



CORRESPONDE A LA RESOLUCIÓN Nº 416/2022

ANEXO

Programa curso de posgrado extracurricular

“Isótopos ambientales en el ciclo hidrológico”

Tipo de actividad:

Curso de posgrado.

Denominación: Isótopos ambientales en el ciclo hidrológico

Organización:

Maestría en Recursos Hídricos.

Docente responsable:

Dra. Cristina DAPEÑA (INGEIS, CONICET-UBA)

Fundamentos:

La creciente utilización de isótopos ambientales en la investigación de problemas hidrológicos ha culminado en una nueva rama de la Hidrología, denominada Hidrología Isotópica. Las técnicas isotópicas son herramientas de gran utilidad para identificar y validar el modelo conceptual de funcionamiento de los sistemas hidrológicos cuando se usan juntamente con técnicas hidroquímicas y la información geológica, biológica e hidrogeológica disponibles. Permiten resolver, en forma relativamente sencilla y a bajo costo, numerosos problemas relacionados con el origen y zona de la recarga de acuíferos, humedales, cuerpos lénticos y lóticos, relación agua superficial-subterránea, mecanismos de salinización, fuentes y mecanismos de contaminación, mezclas, procesos en la zona no saturada, balance hídrico, interpretación de fenómenos termales, etc.



CORRESPONDE AL ANEXO DE LA RESOLUCIÓN Nº 416/2022

Actualmente se incluyen en la mayoría de las investigaciones llevadas a cabo en países de todo el mundo con una creciente aplicación en el campo de los hidrocarburos y la minería.

Objetivos:

Objetivo general

Introducir al alumnado en los principios básicos y fundamentos que rigen el comportamiento de los isótopos estables de elementos livianos, además de la metodología de trabajo de campo y laboratorio y sus aplicaciones para resolver diversos problemas en sistemas naturales.

Objetivos particulares

- Adquirir conocimientos básicos sobre Isótopos estables livianos y sus principales procesos de fraccionamiento isotópico.
- Adquirir conocimientos básicos sobre los isótopos estables del agua y sus principales procesos de fraccionamiento isotópico.
- Introducir los principios básicos de la hidrología isotópica.
- Conocer las principales herramientas de muestreo y de interpretación isotópica.
- Introducir los principios básicos sobre datación de aguas
- Enseñar el campo de aplicación mediante la presentación de casos de estudio

Modalidad de dictado:

Presencial. La carga horaria total es de 60 horas. Se prevé dictar 40 de ellas en forma presencial y acreditar el resto por la realización de actividades prácticas. Se evaluará con un Examen final.

Destinatarios/os:

Estudiantes de la maestría en Recursos Hídricos de la UNLPam y graduados/as de carreras vinculadas con Ciencias de la Tierra y el Ambiente.



CORRESPONDE AL ANEXO DE LA RESOLUCIÓN Nº 416/2022

Contenidos mínimos:

Isótopos estables e inestables. Mecanismos de fraccionamiento. Medidas isotópicas y estándares. Isótopos estables del O y del H en el ciclo hidrológico. Otros isótopos de interés ambiental (C, N, S, B, Li, Sr; Rn) Tritio y carbono-14. Redes de monitoreo. Utilización de datos isotópicos. Muestreo. Nociones de edad. Aplicaciones.

Contenidos del curso

Programa

1. Introducción. Átomos e isótopos: conceptos básicos. Isótopos radioactivos. Isótopos estables de elementos livianos. Fraccionamiento isotópico. Isótopos Estables del H, C, O, N y S. Medidas isotópicas y estándares.
2. Hidrología isotópica. Concepto y aplicaciones.
3. Isótopos estables del agua (H y O). Fraccionamiento en el ciclo hidrológico.
4. Isótopos del H y O en el ciclo hidrológico: Isótopos en precipitación. Efectos. Recta meteórica global. Exceso de deuterio. Redes de monitoreo: GNIP. GNIR. Rectas meteóricas locales.
5. Isótopos del H y O en el ciclo hidrológico: aguas superficiales y aguas subterráneas. Aguas geotermales. Aguas de formación. Paleoaguas. Glaciares.
6. Otros isótopos de interés ambiental C, N, S, B, Li, Sr y Rn. Fraccionamiento. Aplicaciones.
7. Datos isotópicos. Utilización de datos isotópicos. Diagramas convencionales. Elaboración y utilización de rectas meteóricas locales. Criterios estadísticos.
8. Muestreo. Toma de muestras para diferentes propósitos y precauciones en el muestreo. Muestras representativas Envases y técnicas de conservación adecuadas. Problemas frecuentes derivados de un muestreo incorrecto.
9. Nociones sobre aplicaciones de los isótopos ambientales en la identificación de mecanismos de salinización y contaminación. Mezclas. Ejemplos
10. Nociones sobre datación de aguas. Ejemplos
11. Ejemplos integrados del uso de isótopos ambientales. Estudio de casos.



