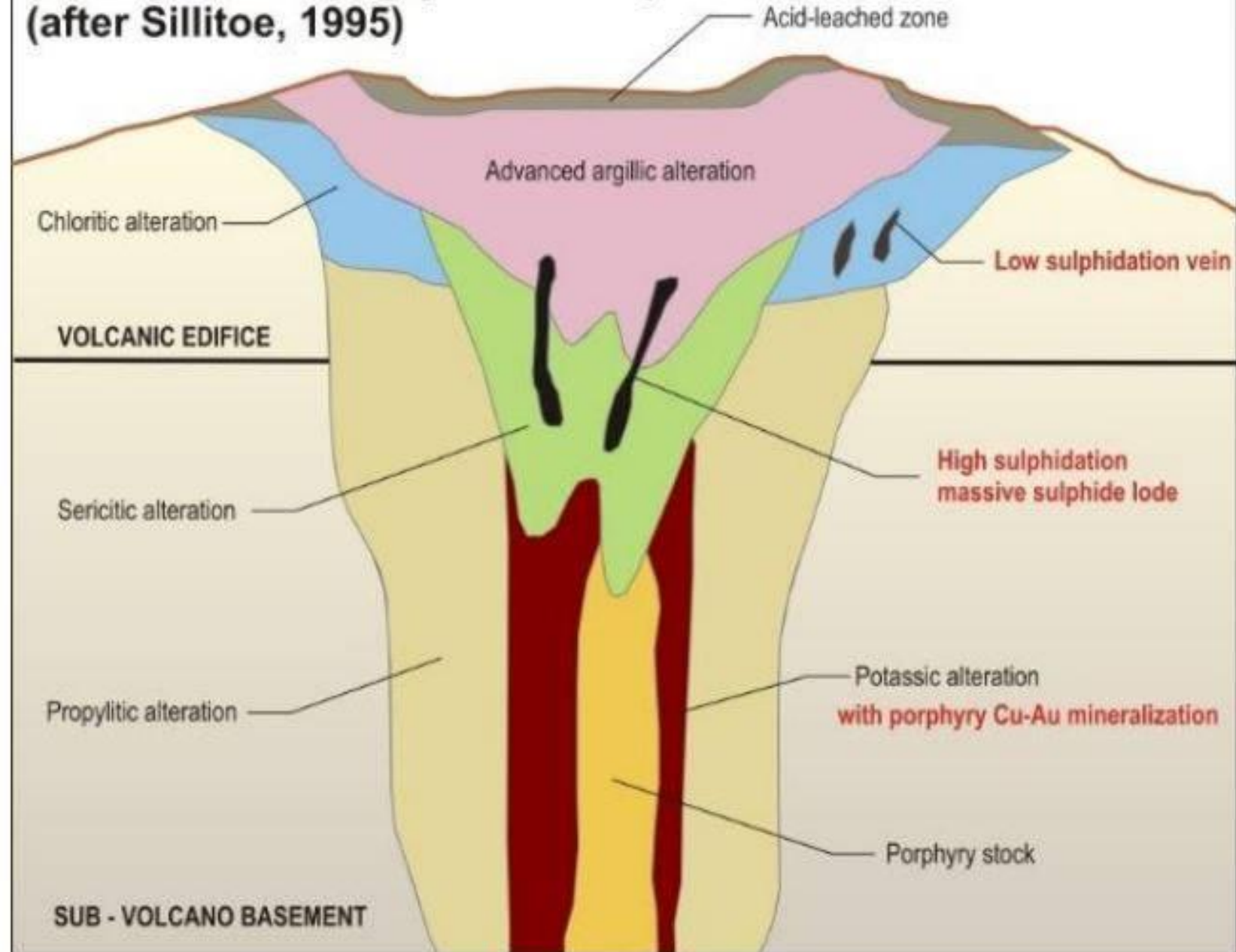
- Débil → Si sólo afecta a pocos minerales de la roca.
- Pervasiva → Afecta a gran parte de la roca, casi en su totalidad. no confundir con alteración EXTENSIVA.
- Selectiva → Afecta a un grupo de minerales en particular.

