

HIDROGEOLOGÍA

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Geología Económica	Hidrogeología	3º	2º	6	Obligatoria
PROFESOR(ES)			DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)		
A determinar en la Ordenación Docente anual			HORARIO DE TUTORÍAS		
GRADO EN EL QUE SE IMPARTE			OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR		
Grado en Geología			Ingeniería Civil		
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)					
BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)					
Conceptos básicos Hidrometeorología Hidráulica subterránea Hidrogeología Regional					
COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS					
(1) Capacidad de análisis y síntesis (CG1) (2) Capacidad para aprender (CG2) (3) Resolución de problemas (CG3) (4) Capacidad de aplicar conocimientos a la práctica (CG 4) (5) Tener una visión general de la geología a escala global y regional (CE-2C) (6) Conocer los recursos de la Tierra y saber aplicar los métodos y técnicas para su estudio y evaluación. Comprender los procesos medioambientales actuales y los posibles riesgos asociados (CE-3) (7) Disponer de un conocimiento adecuado de otras disciplinas relevantes para Ciencias de la Tierra (CE-4) (8) Ser capaz de recoger, analizar, interpretar y representar datos referentes a materiales geológicos usando las técnicas adecuadas de campo y laboratorio, así como los programas informáticos apropiados. (CE-5)					
OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)					



TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

TEMARIO TEÓRICO:

I. INTRODUCCIÓN

- Tema 1.- **Delimitación de la Hidrogeología.**- Carácter pluridisciplinar de la Hidrogeología.- Métodos de trabajo.- Orientación bibliográfica básica
- Tema 2.- **El agua en la Naturaleza:** distribución.- Las aguas subterráneas.(P.1)
- Tema 3.- Características hidrogeológicas de las rocas.- Porosidad: concepto, tipos, variación con la profundidad, determinación.- Índice de poros.- Concepto cualitativo de permeabilidad.- Valores característicos de porosidad y permeabilidad: rocas impermeables y principales acuíferos.(P. 2)
- Tema 4.- **El ciclo del agua:** componentes y expresión simplificada.- Lluvia útil e infiltración eficaz.- Influencia de la topografía, la litología, el clima y la vegetación.- Métodos de determinación de Precipitación, Escorrentía (aforos), Evapotranspiración (potencial y real) e Infiltración. (P. 3)
- Tema 5.- **Infiltración.**- Agua de retención, agua capilar, agua gravífica : distribución.- Zona saturada y Zona no saturada : nivel freático, zona de evapotranspiración, franja capilar, capacidad de campo y punto de marchitez.-
- Tema 6.- **Acuíferos:** Concepto.- Alimentación y descarga.- Acuíferos libres y confinados: superficie piezométrica.- Acuíferos semiconfinados, acuíferos multicapa.- Flujo subterráneo y piezometría.- Relaciones río-acuífero.- Fluctuaciones del nivel piezométrico asociadas a la recarga: seculares, estacionales y de corto período.- Consecuencias de la explotación.- Manantiales (P. 4 a 6)
- Tema 7.- **Síntesis de algunos conceptos hidrogeológicos básicos desarrollados en otras asignaturas** : A) Investigación hidrogeológica: inventario de puntos de agua, cartografía hidrogeológica, prospección geofísica, sondeos de reconocimiento y captación.- B) El agua como recurso renovable: Balance hídrico; recursos y reservas en aguas subterráneas; tiempo de residencia; demanda y planificación hidrológica: uso conjunto, regulación, recarga artificial, sobreexplotación.- C) Hidroquímica : Componentes, expresión de las concentraciones, facies hidroquímica, calidad del agua y contaminación. (P.7)

