

Guía docente

250825 - 250825 - Técnicas Isotópicas Ambientales en Hidrología Subterránea

Última modificación: 29/04/2021

Unidad responsable: Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de Barcelona

Unidad que imparte: 751 - DECA - Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DEL TERRENO (Plan 2015). (Asignatura optativa).

Curso: 2020

Créditos ECTS: 5.0

Idiomas: Catalán, Castellano

PROFESORADO

Profesorado responsable: DANIEL FERNANDEZ GARCIA

Otros: MARCOS CARNICERO DEL RIO, DANIEL FERNANDEZ GARCIA, ALBERT FOLCH SANCHO

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:

13308. Conceptualizar los suelos y las rocas como medios porosos regidos por conceptos de Mecánica de Sólidos y de Fluidos.

13310. Interpretar ensayos de laboratorio y observaciones de campo para identificar los mecanismos responsables de la respuesta del terreno. Planificar programas de experimentación en el laboratorio.

13315. Realizar el cálculo, la evaluación, la planificación y la regulación de los recursos hídricos, tanto de superficie como subterráneos. (Competencia específica de la especialidad Hidrología Subterránea).

13316. Evaluar y gestionar impactos ambientales debidos a almacenamiento de residuos, contaminación de suelos y contaminación de aguas subterráneas. (Competencia específica de la especialidad Hidrología Subterránea).

13323. Modelar, evaluar y gestionar los recursos geológicos, incluidas las aguas subterráneas, minerales y termales. (Competencia específica de la especialidad Hidrología Subterránea).

Genéricas:

13300. Aplicar conocimientos de ciencias y tecnología avanzadas a la práctica profesional o investigadora de la Ingeniería del Terreno

13301. Dirigir, coordinar y desarrollar proyectos completos en el campo de la Ingeniería del Terreno.

13302. Identificar y dissenyar soluciones para los problemas de Ingeniería del Terreno en un marco ético, social, económico y legislativo

13303. Evaluar el impacto de la Ingeniería del Terreno en el medio ambiente, el desarrollo sostenible de la sociedad y la importancia de trabajar en un entorno profesional responsable.

13304. Incorporar nuevas tecnologías y herramientas avanzadas de la Ingeniería del Terreno en sus actividades profesionales o investigadoras

13305. Conceptualizar la Ingeniería del Terreno como un campo multidisciplinar que requiere incluir aspectos relevantes de geología, sismología, hidrogeología, ingeniería geotécnica y sísmica, geomecánica, física de medios porosos, geofísica, geomática, riesgos naturales, energía e interacción con el clima.

13306. Innovar en el planteamiento de metodologías, análisis y soluciones en problemas de Ingeniería del Terreno.

13307. Abordar y resolver problemas matemáticos avanzados de ingeniería desde el planteamiento del problema hasta el desarrollo de la formulación y su implementación en un programa de ordenador. En particular, formular, programar y aplicar modelos analíticos y numéricos avanzados de cálculo al proyecto, planificar y gestionar, así como interpretar los resultados obtenidos en el contexto de la Ingeniería del Terreno y la Ingeniería de Minas.

METODOLOGÍAS DOCENTES

La asignatura consta de 2 horas a la semana de clases presenciales en un aula (grupo grande) y 1 hora semanal con la mitad de los estudiantes (grupo mediano).

Se dedican a clases teóricas 2 horas en un grupo grande, en él que el profesorado expone los conceptos y materiales básicos de la materia, presenta ejemplos y realiza ejercicios.

Se dedica 1 hora (Grupo mediano), a la resolución de problemas con una mayor interacción con los estudiantes. Se realizan ejercicios prácticos con el fin de consolidar los objetivos de aprendizaje generales y específicos.

Se utiliza material de apoyo en formato de plan docente detallado mediante el campus virtual ATENEA: contenidos, programación de actividades de evaluación y de aprendizaje dirigido y bibliografía.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Conceptualizar los suelos y las rocas como medios porosos regidos por conceptos de Mecánica de Sólidos y de Fluidos.

Interpretar ensayos de laboratorio y observaciones de campo para identificar los mecanismos responsables de la respuesta del terreno. Planificar programas de experimentación en el laboratorio.

Formular y programar modelos numéricos Elementos Finitos y Diferencias Finitas para analizar los procesos que rigen la respuesta del terreno, interpretar la información de campo y predecir la respuesta del terreno.

Analizar, discriminar e integrar en estudios y proyectos la información geológica y geotécnica disponible.

Realizar el cálculo, la evaluación, la planificación y la regulación de los recursos hídricos, tanto de superficie como subterráneos. (Competencia específica de la especialidad Hidrología Subterránea).

Evaluar y gestionar impactos ambientales debidos a almacenamiento de residuos, contaminación de suelos y contaminación de aguas subterráneas. (Competencia específica de la especialidad Hidrología Subterránea).

Modelar, evaluar y gestionar los recursos geológicos, incluidas las aguas subterráneas, minerales y termales. (Competencia específica de la especialidad Hidrología Subterránea).