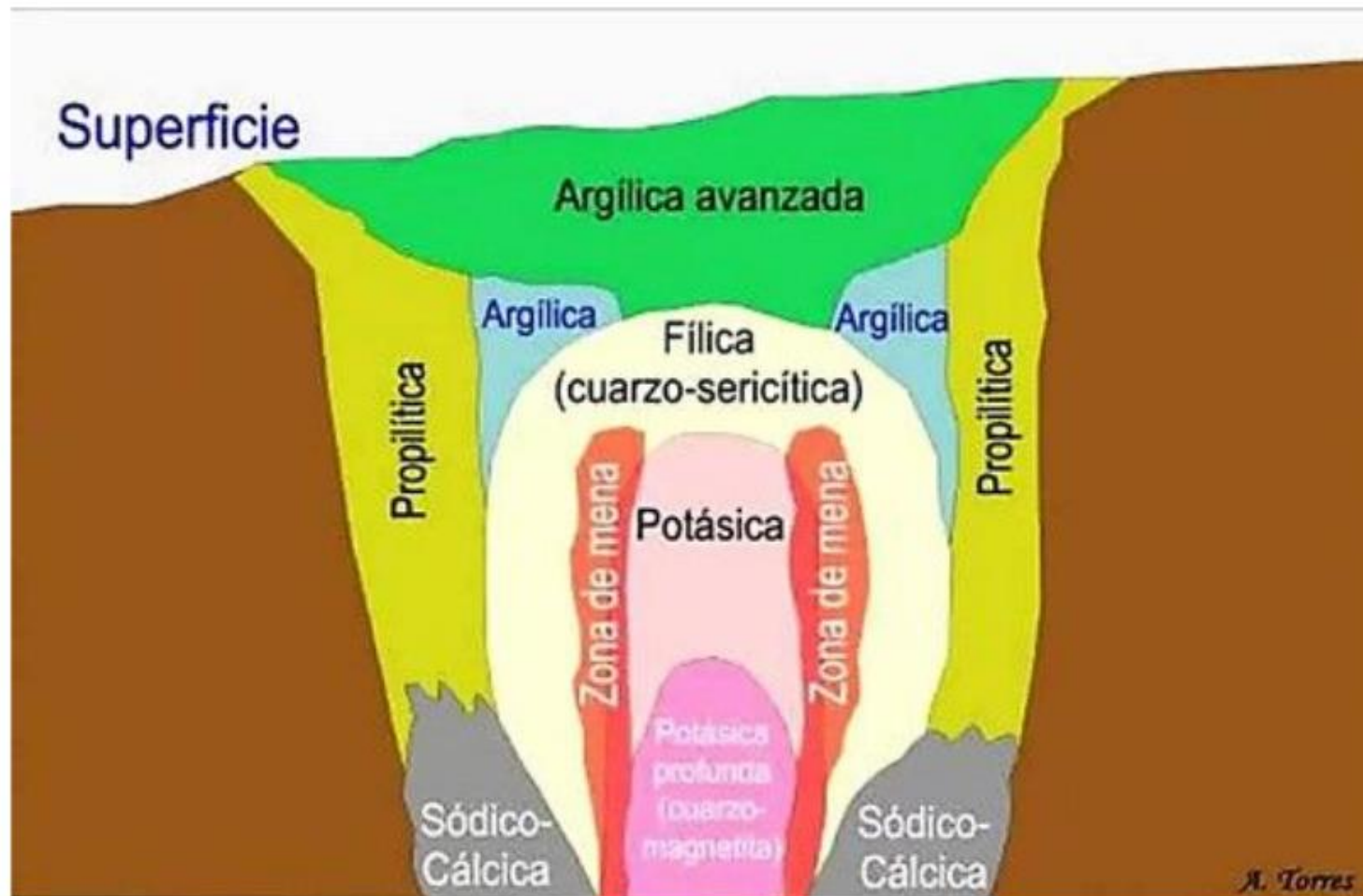
Características principales

Zonación:

- Distribución espacial de los minerales (vertical-horizontal).
- Condiciones termodinámicas de estabilidad de los minerales.
Ej. → Por gradiente de T° , P° , etc.
- Patrón regular en la distribución de minerales.
Ej. → Modelo de Lowell y Gilbert, Sillitoe, etc.

Conceptual Porphyry Cu-Au Deposit Model (after Sillitoe, 1995)





Zonas de alteración hidrotermal en un pórfido cuprífero combinando los modelos de Lowell y Gilbert (1970), Gustafson y Hunt (1975) y Giggenbach (1997). Núcleo de alteración potásica rodeado de alteración fílica (cuarzo-sericítica), alteración argílica intermedia local en torno a zona fílica, halo externo de alteración propilítica, alteración sódico-cálcica profunda (Carten, 1986; Dilles & Einaudi, 1992) y cubierta de alteración argílica avanzada. Tomado del Manual de A. Torres.

Clasificación de Alteración Hidrotermal



(1) Mineral más abundante

Ej.

Silicificación → SiO₂

Sericitización → sericita

Argilización → arcillas

Cloritización → clorita

*Pero, los mxles no se presentan solos, sino forman grupos/asociaciones

(2) Cambio químico dominante

Ej.

Metasomatismo H, K, F.

*Pero, son varios los mxles involucrados, que son removidos o introducidos

(3) Asociación mineral

*Refleja condiciones :
T, P, composición del fluido, mineralogía original, tiempo.

**Corbett y Leach
(1988)**

Alteraciones Hidrotermales

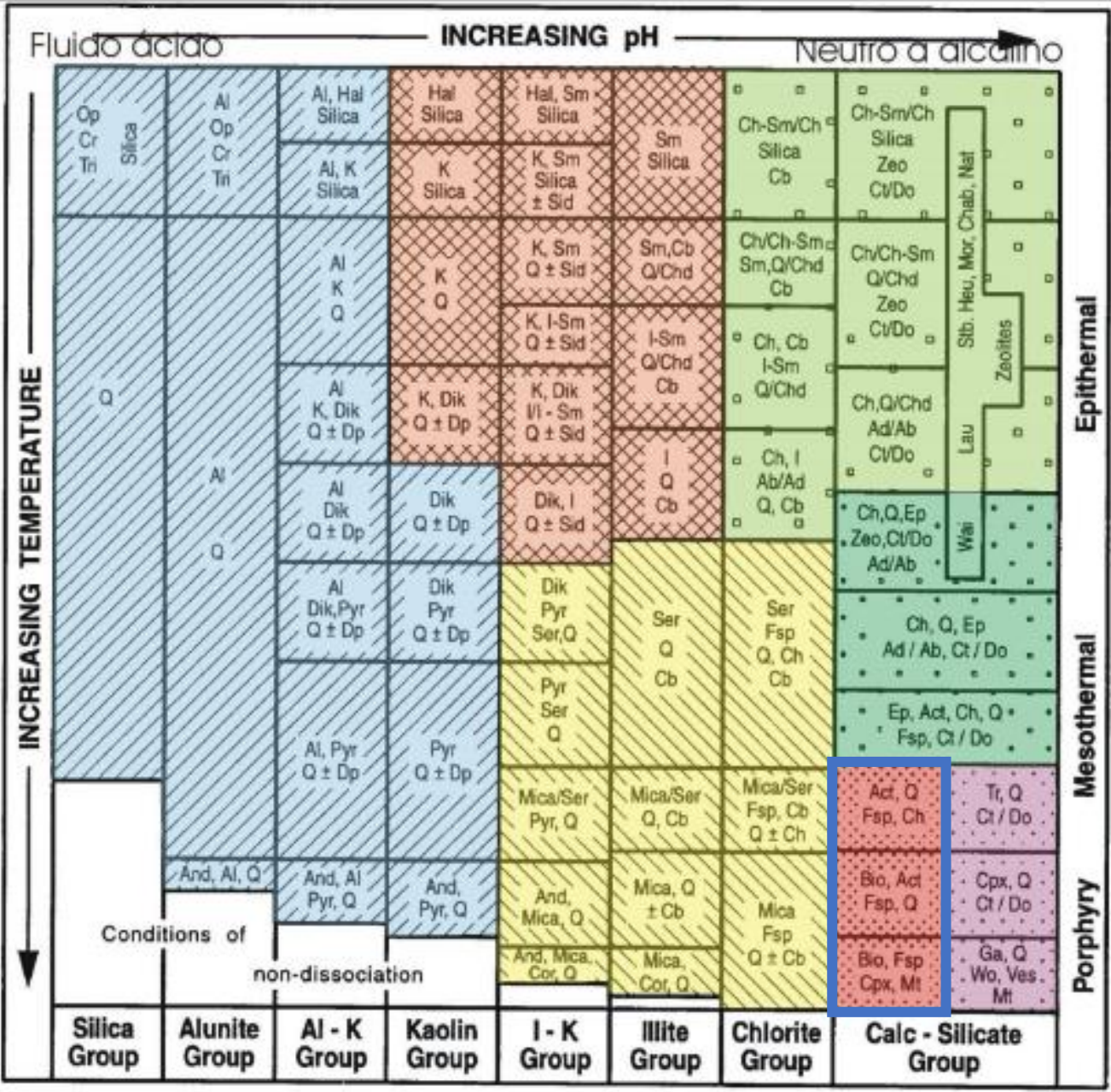
(Corbett y Leach, 1998)



