



Geología
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Alteración Hidrotermal: Conceptos generales

Laboratorio: Introducción a Yacimientos Minerales

2 de Noviembre de 2011

¿Qué es una Alteración Hidrotermal?

- Término general que incluye la **respuesta mineralógica, textural y química de las rocas a un cambio ambiental**, en térmicos químicos y termales, **debido a la presencia de agua caliente, vapor o gas** (fluidos hidrotermales).
- **Fluido Hidrotermal:** fluido a altas temperaturas con distintos rangos de pH, capaz de transportar metales y otros compuestos en solución a su lugar de deposición, alterando la roca caja a su paso.
- Origen: magmático, meteórico, metamórfico, oceánico, sedimentario. Fuente más importante '**Segunda Ebullición**' (producto de exsolución de agua durante enfriamiento adiabático).

Factores que controlan la Alteración Hidrotermal

- **Temperatura:** a mayor T, mayor Alteración.
- **pH del fluido:** a pH más ácido, mayor Alteración.
- Permeabilidad de la roca.
- Duración interacción Agua/Roca.
- Volumen del fluido hidrotermal.
- Composición de la roca.
- **Presión:** de manera indirecta al controlar la profundidad de la ebullición, fracturamiento hidráulico, etc.

Procesos debidos a la Alteración Hidrotermal

- **Deposición directa:** minerales se depositan directamente a partir de soluciones hidrotermales. Para poder hacerlo, la roca debe tener conductos para que el fluido pueda moverse dentro de ella (ej: permeabilidad debido a fracturamiento).
- **Reemplazo:** Muchos minerales de las rocas son inestables en un ambiente hidrotermal y estos tienden a ser reemplazados por nuevos minerales que son estables o al menos metaestables en las nuevas condiciones ambientales.
- **Lixiviación:** Algunos de los componentes químicos de las rocas son extraídos por los fluidos hidrotermales, particularmente cationes metálicos, de modo que la roca es deprimida en dichos componentes o lixiviada.

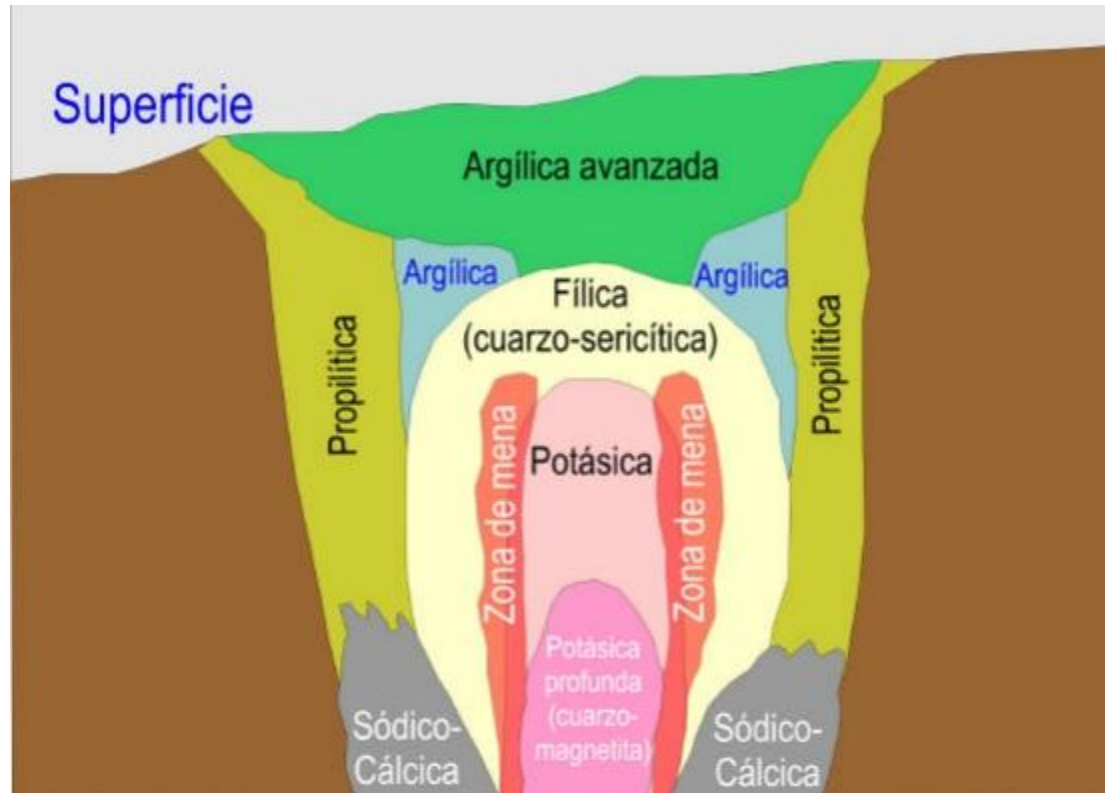
Características de la Alteración

- **Intensidad:** % de roca que ha sido alterada, corresponde al grado de alteración.
 - **Débil o poco pervasiva:** si sólo afecta a pocos minerales de la roca.
 - **Pervasiva:** alteración afecta gran parte de la roca.
 - **Selectiva:** alteración sólo afecta un grupo de minerales en particular.

