



Departamento de Ciencias Geológicas
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA

**ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS PRODUCTOS DE ALTERACIÓN
HIDROTHERMAL Y SU APLICACIÓN EN EL ESTUDIO DE YACIMIENTOS**

Carrera: Licenciatura en Ciencias Geológicas

Carácter: Optativa

Cuatrimestre/Bimestre: 1^{er} bimestre

Frecuencia de dictado: Cada dos años

Profesora

Nora Rubinstein (narubinstein@gmail.com)



Universidad de Buenos Aires - Facultad de Ciencias Exactas y Naturales -
Departamento de Ciencias Geológicas
Int. Güiraldes 2620 - Ciudad Universitaria - Pab. II, 1º Piso - CPA: 1428EHA,
Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
☎: (011) 5285-8248/9 - ✉: geologia@gl.fcen.uba.ar -
<http://www.gl.fcen.uba.ar/>



PROGRAMA ANALITICO

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS PRODUCTOS DE ALTERACIÓN HIDROTHERMAL

Objetivos:

- Reconocimiento de los minerales de alteración hidrotermal a través de técnicas ópticas y técnicas analíticas complementarias.
- Determinación de las asociaciones de alteración hidrotermal y su aplicación en el estudio de yacimientos.

Programa analítico

1. Concepto de alteración. Diferentes procesos que producen alteración. Ejemplos. Las alteraciones hidrotermales. Escalas de estudio. Controles de los productos de alteración hidrotermal. Productos y asociaciones de alteración. Diagramas termodinámicos.

Trabajo práctico: Reconocimiento de procesos de alteración de diferente origen a través de la aplicación de diferentes herramientas de análisis.

2. Estudio de las alteraciones hidrotermales. Imágenes satelitales. Mapeo y muestreo. Trabajos de laboratorio. Estudios petrográficos. Técnicas analíticas complementarias para reconocimiento mineral (análisis químicos, análisis químico-estructurales, análisis microquímicos).

Trabajo práctico: Técnicas analíticas complementarias aplicadas al estudio de alteraciones hidrotermales.

3. Estudio petrográfico de las alteraciones hidrotermales

Trabajo práctico: Reconocimiento de diferentes asociaciones de alteración

Trabajo práctico: Metodología de la descripción petrográfica.

4. Cambios químicos involucrados en los procesos de alteración. Comportamiento de los diferentes elementos bajo diferentes condiciones fisicoquímicas. Significado de los análisis químicos en rocas alteradas. Cuantificación de los procesos de alteración hidrotermal. Interpretación de los análisis químicos.

Trabajo práctico Utilización de diagramas ISOCON

5. Caracterización de los fluidos hidrotermales. Estudio e interpretación de inclusiones fluidas. Estudios isotópicos.

Trabajo práctico: Práctica con platina de enfriamiento-calentamiento.

Trabajo práctico: Análisis isotópicos aplicados al estudio de yacimientos minerales (elaboración de un programa de análisis isotópicos para un yacimiento).

6. Distribución de las asociaciones de alteración hidrotermal en depósitos de diferente origen (pórfitos, epitermales, greisen, SEDEX-VMS, IOCG, skarns). Interpretación de la información y su aplicación en la construcción de modelos genéticos de yacimientos.

Trabajo práctico: Reconocimiento de asociaciones de alteración en muestras de yacimientos de diferente génesis.

Trabajo práctico: Estudio de las alteraciones hidrotermales aplicado al análisis genético de yacimientos