Corbett y Leach,
1998. SEG Special
Publication N° 6

Mineral Abbreviations :

Ab - albite; Act - actinolite; Ad - adularia; Al - alunite; And - andalusite; Bio - biotite; Cb - carbonate (Ca, Mg, Mn, Fe);
Ch - chlorite; Chab - chabazite; Chd - chalcodony; Ch-Sm - chlorite-smectite; Cor - corundum;
Cpx - clinopyroxene; Cr - cristobalite; Ct - calcite; Do - dolomite; Dik - dickite; Dp - diaspore; Ep - epidote;
Fsp - feldspar; Ga - garnet; Hal - halloysite; Heu - heulandite; I - illite; I-Sm - illite-smectite; K - kaolinite;
Lau - laumontite; Mt - magnetite; Mor - mordenite; Nat - natrolite; Op - opaline silica; Pyr - pyrophyllite;
Q - quartz; Ser - sericite; Sid - siderite; Sm - smectite; Stb - stilbite; Tr - tremolite; Tri - tridymite;
Ves - vesuvianite; Wai - wairakite; Wo - wollastonite; Zeo - zeolite



The background of the image is a close-up photograph of a forest floor. It is covered with a thick layer of fallen leaves in various shades of brown, orange, and green. A large, dark, irregular shadow is cast across the center of the image, partially obscuring the leaves. The text "Alteración Potásica" is overlaid in white, bold, sans-serif font across the middle of the image.

Alteración Potásica

Clasificación

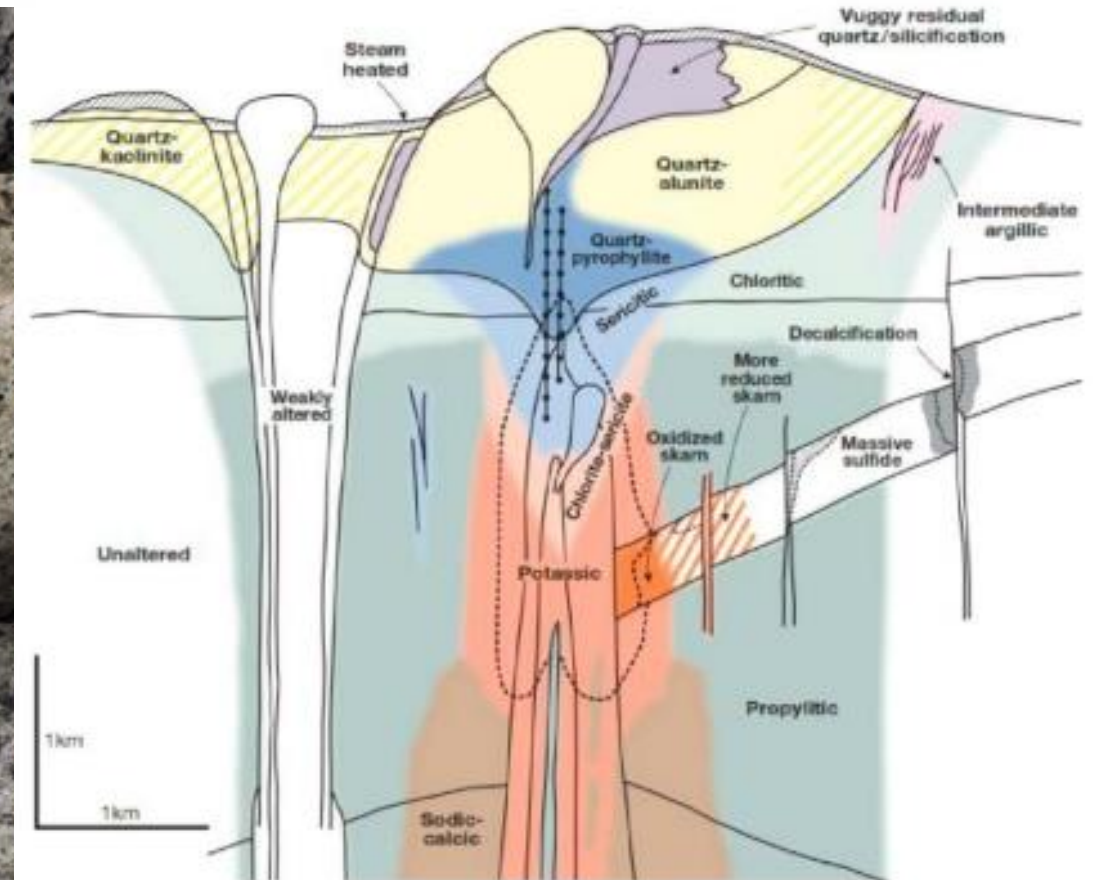
Alteración hidrotermal

Meyer y Hemley, 1967

Potásica: Alteración de plagioclasas y minerales máficos a feldespato potásico y/o biotita.