CORRESPONDE AL ANEXO DE LA RESOLUCIÓN Nº 416/2022

Cronograma: teórico – práctico

Día 1:

Presentación del curso. Introducción. Átomos e isótopos: conceptos básicos. Isótopos radioactivos. Isótopos estables de elementos livianos. Fraccionamiento isotópico. Isótopos Estables del H, C, O, N y S. Medidas isotópicas y estándares. Hidrología isotópica. Concepto y aplicaciones. Isótopos estables del agua (H y O). Fraccionamiento en el ciclo hidrológico.

Discusión y Comentarios

Día 2

Isótopos estables del agua (H y O). Fraccionamiento en el ciclo hidrológico (continuación). Isótopos en precipitación. Efectos. Recta meteórica global. Exceso de deuterio. de monitoreo: GNIP. GNIR. RNC de Argentina. Rectas meteóricas. Aguas superficiales y aguas subterráneas. Aguas geotermales. Paleoaguas. Glaciares.

Discusión y Comentarios

Día 3

Datos isotópicos. Utilización de datos isotópicos. Diagramas convencionales. Elaboración y utilización de rectas meteóricas locales. Criterios estadísticos. Muestreo. Toma de muestras para diferentes propósitos y precauciones en el muestreo. Muestras representativas. Envases y técnicas de conservación adecuadas. Problemas frecuentes derivados de un muestreo incorrecto.

Ejercicio práctico. Discusión y Comentarios.

Día 4

Otros isótopos de interés ambiental C, N, S, Sr, B, Li y Rn. Aplicaciones.



CORRESPONDE AL ANEXO DE LA RESOLUCIÓN Nº 416/2022

Día 5

Nociones sobre aplicaciones de los isotopos ambientales en la identificación de mecanismos de salinización, contaminación. Mezclas. Ejemplos

Nociones sobre datación de aguas subterráneas. Ejemplos.

Ejemplos integrados del uso de isótopos ambientales.

Discusión y comentarios

Cierre del curso

Metodología de abordaje académico:

Se dictarán clases teóricas y prácticas durante cinco días consecutivos. Se realizará un examen final individual.

Carga horaria total:

60 horas.

Bibliografía. Material digitalizado o página web.

Aggarwal, P., Gat .J. R and Froehlich, K. F.O., 2005. Isotopes in the Water Cycle: Past, Present and Future Of A Developing Science. Springer. The Netherlands.

Araguas-Araguas, L., Danesi, P., Froehlich, K. and Rozanski, K., 1996. Global monitoring of the isotopic composition of precipitation. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, Art. V205 (2): 189-200.

Baskaran, M. (Ed) 2011. Handbook of Environmental Isotope Geochemistry. 952 pp. Springer.

Capo, R. C., Stewart, B. W., Chadwick, O. A., 1998. Strontium isotopes as tracers of ecosystem processes: Theory and methods. Geoderma 82: 197– 225

Chapman, E.C., Capo, R.C., Stewart, B.W., Kirby, C.S., Hammack, R.W., Schroeder, K.T., denborn, H.M., 2012. Geochemical and strontium isotope characterization of produced waters from Marcellus Shale natural gas extraction. Environ. Sci. Technol. 46 (6), 3545–3553.

