

## Ciencias de la Tierra

### Temario de curso

Adscripción	
Programa de posgrado	Ciencias de la Tierra
Orientación	Geología
Fecha de registro en el DSE	Haga clic aquí para escribir una fecha.

Información del curso		
Nombre del curso		
<b>GEOQUÍMICA DE FLUIDOS GEOTÉRMICOS</b>		
Periodo lectivo	Tipo	
Cuatrimestre II-2017	Optativa	
Cursos previos		
Química, Geología		
Créditos	Horas de teoría	Horas de laboratorio
6	48	0
Elaborado por		
Loïc Peiffer		
Aprobado en reunión de Consejo de Programa de Posgrado (CPP)		
17/11/2016		

[Click here to enter a date.](#)

Objetivos generales
<p>La asignatura provee conocimientos teóricos y prácticos sobre la geoquímica de fluidos geotérmicos para la exploración, caracterización y explotación de recursos geotérmicos. Asimismo se proporcionarán conocimientos de nivel básico a avanzado para que el alumno pueda:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) Identificar el origen de los fluidos geotérmicos.</li> <li>(2) Cuantificar los mecanismos físico-químicos que controlan su composición química e isotópica.</li> <li>(3) Inferir las condiciones térmicas e hidráulicas así como el potencial geotérmico de un reservorio geotérmico.</li> <li>(4) Identificar las técnicas de muestreo y mediciones más adecuadas dependiendo del tipo de sistema geotérmico.</li> <li>(5) Evaluar qué tipo de metodología analítica aplicar dependiendo del tipo de fluido y elementos a medir.</li> </ol>

## Ciencias de la Tierra

### Contenido temático

#### 1. Unidad 1: Introducción

- 1.1. Tipos de sistemas geotérmicos y modelos conceptuales
- 1.2. Manifestaciones superficiales y pozos
- 1.3. Procesos de interacción agua-gas-roca
- 1.4. Mecanismos de transporte y regímenes térmicos
- 1.5. Objetivos de los estudios de geoquímica de fluidos

#### 2. Unidad 2: Geoquímica de aguas

- 2.1. Evolución temporal y espacial de la composición química
- 2.2. Procesos físico-químicos controlando la composición química
  - 2.2.1. Equilibrio químico y cinética
  - 2.2.2. Separación de fases
  - 2.2.3. Mezcla y dilución
  - 2.2.4. Enfriamiento conductivo
- 2.3. Reconstitución de la composición química del fluido del reservorio
  - 2.3.1. Ecuaciones de balance
  - 2.3.2. Modelos de mezcla
  - 2.3.3. Índices de saturación
  - 2.3.4. Conceptos básicos de la modelación geoquímica
- 2.4. Isótopos y fraccionamiento
- 2.5. Elementos trazas y tierras raras
- 2.6. Geotermómetros de solutos
  - 2.6.1. Geotermometría clásica
  - 2.6.2. Geotermometría multicomponente
- 2.7. Actividades de investigación

#### 3. Unidad 3: Geoquímica de gases

- 3.1. Origen de los gases
- 3.2. Composición química e isotópica
- 3.3. Solubilidad de los gases en la fase líquida
- 3.4. Mecanismos de separación de fase
- 3.5. Geotermómetros de gas

#### 4. Unidad 4: Muestreo y mediciones en el campo

- 4.1. Muestreo de aguas, gases y condensados
- 4.2. Mediciones de parámetros físico-químicos
- 4.3. Alcalinidad y método de Gran
- 4.4. Mediciones de caudales
- 4.5. Flujos de gas en suelo

#### 5. Unidad 5: Métodos de análisis químico e isotópico

- 5.1. Cromatografía de líquidos y gases
- 5.2. Espectrometría de Masas (MS) y de Emisión óptica (OES), con Plasma acoplado por inducción (ICP)
- 5.3. Espectrometría de absorción atómica (AAS)
- 5.4. Métodos colorimétricos y de titulación volumétrica

## Ciencias de la Tierra

5.5. Evaluación de la calidad de los datos

### 6. Unidad 6: Estudios de casos

6.1. Caracterización y evaluación del potencial geotérmico del volcán El Chichón

6.2. Condiciones térmicas e hidráulicas de sistema geotérmico de Acoculco

6.3. Actividades de investigación

### CrITERIOS y mecanismos de evaluación

Exámenes parciales y trabajos de investigación.

### Comentarios

En caso de contar con recursos, se podría planear una salida al campo para muestrear fluidos.

### Referencias bibliográficas

Arnórsson, S., 2000. Isotopic and chemical techniques in geothermal exploration, development and use. International Atomic Energy Agency, 362 pp.

David, M., 1977. Geostatistical Ore Reserve Estimation. Elsevier Sci, Amsterdam, Netherlands, 364 pp.

Giggenbach, W.F., 1980. Geothermal gas equilibria. Geochim. Cosmochim. Acta 44, 2021-2032.

Giggenbach, W.F., 1988. Geothermal solute equilibria: Derivation of Na-K-Mg-Ca geothermometers. Geochim. Cosmochim. Acta 52, 2749-2765.

Giggenbach, W.F., 1991. Chemical techniques in geothermal exploration. Applications of geochemistry in geothermal reservoir development. Series of technical guides on the use of geothermal energy, by Franco D'Amore, 119-142.

Giggenbach, W.F., Stewart, M.K., 1982. Processes controlling the isotopic composition of steam and water discharges from steam vents and steam-heated pools in geothermal area. Geothermics 11, 71-80

Henley, R. W., Ellis, A. J., 1983. Geothermal systems ancient and modern: a geochemical review. Earth-science reviews, 19(1), 1-50.

Henley, R.W., Truesdell, AH., Barton, P.B., Whitney, J.A, 1984. Fluid-Mineral equilibria in hydrothermal systems. Reviews in Economic Geology. Vol. 1, ISBN 0-9613074-0-4, 267 pp.

Kühn. M., 2004. Reactive Flow Modeling of Hydrothermal Systems: Concepts, classification and chemistry of Geothermal systems. Kensington: Springer, 165 pp.

Nicholson, K. 1993. Geothermal fluids - Chemistry and exploration techniques. Springer-

## Ciencias de la Tierra

Verlag Berlin Heidelberg New York, ISBN 3-540-56017-3, 263 pp.

Poreda, R., Craig, H., 1989. Helium isotope ratios in circum-Pacific volcanic arcs. *Nature* 338, 473-478.

Spycher, N., Peiffer, L., Sonnenthal, E.L., Reed, M., 2014. Multicomponent solute geothermometry. *Geothermics* 51, 113–123

Wood, S.A., 2003. The geochemistry of rare earth elements and yttrium in geothermal waters. In: Simmons, S.F., Graham, I. (Eds.), *Volcanic, Geothermal, and Ore-Forming Fluids: Rulers and Witnesses of Processes within the Earth Society of Economic Geology Special Publication*, vol. 10, 133–158.