Intercambio catiónico (cambio de base) con la adición de K: No implica hidrólisis → ocurre en condiciones de pH neutro o alcalino a altas temperaturas: ***Alteración Tardimagmática*** y se presenta en la porción central o núcleo de zonas alteradas ligadas al emplazamiento de plutones intrusivos.

Alteración Potásica



Alteración Potásica

- Producto de intercambio catiónico de K^+
- Ej: Reemplazo de Ca^{2+} y Na^+ por K^+ en solución, en la superficie de minerales.
- Temperatura:
 - 400-800 °C: Selectiva y penetrativa
 - 350-400 °C: Biotita en vetillas
 - 300-350 °C: Feld-K en vetillas
- Mineralización en vetillas sugiere $T < 400^{\circ}C$

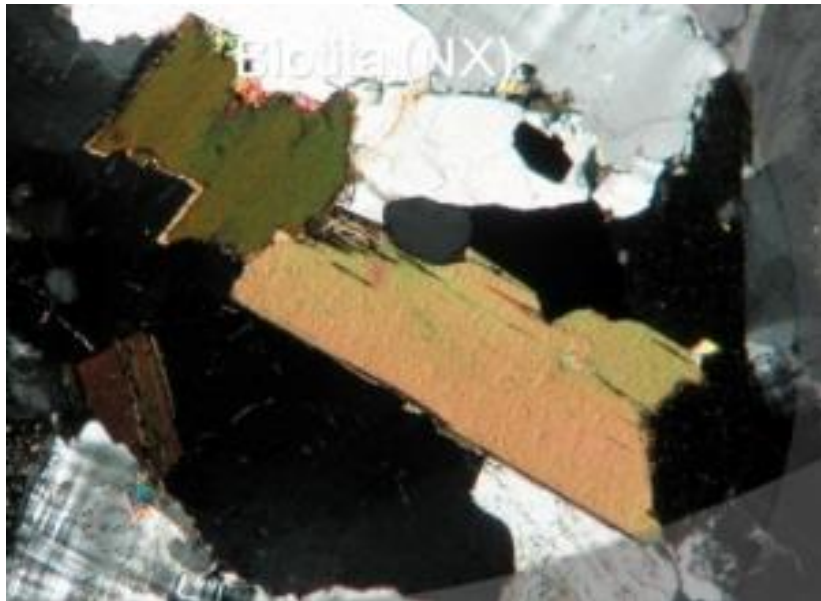
Alteración Potásica

Alteración Potásica-Biotítica (rica en Bt)	Generalmente se encuentra en el núcleo de pórfidos , particularmente de aquellos relacionados a intrusiones Máficas, rocas volcánicas a volcanoclásticas máficas a intermedias.
Minerales Característicos	Biotita, Feldespato potásico, Magnetita.
Minerales Asociados	Cuarzo, Pirita, Anhidrita, Actinolita, Sericita, Clorita, Epidota.
Alteración Potásica	En el núcleo de pórfidos , asociada a intrusiones félsicas.
Minerales Característicos	Feldespato potásico
Minerales Asociados	Cuarzo, Albita, Moscovita, Anhidrita, Epidota.



Alteración Potásica

- Mineralogía:
 - Feld-K y/o biotita
 - ± cuarzo, sericita, clorita
 - Magnetita/hematita y anhidrita
- Temperatura: Alta, 400-600°C
- Condiciones de pH: neutro a alcalino
- Selectiva, a veces pervasiva



[Biotita-microscopio](#)



[Biotita-más-información](#)

Biotita

Alteración Potásica

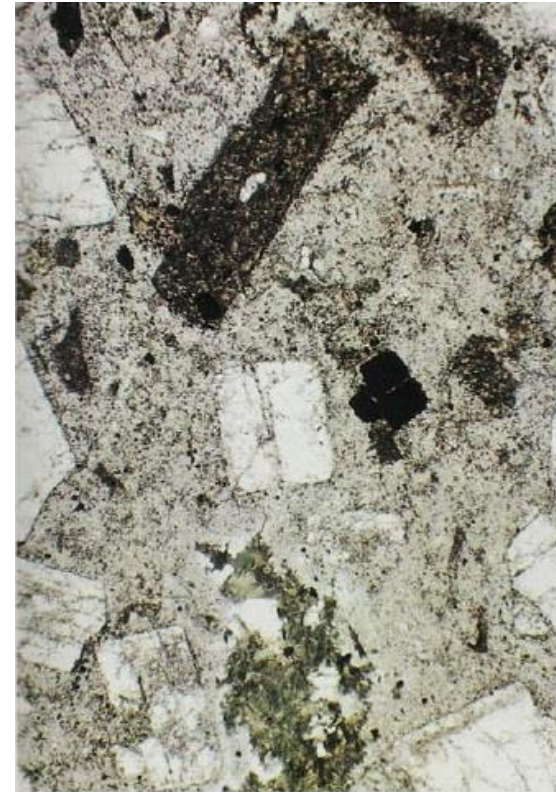
- **Color:** Tonos marrones.
- **C.I:** Hasta 2º orden o enmascarados.
- **Pleocroísmo:** Intenso (verde a marrón).
- **Hábito:** Típicamente anhedral, en vetillas, reemplazando e intercrecida con agregados de grano pequeño.
- **Otros:** Pervasiva, selectivamente pervasiva y controlada por vetillas. Comúnmente reemplaza minerales ferromagnesianos.