- * Conoce la existencia de los isótopos y las técnicas isotópicas básicas para los estudios hidrogeológicos
- * Distingue isótopos estables y radioactivos y las distintas aplicaciones que se derivan
- * Conoce y usa las técnicas modernas de datación de aguas basadas en técnicas isotópicas
- * Conoce y usa las técnicas isotópicas para la evaluación de procesos de contaminación y descontaminación de suelos y acuíferos
- * Modela los procesos químicos en equilibrio y cinéticos desde un punto de vista multidisciplinar, incorporando conceptos termo-hidro-geoquímicos
- * Plantea y resuelve en casos complejos las ecuaciones de transporte reactivo.
- * Modeliza datos de problemas de transporte en laboratorio o en campo
- * Se introduce en los retos básicos de la heterogeneidad del subsuelo y las implicaciones sobre las predicciones de transporte en medios heterogéneos
- * Analiza las aproximaciones estocásticas en cuanto a la cuantificación de los fenómenos de transporte inducidos por la heterogeneidad.
- * Adquiere las herramientas básicas de modelación estocástica
- * Se expone a las aproximaciones modernas a la modelación del transporte en medios heterogéneos.

- Isótopos estables. Fraccionamiento de equilibrio y cinético.
- Isotopía del agua en la atmósfera y en el medio fluvial
- Isótopos radiactivos. Principios. Radioisótopos de interés. Datación de aguas.
- Isotopía y modelos isotópicos de las aguas subterráneas.
- Isotopía del agua en sistemas de temperatura elevada. Geotermia de media y baja entalpía
- Isótopos estables del carbono y radiocarbono (^{14}C). Sistemas abiertos y sistemas cerrados. Relación ^{13}C - ^{14}C
- Isotopía del azufre y del oxígeno del sulfato.
- Variaciones isotópicas del nitrógeno y del cloro. Variaciones en la naturaleza y en las aguas subterráneas.
- Isótopos de los elementos pesados. U y Th y sus series.
- Trazado y datación con gases nobles y sus isótopos.



HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

| Tipo | Horas | Porcentaje |
|---------------------------|-------|------------|
| Grupo mediano/Prácticas | 9,8 | 7.83 |
| Aprendizaje autónomo | 80,0 | 63.95 |
| Grupo pequeño/Laboratorio | 9,8 | 7.83 |
| Actividades dirigidas | 6,0 | 4.80 |
| Grupo grande/Teoría | 19,5 | 15.59 |

Dedicación total: 125.1 h

CONTENIDOS

Tema 1

Descripción:

Principios básicos sobre isótopos estables. Fraccionamiento de equilibrio y cinético. Procesos Rayleigh

Dedicación: 3h 35m

Grupo grande/Teoría: 1h 30m

Aprendizaje autónomo: 2h 05m

Tema 2

Descripción:

Medida de los isótopos estables. Espectrómetros de masa. Isótopos del agua. Correcciones por salinidad. TAMS. Standares de referencia

Dedicación: 3h 35m

Grupo grande/Teoría: 1h 30m

Aprendizaje autónomo: 2h 05m

Tema 3

Descripción:

Isotopía del agua en la atmósfera. Precipitación. Precipitación continental. Efectos de continentalidad, altitud, latitud. Exceso de deuterio

Dedicación: 3h 35m

Grupo grande/Teoría: 1h 30m

Aprendizaje autónomo: 2h 05m

Tema 4

Descripción:

Vapor generado sobre el océano y agua oceánica. Agua fluvial. Efectos de evaporación libre. Reservorios que se evaporan. Balance en lagos. $d_{18}O$ del aire. $d_{17}O$

Dedicación: 3h 35m

Grupo grande/Teoría: 1h 30m

Aprendizaje autónomo: 2h 05m



Tema 5

Descripción:

Vapor generado sobre el océano y agua oceánica. Agua fluvial. Efectos de evaporación libre. ReserIsótopos radioactivos. Principios. Radioisótopos de interés. Tritio. Medida. Tritio atmosférico, en ríos y en aguas continentales

Dedicación: 3h 35m

Grupo grande/Teoría: 1h 30m

Aprendizaje autónomo: 2h 05m

Tema 6

Descripción:

Isotopía de las aguas subterráneas. Origen de la recarga. Marca de altitud. Marca de evaporación. Mezclas de aguas subterráneas. Aporte de agua marina. Interacción con el terreno. Ejemplos diversos

Dedicación: 3h 35m

Grupo grande/Teoría: 1h 30m

Aprendizaje autónomo: 2h 05m

Tema 7

Descripción:

Modelos isotópicos para aguas subterráneas. Modelos de parámetros agregados. Modelos de celdas de mezcla y numéricos. Aplicación al tritio. Concepto de edad. Aplicaciones

Dedicación: 3h 35m

Grupo grande/Teoría: 1h 30m

Aprendizaje autónomo: 2h 05m

Tema 8

Descripción:

Isotopía del agua en sistemas de temperatura elevada. Geotermia de media y baja entalpia

Dedicación: 3h 35m

Grupo grande/Teoría: 1h 30m

Aprendizaje autónomo: 2h 05m

Tema 9

Descripción:

Fraccionamiento isotópico del agua en la evaporación desde el medio no saturado. Ejemplos

Dedicación: 3h 35m

Grupo grande/Teoría: 1h 30m

Aprendizaje autónomo: 2h 05m



Tema 10

Descripción:

Tritio en el perfil del terreno. Interpretación. Paleoaguas. Ejemplos

Dedicación: 3h 35m

Grupo grande/Teoría: 1h 30m

Aprendizaje autónomo: 2h 05m

Tema 11

Descripción:

Isótopos estables del carbono. Estandares. Medida. Variaciones en la naturaleza y en las aguas subterráneas, en función de la química del carbono inorgánico disuelto en el agua. Fenómenos modificadores. Interpretación de resultados

Dedicación: 3h 35m

Grupo grande/Teoría: 1h 30m

Aprendizaje autónomo: 2h 05m

Tema 12

Descripción:

Radiocarbono (^{14}C). Unidades. Medida. Variaciones en la naturaleza y por efectos antrópicos. ^{14}C en las aguas subterráneas

Dedicación: 3h 35m

Grupo grande/Teoría: 1h 30m

Aprendizaje autónomo: 2h 05m

Tema 13

Descripción:

Interpretación del ^{14}C en las aguas subterráneas. Sistemas abiertos y sistemas cerrados. Modelos hidrogeoquímicos e isotópicos. Relación ^{13}C - ^{14}C

Dedicación: 3h 35m

Grupo grande/Teoría: 1h 30m

Aprendizaje autónomo: 2h 05m

Tema 14

Descripción:

Aplicaciones de la datación con radiocarbono a las aguas subterráneas. Áreas deltáicas y zonas reductoras. Acuíferos volcánicos

Dedicación: 3h 35m

Grupo grande/Teoría: 1h 30m

Aprendizaje autónomo: 2h 05m



Tema 15

Descripción:

Isotopía del azufre y del oxígeno del sulfato. Estandares y medida. Variaciones en la naturaleza. Interpretación en las aguas subterráneas

Dedicación: 3h 35m

Grupo grande/Teoría: 1h 30m

Aprendizaje autónomo: 2h 05m

Tema 16

Descripción:

Variaciones isotópicas del nitrógeno y del cloro. Variaciones en la naturaleza y en las aguas subterráneas. ^{36}Cl . Origen y variaciones. Interpretación en las aguas subterráneas

Dedicación: 4h 33m

Grupo grande/Teoría: 1h 54m

Aprendizaje autónomo: 2h 39m

Tema 17

Descripción:

Isótopos de los elementos pesados. U y Th y sus series. Causas de las variaciones isotópicas. Desequilibrios. Relación $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ en aguas subterráneas. Otras aplicaciones

Dedicación: 4h 33m

Grupo grande/Teoría: 1h 54m

Aprendizaje autónomo: 2h 39m

prácticas

Descripción:

No se prevé que se realicen prácticas programadas salvo visitas a laboratorios isotópicos (una o dos).

Dedicación: 30h 28m

Grupo pequeño/Laboratorio: 12h 42m

Aprendizaje autónomo: 17h 46m

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

La calificación de la asignatura se obtiene a partir de las calificaciones de evaluación continuada y de las correspondientes de laboratorio y/o aula informática.

La evaluación continua consiste en hacer diferentes actividades, tanto individuales como de grupo, de carácter aditivo y formativo, realizadas durante el curso (dentro del aula y fuera de ella).

La calificación de enseñanzas en el laboratorio es la media de las actividades de este tipo.

Las pruebas de evaluación constan de una parte con cuestiones sobre conceptos asociados a los objetivos de aprendizaje de la asignatura en cuanto al conocimiento o la comprensión, y de un conjunto de ejercicios de aplicación.



NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

Si no se realiza alguna de las actividades de laboratorio o de evaluación continua en el periodo programado, se considerará como puntuación cero.

BIBLIOGRAFÍA

Básica:

- Clark, I.D.; Fritz, P. Environmental isotopes in hydrogeology. Boca Raton, FL: CRC Press, 1997. ISBN 9781566702492.
- Cook, P.; Herczeg, A. Environmental tracers in subsurface hydrology. Boston: Kluwer, 2000. ISBN 9780792377078.
- Mazor, E. Chemical and isotopic groundwater hydrology. 3rd ed. New York: Basel : M. Dekker, 2004. ISBN 9780824747046.
- Mook, W.G.. Isótopos ambientales en el ciclo hidrológico: principios y aplicaciones. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España, 2002. ISBN 8478404651.
- Nagoya, K. Hydrogen and oxygen isotopes in hydrology [en línea]. Paris: UNESCO, 2001 [Consulta: 13/05/2021]. Disponible a: <http://www.hyarc.nagoya-u.ac.jp/japanese/02activity/ihp/11ihptc.html>.
- Custodio, E.; Llamas, M.R. (eds.). Hidrología subterránea. 2a edición corregida. Barcelona: Omega, 1983. ISBN 8428204462.
- Fritz, P.; Fontes, J.Ch. Handbook of environmental isotope geochemistry, vol.3. Elsevier, 1989. ISBN 0444427643.