Características de la Alteración

- **Zonación:** **distribución espacial** de los minerales, tanto de forma vertical como horizontal, determinada por las condiciones termodinámicas de estabilidad de los minerales, ej., por gradiente de temperatura.
- Corresponde a cualquier **patrón regular**, en la distribución de los minerales. Ej., Modelo de Lowell y Gilbert de zonación de un pórfido cuprífero.

Características de la Alteración



Distribución de 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 filíca (cuarzo-sericítica), alteración argílica intermedia local en torno a zona filíca, halo externo de alteración propilítica, alteración sódico-cálcica profunda (Carten, 1986; Dilles & Einaudi, 1992) y cubierta de alteración argílica avanzada.

Tipos de Alteraciones Hidrotermales

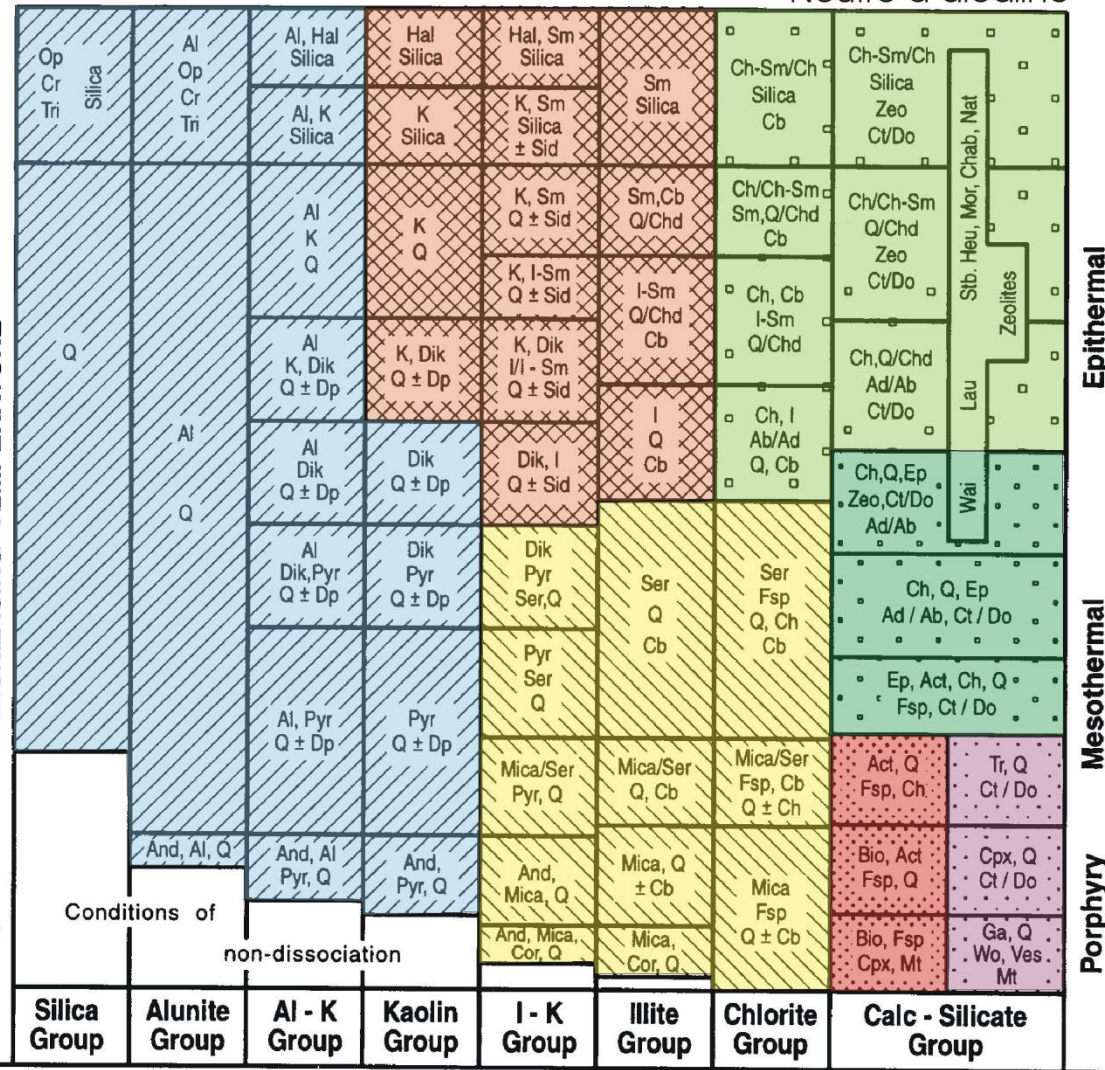
- Las Alteraciones Hidrotermales se clasifican en base a las **asociaciones de minerales de alteración** presentes en la roca.
- Asociaciones reflejarán las condiciones de estabilidad de los minerales:
 - Condiciones de P y T.
 - pH del fluido hidrotermal.
 - Mineralogía de la roca original.
- **Obs:** una misma roca puede estar afectada por UNO o MÁS EVENTOS de alteración hidrotermal.