(HS) Bt a lo largo de veta de qz + feldK-moli-cpy-py. FOV = 10 cm



(TS) Bt de la muestra de mano anterior. FOV = 3 mm



(TS) Bt reemplazando matriz y bt ígnea recristalizando. FOV = 3 mm



(TS) Bt de grano fino reemplazando fenocristales de hornblenda. FOV = 1,5 mm

Biotita

Alteración Potásica

*Imágenes extraídas de "Atlas of Alteration: A field and petrographic guide to hydrothermal alteration minerals"



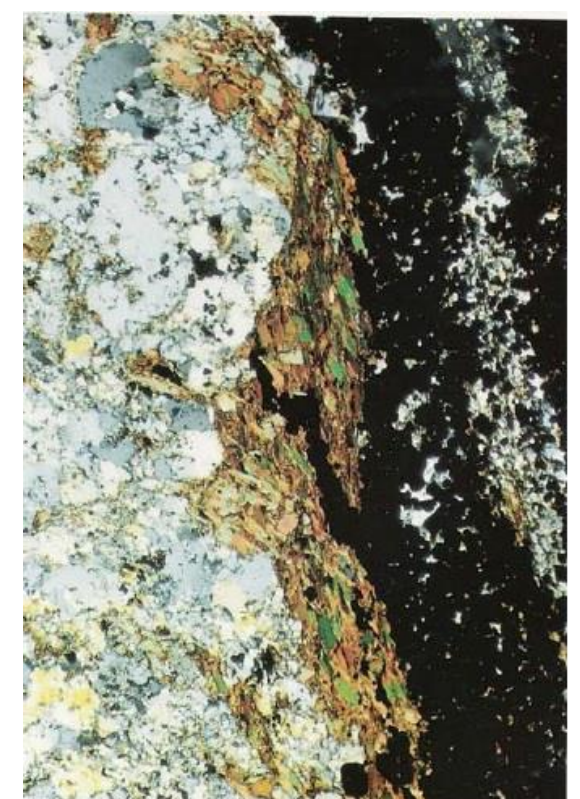
(HS) Bt alrededor de veta de cl-ch-act-py. FOV = 7 cm*



(DC) Bt alrededor de vetilla de pirita. FOV = 10 mm*



(TS) Bt reemplazando clpx en diorita. FOV = 1,3 mm*

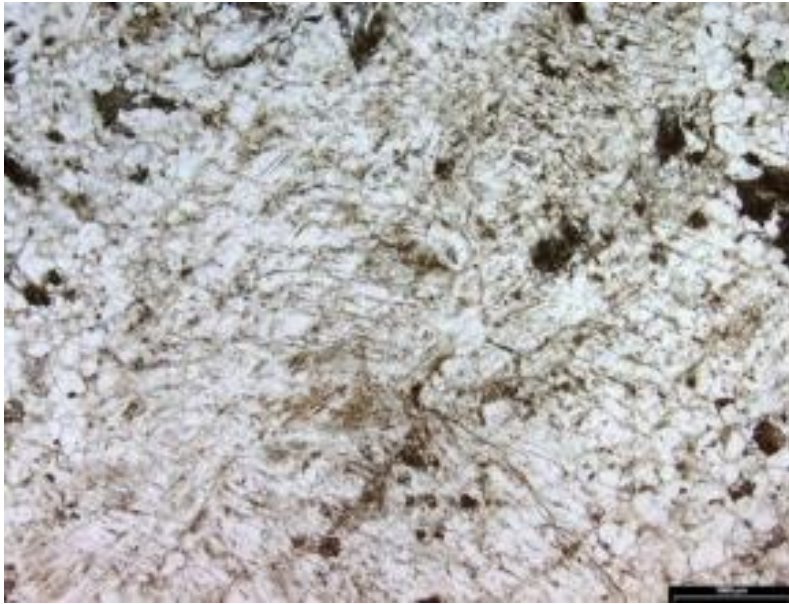


(TS) Bt en una veta de py-qz. FOV = 1,3 mm*

Biotita

Alteración Potásica

*Imágenes extraídas de "Atlas of Alteration: A field and petrographic guide to hydrothermal alteration minerals"



 [Feld-K-microscopio](#)

 [Feld-K-más-información](#)