Clark, I., 2015. Groundwater Geochemistry and Isotopes. 456 pp. CRC Pres



CORRESPONDE AL ANEXO DE LA RESOLUCIÓN Nº 416/2022

- Clark, I. y Fritz, P., 1997. Environmental Isotopes in hydrogeology. Lewis Publishers. New York.
- Craig, H., 1961. Isotope variations in meteoric waters. *Science*, 133: 1702-1703.
- Craig, H. y Gordon, L.I., 1965. Deuterium and oxygen-18 variations in the ocean and the marine atmosphere. En: E. Tongiorgi (De.), *Stable Isotopes in Oceanographic Studies and Paleotemperatures*. C.N.R., Laboratorio di Geologia Nucleare, Pisa: 9-130.
- Custodio, E., 2005. Técnicas hidroquímicas e isotópicas para el estudio de la relación agua subterránea-agua superficial. II Seminario Hispano-Latinoamericano sobre temas actuales de la hidrología subterránea, *Actas*: 239-249. Río Cuarto, Argentina.
- Dansgaard, W., 1964. Stable isotopes in precipitation. *Tellus*, 16, 436–468
- Fritz, P. y Fontes, J. Ch. (eds.), 1980. *Handbook of Environmental Isotope Geochemistry. The Terrestrial Environment, A. Volume 1*. Elsevier. 545pp.
- Fritz, P. y Fontes, J. Ch. (eds.), 1986. *Handbook of Environmental Isotope Geochemistry. The Terrestrial Environment, B. Volume 2*. Elsevier. 557pp.
- Fritz, P. y Fontes, J. Ch. (eds), 1989. *Handbook of Environmental Isotope Geochemistry. The Marine Environment, A. Volume 3*. Elsevier. 429pp.
- Gat, J.R., 1996. Oxygen and hydrogen isotopes in the hydrologic cycle. *Ann. Rev. Earth Planet. Sci.*, 24: 225-262
- Gibson, J.J., Edwards, T.W.D., Birks, S.J., St Amour, N.a., Buhay, N.A., McEachern, P., Wolfe, B.B. y Peters, D.L., 2005. Progress in isotope tracer hydrology in Canada *Hydrol. Process.* 19, 303–327.
- Gonfiantini, R., 1999. Investigating the hydrological cycle with environmental isotopes. Keynote. Proc. II South American Symp. on Isotope Geology, Córdoba, Argentina. *Actas*: 537-547.
- Hoefs, J.; 1987. *Stable Isotope Geochemistry*; Springer-Verlag, New York-Heidelberg-Berlin.
- Hoefs, J.; 2018. *Stable Isotope Geochemistry*; Springer-Verlag, New York-Heidelberg-Berlin



FACULTAD DE CIENCIAS
EXACTAS Y NATURALES

Universidad Nacional de La Pampa

CORRESPONDE AL ANEXO DE LA RESOLUCIÓN Nº 416/2022

- Holland, H. D., Turekian, K. K. (Eds), 2014. Treatise on Geochemistry. Second Edition.:
- IAEA, 1981. Stable isotope hydrology. Deuterium and oxygen-18 in the water cycle. Technical Reports Series. Nº 210. Vienna, Austria. 340pp.
- IAEA, 1992. Isotopes of noble gases as tracers in environmental studies. 312p.
- IAEA, 1998. Application of isotope techniques to investigate groundwater pollution TECDOC 1046. VER por Boro
- IAEA, 2013. Isotope Methods for Dating Old Groundwater. STI/PUB/1587. 376p.
- IAEA, 2013. Isotope Methods for Dating Old Groundwater. STI/PUB/1587. 376p.
- Kharaka YK, Hanor JS (2014) Deep fluids in sedimentary basins. In: Treatise of Geochemistry, volume 7, 2nd edition, Elsevier, pp 471-516
- Kazemi, J.H., Gholam, A. and P. Perrochet., 2006. Groundwater age. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. 347p.
- Kendall, C. y McDonnell, J.J.(Eds), 1998. Isotope Tracers in Catchment Hydrology. Elsevier 840p
- Mook, Ed.. 2000. Environmental isotopes in the hydrological cycle; Principles and applications. 6 Volumes. IAEA UNESCO, Paris.
- Revista Derbyana., 2021. Aplicações de Isótopos em Estudos Hidrológicos e Ambientais. Varios artículos V 42. <https://revistaig.emnuvens.com.br/derbyana>
- Rostron, B. y Arkadaskiy, S., 2014. Fingerprinting “Stray” Formation Fluids Associated with Hydrocarbon Exploration and Production. Elements 10: 285–290
- Rozanski, K., Araguas AraguaS, L. and Gonfiantini, R. 1993. “Isotopic patterns in modern global precipitation”. Climate Change in Continental Isotopic Records, Geophysical Monograph 78, American Geophysical Union, 1-36.
- Pistiner, J.S., Henderson, G.M., 2003. Lithium-isotope fractionation during continental weathering processes. Earth Planet. Sc. Lett. 214, 327–339
- Sharma, S., Mulder, M.L., Sack, A., Schroeder, K., Hammack, R., 2014. Isotope Approach to Assess Hydrologic Connections During Marcellus Shale Drilling. Groundwater 52 (3): 424–433.