Fluido ácido

INCREASING pH

Neutro a alcalino

INCREASING TEMPERATURE



- Potassic
- Skarn
- Phyllic
- Propylitic
- Argillic
- Outer / Sub Propylitic
- Advanced Argillic

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 - chalcedony; 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

Tabla de Alteraciones de Corbett & Leach (1998)

Townley B., 2006, Apunte Hidrotermalismo y Yacimientos minerales, p. 9 (Tomado de Corbett & Leach, 1998)

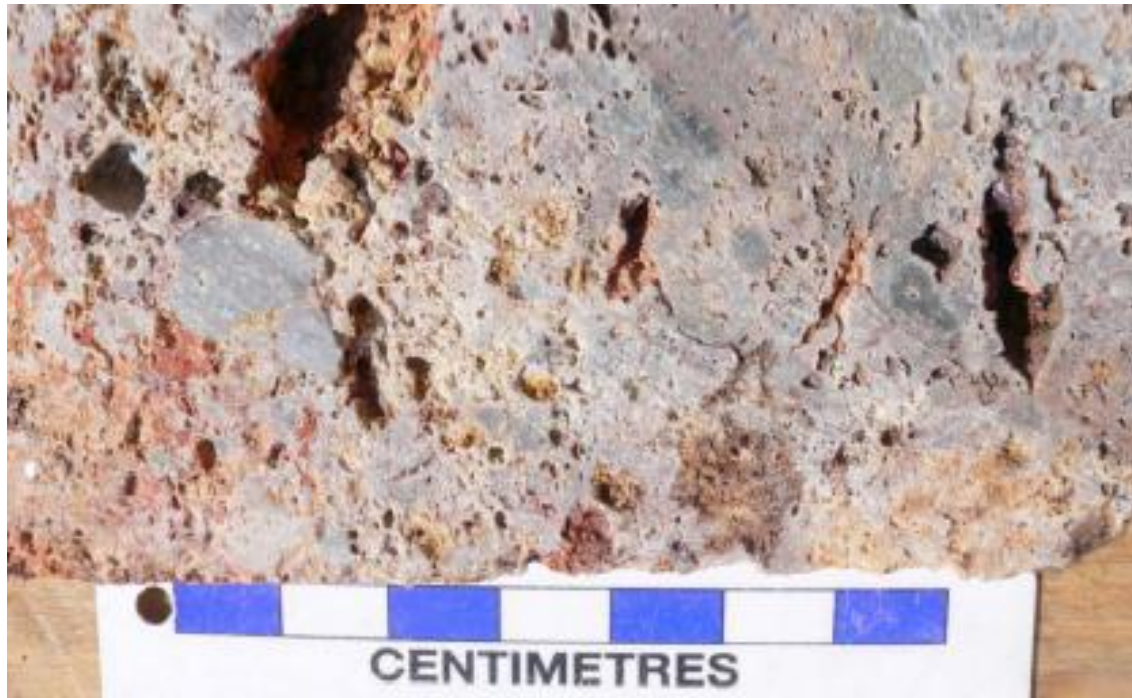
Términos importantes

- Textura **OBLITERADA**: cuando no se puede reconocer la textura original de la roca (es imposible determinar la litología).



Términos importantes

- **Boxwork:** la roca presenta cavidades causadas por un alto grado de alteración.



Términos importantes

- **Stockwork:** enrejado de vetillas.



Términos importantes

- **Stockwork:** enrejado de vetillas.



Referencias

- Townley B., 2006, Apunte Hidrotermalismo y Yacimientos minerales, p. 9.
- Maksaev V., 2001, Apuntes de Metalogénesis:
<http://www.cec.uchile.cl/~vmaksaev/metalogenesis.html>