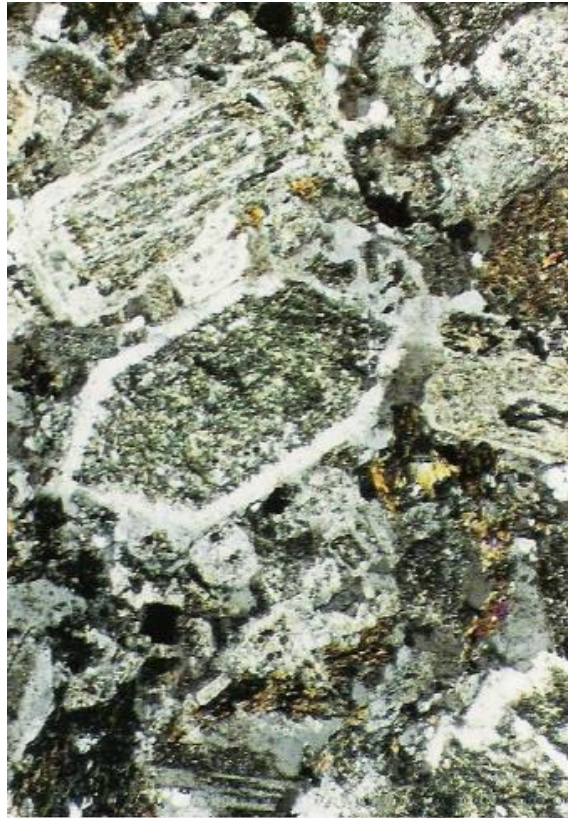
Feld-K

Alteración Potásica

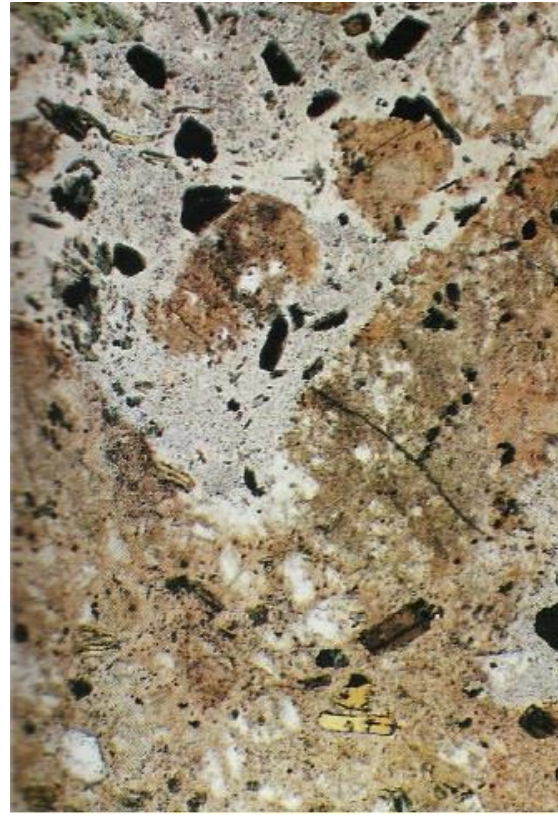
- **Color:** Incoloro
- **C.I:** 1º orden
- **Hábito:** Prismático anhedral o subhedral
- **Otros:** Aspecto nuboso o sucio



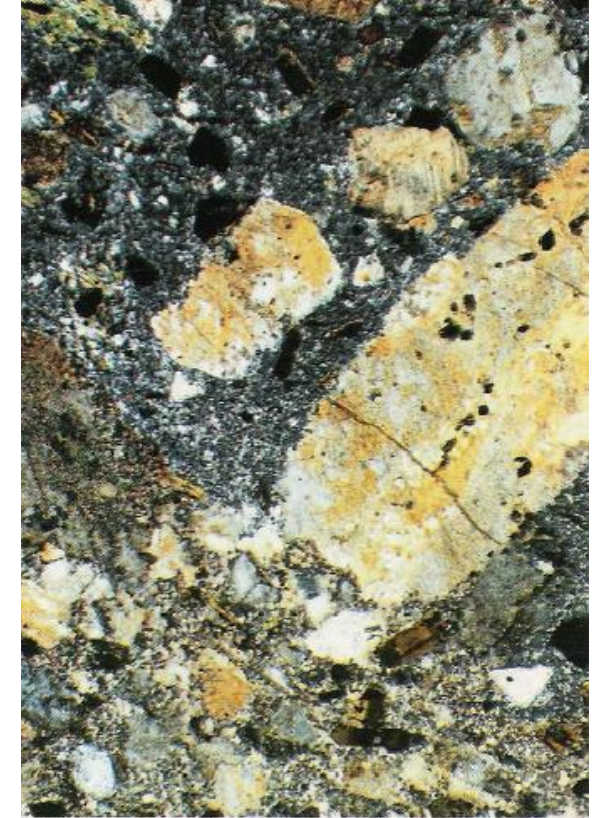
(HS) Diorita alterada por feld-K. (Arriba muestra sin teñir y abajo teñida)
FOV = 13 cm*



(TS-XPL) Fenocristales de plg ígnea con bordes de feld-K secundario. También bt secundaria y plg → ser
FOV = 3 mm*



(TS-PPL) Área marrón: frente de alteración de feld-K. FOV = 3 mm*

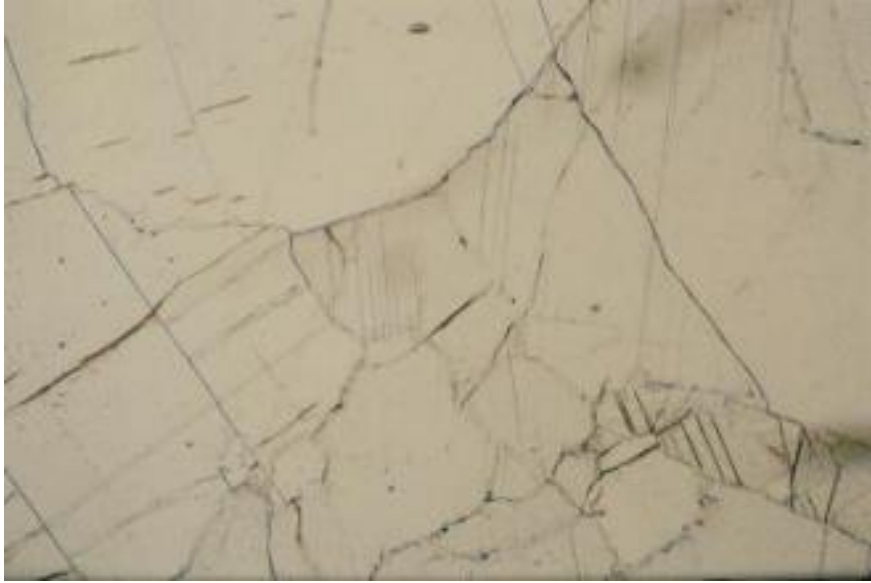


(TS-XPL) Imagen anterior en NX. Notar plg siendo alterados con feld-K
FOV = 3 mm*

Feld – K

Alteración Potásica

*Imágenes extraídas de “Atlas of Alteration: A field and petrographic guide to hydrothermal alteration minerals”



[Anhidrita-microscopio](#)

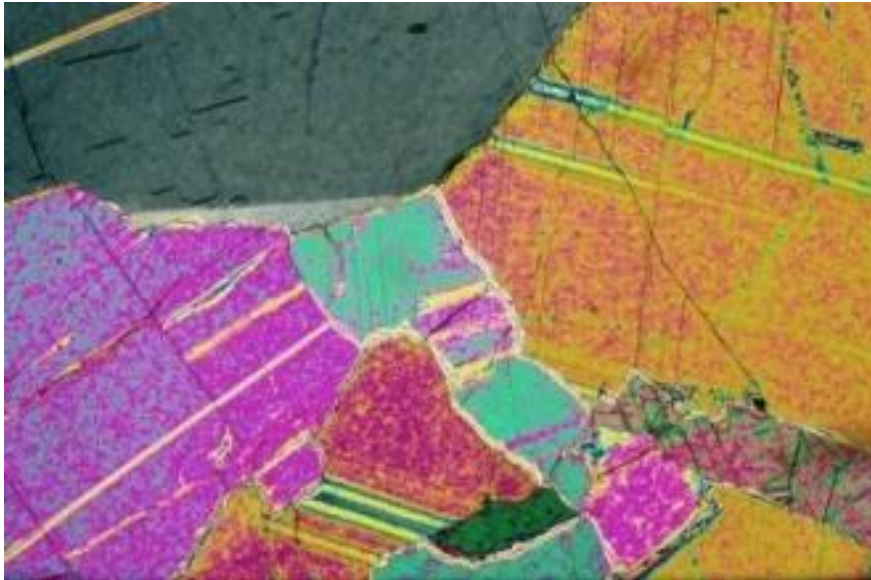


[Anhidrita-más-información](#)