Bibliografía de consulta

- Alt, J.C., 1999. Hydrothermal alteration and mineralization of oceanic crust. In Volcanic associated masive sulfide deposits: Processes and examples in modern and ancient settings, Reviews in Economic Geology Vol. 8, C.T Barrie & M.D. Hannington Ed.
- Anderson, G. M., 1998. The thermodynamics of hydrothermal systems. In Techniques in hydrothermal ore deposits geology, Reviews in Economic Geology Vol. 10, Richards, J. & Larson, P. Ed., 256 p.
- Barnes, L.H., 1997. Geochemistry of hydrothermal ore deposits. John Willey and Sons.
- Blanchard, R., 1968. Interpretation of leached outcrops. Nevada Bureau of Mines, Bull. 66, 196 p.
- Campbell, A. R. y Larson, P. B., 1998. Introduction to stable isotope applications in Hydrothermal systems. In Techniques in hydrothermal ore deposits geology, Reviews in Economic Geology Vol. 10, Richards, J. & Larson, P. Ed., 256 p.
- Cathelineau, M., 1988. Cation site occupancy in chlorites and illites as a function of temperature, Clay minerals 23: 471-485.
- Chavez, W. X., 2000. Supergene oxidation of Copper deposits: Zoning and distribution of copper oxide minerals. Society of Economic Geologist Newsletter N° 41.
- Corbett, G., 2002. Epithermal gold for explorationists. AIG Journal: 1-26.
- Cooke, D.R., Agnew, P., Hollings, P., Baker, M., Chang, Z., Wilkinson, J.J., White, N.C., Zhang, L., Thompson, J., Gemmell, J.B., Fox, N., Chen, H., Wilkinson, C.C., 2017. Porphyry Indicator Minerals (PIMS) and Porphyry Vectoring and Fertility Tools (PVFTS) – Indicators of Mineralization Styles and Records of Hypogene Geochemical Dispersion Halos. Proceedings of Exploration 17: Sixth Decennial International Conference on Mineral Exploration, 457-470.
- Cooke, D.R., Hollings, P., Wilkinson, J.J. y Tosdal, R.M., 2014. Geochemistry of Porphyry Deposits. En Treatise on Geochemistry, 357-381.
- De Caritat, P., Hutcheon, L y Walshe, J. L., 1993. Chlorite geothermometry: A review. Clays and clay minerals 41 (2): 219-239.
- Dilles, J. y Einaudi, M., 1992. Wall-Rock alteration and Hydrothermal flow paths about the Ann-Mason Porphyry Copper Deposit, Nevada - A 6-Km in vertical reconstruction. Economic Geology 87: 1963 – 2001.
- Di Tommaso, I. y Rubinstein, N., 2007. Hydrothermal alteration mapping using STER data in the Infiernillo porphyry deposit, Argentina. Ore Geology Review 32: 275-290.
- Dong, G., Morrison, G. y Jaireth, S., 1995. Quartz textures in epithermal veins, Queensland – Clasiffication, origin and implications. Economic Geology, 90 (6): 1841-1856.
- Dong, G. y Morrison; G. W., 1995. Adularia in epithermal veins, Queensland: morphology, structural state and origin. Mineraliumdeposita 30: 11 -19.
- Einaudi, M.T., Hedenquist, J.W., y Inan, E., 2003. Sulfidation state of hydrothermal fluids: The porphyry-epithermal transition and beyond, in Simmons, S.F, and Graham, I.J., eds., Volcanic, geothermal and ore-forming fluids: Rulers and witnesses of processes within the Earth: Society of Economic Geologists and Geochemical Society, Special Publication 10, Chapter 15, p. 285-313.
- Emsbo, P., 2009. Geologic criteria for the assessment of sedimentary exhalative (Sedex) Zn-Pb-Ag deposits. Open-File Report 2009–1209, 25 pp. U.S. Geological Survey.
- Fulignati, P., 2020. Clay Minerals in Hydrothermal Systems. Minerals 10, 919; doi:10.3390/min10100919 www.mdpi.com/journal/minerals
- Grant, J.A., 1986. The isocon diagrams-A simple solution to Gresen's equation for metasomatic alteration. Economic Geology 81: 1976-1982.
- Hoefs, J., 2009. Stable Isotope Geochemistry. Springer, 293 p.
- Jebrak, M., 1997. Hidrotermal breccias in vein – type ore deposits: A review of mechanism, morphology and size distribution. Ore Geology Review 12:111 – 134.
- Litvak, V. y Godeas, M., 2003. Espectrometría de Reflectancia: Metodología y Aplicaciones. Revista de la Asociación Argentina de Geólogos Economistas 13: 42-48.
- Mathieu, L., 2018. Quantifying Hydrothermal Alteration: A Review of Methods Geosciences

- 8(7), 245. <https://doi.org/10.3390/geosciences8070245>
- Meinert, L. 2009. Skarns and skarn deposits. <http://www.science.smith.edu/geosciences/skarn>
- Pirajno, F. 2009. Hydrothermal mineral deposits. Principles and fundamental concepts for the exploration Geologist. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, 709 p.
- Richards, J. y Noble, S., 1998. Application of radiogenic isotope systems to the timing and origin of hydrothermal processes. In Techniques in hydrothermal ore deposits geology, Reviews in Economic Geology Vol. 10, Richards, J. & Larson, P. Ed., 256 p.
- Rowan, L., Hook, S., Abrams, M y Mars, J., 2003. Mapping hydrothermally altered rocks at Cuprite, Nevada, Using the advance spaceborne thermal emission and reflection radiometer (Aster), a new satellite-Imaging system. Economic Geology 98: 1019-1027.
- Rye, R.O. y Ohmoto, H., 1974. Sulfur and carbon isotopes and Ore Genesis: A Review. Economic Geology 69: 826-842.
- Shanks, W.C. Pat, III, and Thurston, Roland, eds., 2012, Volcanogenic massive sulfide occurrence model: U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2010–5070–C, 345 p. Tornos, F., 1997. A numerical approach for the formation of chlorite and sulphide – bearing greisen: A study based on the Navalcubilla system (Spanish Central System). Mineralogical Magazine 61: 639 - 654.
- Shephard, T., Rankin, A. y Alderton, D., 1985. A practical guide to fluid inclusion studies. Blackie, Glasgow – London, 238 pp.
- Sillitoe, R., 2003. Iron oxide-copper-gold deposits: an Andean view. Mineralium Deposita 38: 787-812.
- Sillitoe, R., 2010. Porphyry Copper Systems. Economic Geology 105: 3–41.
- Sillitoe, R., y Hedenquist, J., 2003. Linkages between volcanotectonic settings, ore-fluid compositions, and epithermal precious-metal deposits. Society of Economic Geologists Special Publication 10: 315-343.
- Simmons, S. y Browne, P., 2000. Hydrothermal Minerals and Precious Metals in the Broadlands-Ohaaki Geothermal System: Implications for Understanding Low-Sulfidation Epithermal Environments. Economic Geology 95 (5): 991-999.
- Soechting, W., Rubinstein, N. y Godeas, M., 2008. Identification of ammonium-bearing minerals by shortwave infrared reflectance spectroscopy at the Esquel gold deposit, Argentina. Economic Geology 103: 865 -869.
- Ulrich, T. y Heinrich, C., 2001. Geology and alteration geochemistry of the porphyry Cu-Au deposit at Bajo de la Alumbrera, Argentina. Economic Geology 96: 1719-1742.
- Vry, V., Wilkinson, J., Seguel, J. y Millán, J., 2009. A new vein paragenesis for the El Teniente porphyry Cu-Mo deposit, Chile. 12° Congreso Geológico Chileno, trabajo S11_051. Santiago.
- Watanabe, Y. y Hedenquist, J. W., 2001. Mineralogic and Stable isotope zonation at the surface over the El Salvador Porphyry Copper Deposit, Chile. Economic Geology 96: 1775–1797.