



CONSEJO SUPERIOR  
Universidad Nacional de La Pampa

*2016 - A 40 años del último  
Golpe de Estado en Argentina:  
por la memoria, la verdad y la justicia*

Corresponde Resolución **N° 294/2016**

**ANEXO  
PROGRAMA CURSO “HIDROQUÍMICA E HIDROGEOQUÍMICA”**

**Docente:** Dr. Eduardo E. MARIÑO

**Fecha de dictado:** 14 al 18 de noviembre de 2016

**Fundamentación**

La hidrogeoquímica, que atiende al flujo de agua como vehículo de transporte de las características físico-químicas, químicas e isotópicas, constituye una disciplina fundamental para el conocimiento de los ambientes hidrogeológicos, ya que la identificación y explicación de la distribución espacial y la variación temporal de la composición del agua pueden informar sobre los procesos naturales y/o las actividades antrópicas que influyen cualitativamente sobre un sistema hídrico. Dicho alcance hace que desempeñe un rol relevante en la comprensión de los problemas de calidad y contaminación del agua y también en la definición de algunas características hidrogeológicas (recarga, tiempos de residencia, sistemas de flujo, etc). Así, el conocimiento de aspectos hidrogeoquímicos básicos resulta de interés para distintas profesiones vinculadas, directa o indirectamente, a la temática hidrológica.

**Objetivo general**

Introducir a los participantes en la utilización de la interpretación hidrogeoquímica como herramienta de estudio de sistemas hídricos, tanto en condiciones naturales como modificados por actividades antrópicas.

**Objetivos específicos**

- Suministrar un marco conceptual básico sobre química de aguas.
- Brindar herramientas para el tratamiento de datos hidroquímicos.
- Discutir aspectos prácticos del procedimiento de muestreo de aguas.
- Orientar en la identificación de los principales procesos responsables de la evolución hidrogeoquímica.
- Vincular la calidad y contaminación de aguas con distintos escenarios naturales y antrópicos.

**Contenidos del curso**

**Módulo 1: Introducción**

Hidroquímica e hidrogeoquímica: conceptos y alcances. El ciclo del agua y el origen de su composición. Características físico-químicas del agua: sustancias disueltas (iones principales, menores y elementos traza), valores típicos en distintos ambientes. Conceptos de termodinámica. Especialización química.

**Módulo 2: Datos Hidroquímicos**



CONSEJO SUPERIOR

Universidad Nacional de La Pampa

*2016 - A 40 años del último  
Golpe de Estado en Argentina:  
por la memoria, la verdad y la justicia*

Corresponde Resolución **N° 294/2016**

Representatividad de las muestras: redes y procedimientos de muestreo. Determinación de parámetros "in situ". Análisis químico: expresión de la concentración y pruebas de consistencia.

Tratamiento de datos hidroquímicos: análisis gráfico y estadístico (mapas, diagramas y relaciones iónicas más usuales).

### **Módulo 3: Interpretación Hidrogeoquímica**

Equilibrio químico y estado de saturación. Principales procesos de interacción agua-roca: disolución precipitación mineral, sistema carbonatado, hidrólisis de silicatos, intercambio catiónico, reacciones redox. Evolución hidrogeoquímica y su relación con el flujo subterráneo. Introducción a los modelos hidrogeoquímicos inversos.

### **Módulo 4: Calidad y Contaminación de Aguas.**

Criterios y normas de calidad del agua para distintos usos: parámetros físico-químicos y bacteriológicos, niveles guía. Modos de contaminación de las aguas superficiales y subterráneas.

Actividad antrópica y fuentes de contaminación: principales contaminantes de origen urbano, rural e industrial. Caracterización hidrogeoquímica de distintos escenarios naturales y antrópicos. Estudio de casos.

### **Bibliografía básica**

- APPELO, C. y D. POSTMA, 2005. *Geochemistry, Groundwater and Pollution*. 2ª ed. Taylor & Francis, Londres, 668 p.
- AUGÉ, M., 2004. *Hidrogeología Ambiental I y II*. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales-UBA. Disponible en (<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/15910>)
- CUSTODIO E. y M.R. LLAMAS, 1983. *Hidrología subterránea. Sección 4. Principios básicos de química y radioquímica de aguas subterráneas*. Págs. 177-282. Editorial Omega Barcelona.
- CUSTODIO E. y M.R. LLAMAS, 1983. *Hidrología subterránea. Sección 10. Hidrogeoquímica*. Págs. 1005-1098. Editorial Omega Barcelona.
- DREVER J.I., 1982. *The Geochemistry of Natural Waters*. Prentice-Hall Inc., 387 pp.
- ESCUDER, R; FRAILE, J; JORDANA, S; RIBERA, F; SÁNCHEZ-VILA, X y VÁZQUEZ-SUÑÉ, E., 2009. *Hidrogeología. Conceptos básicos de hidrología subterránea*. Ediciones FCIHS. Barcelona. 768 p.
- FOSTER, S., R. HIRATA, D. GOMES, M. D' ELIA Y M. PARIS, 2003. *Protección de la Calidad del Agua Subterránea*. Ed. Mundi-Prensa. Banco Mundial. Disponible en [http://siteresources.worldbank.org/INTWRD/Resources/336486-1175813625542/GroundwaterQualityProtectionGuide\\_Spanish.pdf](http://siteresources.worldbank.org/INTWRD/Resources/336486-1175813625542/GroundwaterQualityProtectionGuide_Spanish.pdf)
- HEM J.D., 1992. *Study and Interpretation of the Chemical Characteristics of Natural Waters*. U.S.G.S. Water-Supply Paper 2254, fourth printing, 263 pp.
- LANGMUIR, D., 1997. *Aqueous environmental geochemistry*. Prentice Hall, 2ª ed, 600 p, New Jersey.



CONSEJO SUPERIOR

Universidad Nacional de La Pampa

*2016 - A 40 años del último  
Golpe de Estado en Argentina:  
por la memoria, la verdad y la justicia*

Corresponde Resolución **N° 294/2016**

- MERKEL, B Y B. PLANER-FRIEDRICH, 2005. Groundwater Geochemistry. D.K. Nordstrom (Ed), 200 p, Springer-Verlag, The Netherlands.
- PLUMMER, L. N., E. C. PRESTEMON y D. L. PARKHURST, 1994. *NETPATH (Version 2.0) A interactive code for modeling net geochemical reactions along a flow path*. U.S.Geological Survey Water-Resources Investigations Report 94-4169, 130 pp.

**Destinatarios:** El curso está preferentemente orientado a graduados de carreras vinculadas con ciencias de la Tierra y el Ambiente, Química y diversas ramas de la Ingeniería.

**Propuesta didáctica:** Los contenidos se desarrollarán a partir de casos reales, que sirvan como base para la identificación de los temas de aprendizaje y la búsqueda, selección y análisis crítico de la información necesaria. Se fomentará el trabajo y discusión en grupos reducidos.

**Duración:** 60 horas (Se prevé dictar 40 de ellas en forma presencial y acreditar el resto por la resolución de actividades prácticas y la elaboración de un trabajo final)

**Certificado de aprobación:** Requisitos de aprobación: para la aprobación del Curso se requerirá la elaboración de un trabajo final que incluya un tratamiento integral de datos.

**Certificado de asistencia:** Por la presencia en, al menos, el 80% de los encuentros y la resolución de las actividades prácticas propuestas sólo se otorgará certificación de asistencia.