Anhidrita

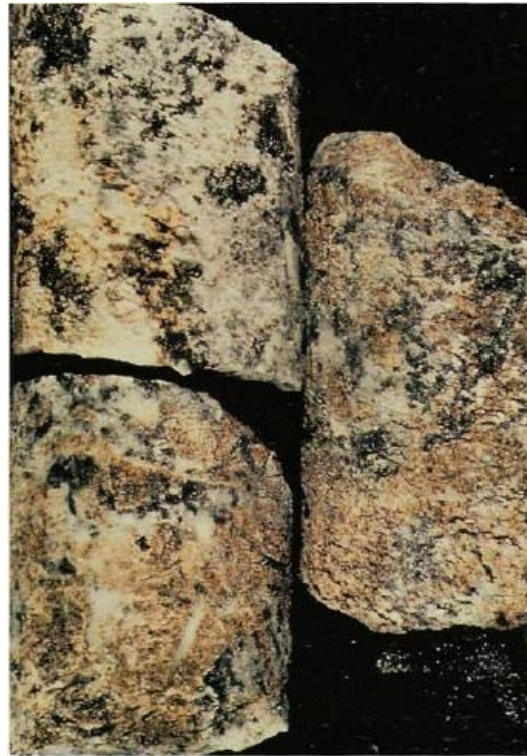
Alteración Potásica

- **Color:** incoloro a pálido (en tonos azul, rosado o marrón)
- **Relieve:** Moderado
- **Extinción:** Recta
- **C.I:** Hasta 3er orden
- **Otros:** Clivaje perfecto. Rellenando vetillas o cavidades en agregados de grano fino.





(DC) Vetas de anhidrita en monzonita alterada a bt y feld-K. *



(DC) Relleno de anhidrita en cavidades y vetillas entre granate y bt.
FOV = 14 cm*



(TS-XPL) Anhidrita relleno de espacio entre granates. FOV = 1, 25 mm*



Anhidrita

*Imagen extraída de "Atlas of Alteration: A field and petrographic guide to hydrothermal alteration minerals"



[Yeso-microscopio](#)

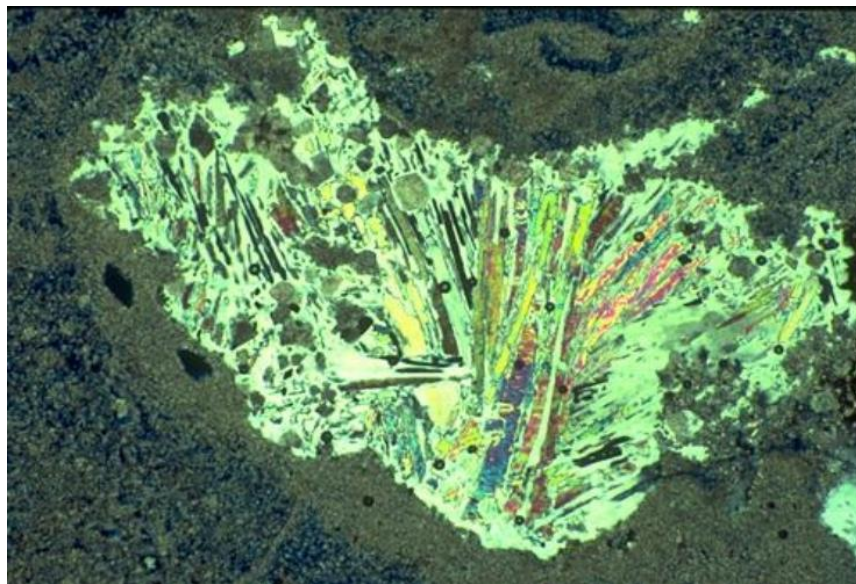
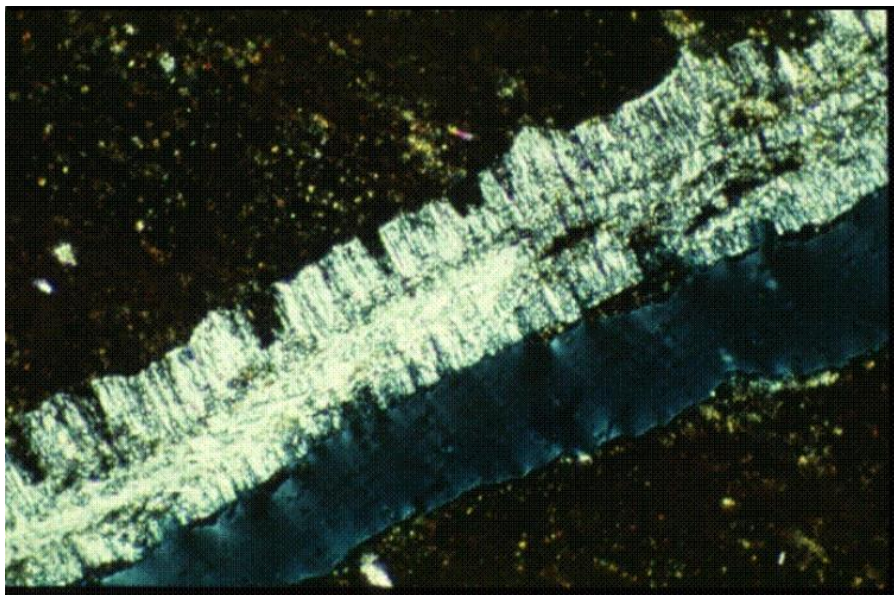


[Yeso-más-información](#)

Yeso

Alteración Potásica

- **Color:** incoloro
- **Extinción:** Oblicua
- **C.I:** Hasta 1er orden
- **Hábito:** Rellenando vetillas, como reemplazo por hidratación de anhidrita.