FACULTAD DE CIENCIAS
EXACTAS Y NATURALES

Universidad Nacional de La Pampa

CORRESPONDE AL ANEXO DE LA RESOLUCIÓN Nº 416/2022

- Sharp, Z., 2017. Principles of stable isotope geochemistry. 2nd Edition. Accesible en https://digitalrepository.unm.edu/unm_oer/1/
- Taylor, R.E., Long, A., Kra, R. (Eds.), 1992. Radiocarbon After Four Decades: An Interdisciplinary Perspective, Springer Verlag.
- Tang, Y.J., Zhang, H.F., Ying, J.II., 2007. Review of the Lithium Isotope System as a Geochemical Tracer. *International Geology Review*, Vol.49: 374–388.
- Tomascak, P.B., 2004. Developments in the understanding and application of lithium isotopes in the earth and planetary sciences. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry* 55: 153–195.
- Tomascak, P.B., Magna, T., Dohmen, R., 2016. *Advances in Lithium Isotope Geochemistry*. Springer International Publishing.
- Vengosh, A., 1990. Boron isotope geochemistry in the sedimentary environment. Doctoral Dissertation. The Australian National University. 184 p. Accesible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/156739457.pdf>
- Vengosh, A. 2014. Salinization and Saline Environments. In: *Treatise in Geochemistry Second Edition*. Editors: Holland, H.D. and Turekian, K.T., Volume 11, 325-378, Elsevier Science. Chapter9_Salinization_
- Vengosh, A., Heumann, G, Juraske, S., Kashers, R., 1994. Boron Isotope Application for Tracing Sources of Contamination in Groundwater. *Environ. Sci. Technol.* 28, 1968-1974
- Xiao, J., Xiao, Y.K., Jin, Z.D., He, M.Y., Liu, C.Q., 2013 Boron isotope variations and its geochemical application in nature. *Australian Journal of Earth Sciences* 60, 431–447,
- Warner, N.R., Jackson, R.B., Darrah, T.H., et al., 2012. Geochemical evidence for possible natural migration of Marcellus Formation brine to shallow aquifers in Pennsylvania. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 109 (30), 11961–11966.

Cupo:

20 estudiantes.



CORRESPONDE AL ANEXO DE LA RESOLUCIÓN N° 416/2022

Arancel:

El monto a pagar por el estudiantado se encuentra establecido por Resolución Decana N° 20/2022, la misma fija los montos a abonar por el estudiantado regular y vocacional de la Maestría en Recursos Hídricos.

Requerimientos:

Proyector u otro medio que permita proyectar desde una computadora portátil, pizarrón. Para el trabajo práctico es necesario al menos una computadora cada dos estudiantes.

Lugar de realización:

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UNLPam.

Formas de financiamiento:

El curso se financiará mediante el cobro de los aranceles fijados por la Resolución Decana N° 22/2022, para las distintas categorías de asistentes, y será destinado para cubrir los gastos del desarrollo del curso.

Instituciones Auspiciantes:

No están previstas.

Inscripción:

A cargo de la SIPE FCEyN, mediante formulario correspondiente.

Fecha de inicio y finalización:

17 al 21 de octubre de 2022.

Sistema de evaluación:

Mediante examen final, con aclaración de nota numérica.



CORRESPONDE AL ANEXO DE LA RESOLUCIÓN Nº 416/2022

Certificado:

Se otorgará certificado de asistencia a quienes cuenten con un mínimo de 80% de asistencia al curso, y certificado de aprobación a quienes, además aprueben con 7 o más el examen final.