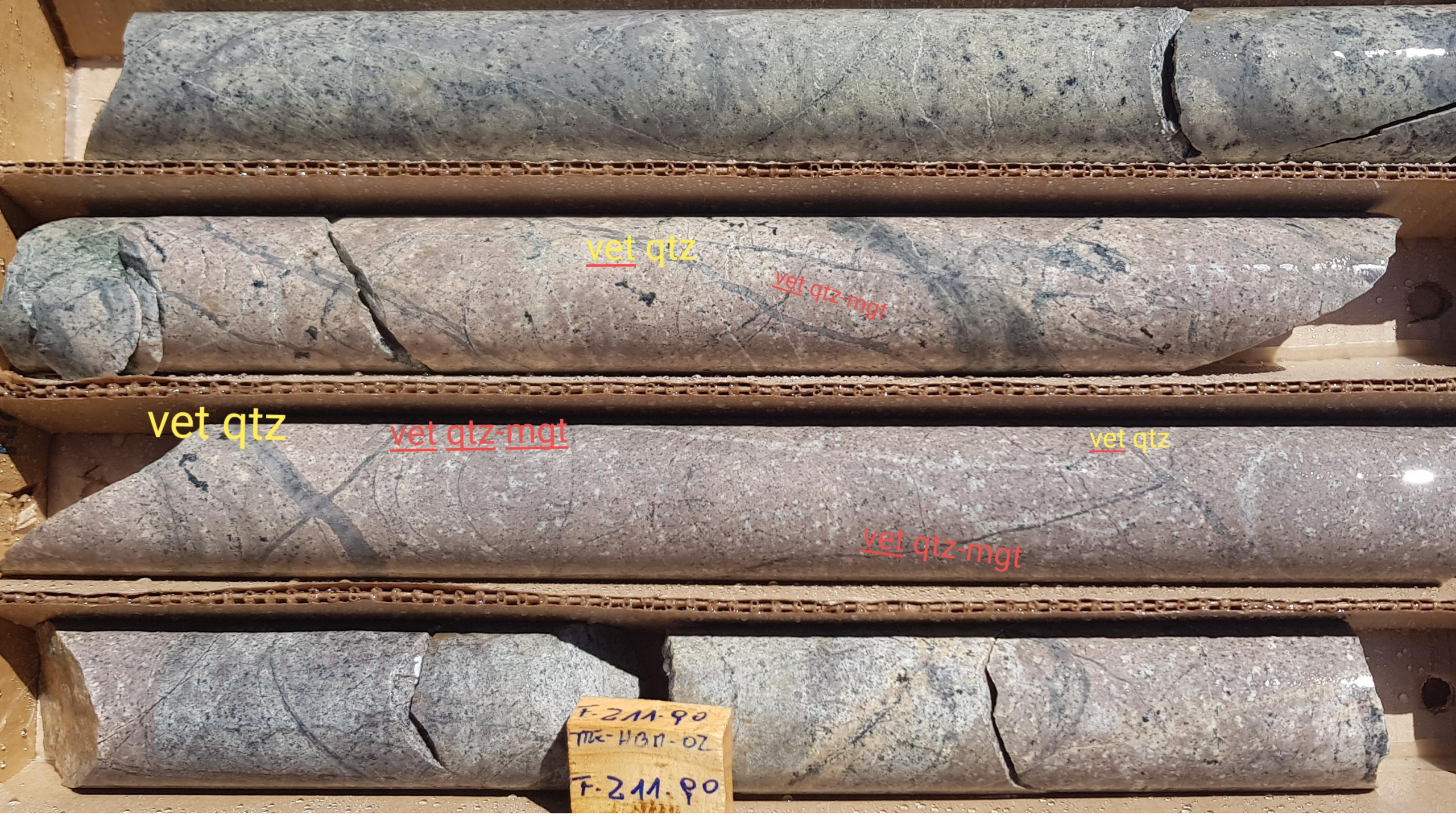
Yeso

(TS- XPL) Vetas de yeso en roca alterada con feld-K y apatito primario centro de la foto)
FOV = 3 mm.*

*Imágenes extraídas de “Atlas of Alteration: A field and petrographic guide to hydrothermal alteration minerals”

Alteración Potásica

Biotita	$K(Mg,Fe^{2+})_3(Al,Fe^{3+})Si_3O_{10}(OH,F)_2$	
Características	Micácea, negra-café , puede crecer asociada a vetas y generalmente cuando es secundaria no presenta un hábito bien desarrollado.	
	Feldespato Potásico	$KAlSi_3O_8$
	Características	Blanco, rosado o rojo. Dureza: 6-6,5, Raya: blanca. Ocurre de manera pervasiva, selectiva o en vetas.
Magnetita	Fe_3O_4	
Características	Negra, generalmente ocurre en vetas o pervasiva. Presenta un fuerte magnetismo y su raya es negra.	



vet qtz

vet qtz-mgt

vet qtz

vet qtz-mgt

vet qtz

vet qtz-mgt

F-211-90
Tbx-H311-02
F-211-90



The background of the image is a close-up photograph of a forest floor. It is covered with a thick layer of fallen leaves in various shades of brown, orange, and green. A large, dark, irregular shadow is cast across the center of the image, partially obscuring the leaves. The text "Alteración Potásica" is overlaid in white, bold, sans-serif font across the middle of the image.

Alteración Potásica

Próxima Clase

Alteración Propilítica

- Clorita
- Epidota
- Albita
- Calcita
- Actinolita
- Cuarzo

Corbett y Leach,
1998. SEG Special
Publication N° 6