II. HIDRAULICA SUBTERRÁNEA

- Tema 8.- **Nociones previas** : principio general de la Hidrostática. Concepto cuantitativo de cota piezométrica en condiciones hidrostáticas(P.8).
- Tema 9.- **Hidrodinámica.** Régimen laminar y régimen turbulento.- Velocidad crítica y número de Reynolds.- El teorema de Bernouilli.- Concepto cuantitativo de carga hidráulica en condiciones hidrodinámicas.- Pérdida de carga y gradiente hidráulico.- Potencial de fuerzas y potencial de velocidades.- El flujo de aguas subterráneas: superficies equipotenciales y líneas de flujo.- El modelo de Toth y el modelo de Hubbert. (P. 9 y 10)
- Tema 10.- **Experiencia y Ley de Darcy:** Coeficiente de permeabilidad (conductividad hidráulica) y permeabilidad intrínseca.- Velocidad de Darcy y velocidad real.- Dominio de validez de la Ley de Darcy.- Heterogeneidad y anisotropía. (P. 11 a 16)
- Tema 11.- **Determinación de parámetros hidrogeológicos (I).**- Métodos de determinación de la permeabilidad en Laboratorio: permeámetros, fórmulas y métodos gráficos. (P. 17 a 20)
- Tema 12.- **Determinación de parámetros hidrogeológicos (II)** .- Trazadores.- Tipos.- La circulación de los trazadores: dispersión.- Metodología de los ensayos. (P. 21)
- Tema 13.- **Ecuación diferencial general del flujo.**-Transmisividad; almacenamiento específico y coeficiente de almacenamiento; difusividad hidráulica.- Soluciones de la ecuación diferencial general de flujo. (P. 22 y 23)
- Tema 14.- **Solución gráfica de la ecuación de Laplace** : redes de flujo.- Refracción de las líneas de flujo.
- Tema 15.- **Hidráulica de captaciones (Resumen). I:** Régimen Permanente.- Hipótesis y fórmulas de Dupuit.- Validez: Radio de acción.- Algunas deducciones a partir de las fórmulas de Dupuit: a) influencia del radio del pozo y b) Relación descenso-caudal en acuíferos libres y confinados.- Caudal específico : determinación de la Transmisividad .- Ensayos de bombeo: Métodos de equilibrio (método de Thiem).- (P. 24 a 26)
- Tema 16.- **Hidráulica de captaciones (Resumen). II:** Régimen transitorio.- La solución de Theis : aplicación a la evaluación de descensos.- Simplificación de Jacob y ensayos de bombeo en régimen transitorio : Métodos de variación.- Métodos de recuperación.- (P. 27 a 30)
- Tema 17.- **Manantiales** : métodos de estudio.- Hidrograma : Análisis del agotamiento. (P. 31)



III.- LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN DIFERENTES ÁMBITOS

Tema 18.- **Hidrogeología de rocas plutónicas y metamórficas e Hidrogeología de rocas volcánicas:** generalidades; porosidad y permeabilidad; caudales y prospección; aspectos hidroquímicos.

Tema 19.- **Hidrogeología de rocas detríticas.**- Depósitos no consolidados: generalidades; características de los principales tipos de depósitos; porosidad y permeabilidad; prospección;.- Hidrogeología de materiales detríticos consolidados.- Características hidroquímicas.

Tema 20.- **Hidrogeología de rocas carbonáticas** .- Porosidad y permeabilidad.- Acuíferos fisurados y acuíferos karstificados.- Modelo conceptual de un acuífero kárstico.- Características hidrodinámicas: métodos de estudio (ensayos, análisis del hidrograma de manantiales, etc.)- Regulación de manantiales.- Características hidroquímicas y vulnerabilidad.-

Tema 21.- **Acuíferos costeros e intrusión marina** .- Introducción: definiciones; la intrusión marina como contaminación.- Relaciones agua dulce-agua salada: la interfase.- Consecuencias de la explotación: Formación de domos salinos, Progresión de la cuña de intrusión.- Reserva "de una sola vez".- Técnicas de reconocimiento y estudio .- Métodos de prevención y control. (P. 32)

Tema 22.- **Aguas termales y minerales.**- Cuestiones terminológicas.- Aguas minerales.- La temperatura de las aguas subterráneas: aguas termales.- Hidrogeotermia : Recursos y yacimientos hidrogeotérmicos.

TEMARIO PRÁCTICO:

Prácticas de Laboratorio/Gabinete

- 1.- Magnitudes, dimensiones, unidades. Aproximación y error. Coeficientes de conversión. (T.2)
- 2.- Determinación de porosidad, contenido en humedad, grado de saturación (T.3)
- 3.- Tratamiento de datos hidrológicos (P, ET, Q, etc.), coeficientes de infiltración y escorrentía, etc. (T. 4)
- 4.- Caudal medio de descarga de un manantial (T. 6)
- 5.- Elaboración e interpretación de mapas piezométricos. Cálculo de gradiente hidráulico. (T. 6)
- 6.- Cálculo de la recarga pluviométrica y de la descarga por bombeo. (T. 6)
- 7.- Ejemplo de balance hídrico con variación de volumen de agua almacenada (T.7)
- 8.- Cota piezométrica y presión en condiciones hidrostáticas (T.8)
- 9.- Cálculo de la velocidad crítica a partir del número de Reynolds (T. 9)
- 10.- Cálculo de energía total por unidad de masa y por unidad de peso. Cálculo de cota piezométrica. (T. 9)
- 11.- Coeficiente de permeabilidad y permeabilidad intrínseca (T. 10)
- 12.- Ejemplos de aplicación de la Ley de Darcy en materiales homogéneos e isotrópos : trazado de perfiles piezométricos, evaluación de caudal de flujo, gradiente hidráulico, etc. (T.10)
- 13.- Cálculo de gradiente y estimación de permeabilidad en mapas de isopiezas (T. 10)
- 14.- Cálculo de la permeabilidad en secuencias estratificadas (Permeabilidad para flujo paralelo y perpendicular a la estratificación). (T. 10)
- 15.- Aplicación de la Ley de Darcy al caso de flujo horizontal en materiales heterogéneos y anisótropos: identificación de equipotenciales en secciones bidimensionales, trazado de perfiles piezométricos, cálculo de gradiente hidráulico, evaluación de caudal, verificación de la validez de la Ley de Darcy a partir de la velocidad real, tiempo de tránsito, etc. (T. 10)
- 16.- Ejemplo de aplicación de la Ley de Darcy al caso de flujo vertical en materiales heterogéneos y anisótropos (identificación de equipotenciales, cálculo de gradiente hidráulico, caudal de flujo, velocidad real, tiempo de tránsito, etc.) (T. 10)
- 17.- Permeametría de carga constante. (T. 11)
- 18.- Permeametría de carga variable. (T. 11)
- 19.- Determinación de Permeabilidad por métodos gráficos (Bredding). (T. 11)
- 20.- Utilización de fórmulas para el cálculo de la permeabilidad. (T. 11)
- 21.- Determinación de porosidad eficaz y velocidad de flujo con trazadores (método de dilución). (T. 12)
- 22.- Almacenamiento específico y coeficiente de almacenamiento en acuífero libre y en acuífero confinado (T.13)
- 23.- Cálculos con valores de coeficiente de almacenamiento, volúmenes de agua cedidos o almacenados y variaciones de carga hidráulica. (T. 13)
- 24.- Fórmulas de Dupuit : influencia del radio del pozo (T. 15)
- 25.- Estimación de la Transmisividad a partir del caudal específico (T. 15).
- 26.- Ensayos de bombeo en Régimen Permanente : Evaluación de T y R (T. 15)



- 27.- Evaluación de descensos con la ecuación de Theis (T.16)
 28.- Evaluación de descensos con la ecuación de Jacob (T.16)
 29.- Ensayos de bombeo en Régimen Transitorio : evaluación de T y S con la ecuación simplificada de Jacob (T. 16)
 30.- Ensayos de recuperación (T. 16)
 31.- Hidrogramas de manantiales: Determinación del coeficiente de agotamiento y del volumen de agua almacenada por encima de la cota de la surgencia (T. 17)
 32.- Cálculos en relación con acuíferos costeros: profundidad y penetración de la interfase, etc. (T. 21)

Prácticas de Campo

- 1.- Utilización de equipo hidrogeológico de campo: sonda eléctrica, toma-muestras, medidores de conductividad y oxígeno disuelto, molinetes, etc.
- 2.- Visitas a acuíferos de interés (sistemas kársticos, acuíferos aluviales, acuíferos costeros, grandes cuencas terciarias, cuestiones hidrogeológicas en áreas de interés ecológico y medio-ambiental, etc.).

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

BOWEN, R. (1986).- "Groundwater" (2nd. Edition)
 Elsevier Applied Science Publ.

CASTANY, G. (1963).- "Traité pratique des eaux souterraines".
 Ed. Dunod (trad. castellana: Ed. Omega).

CASTANY, G. (1967).- "Prospection et exploitation des eaux souterraines".
 Ed. Dunod (trad. castellana: Ed. Omega).

CASTANY, G. (1982).- "Principes et méthodes de l'Hydrogéologie".
 Ed. Dunod, 238 pg.

DAVIS, S.N. y DE WIEST, R.J.M. (1966).- "Hydrogeology".
 Ed. John Wiley and Sons, (trad. castellana: Ed. Ariel).

DEMING, D. (2001).- "Introduction to Hidrogeology".
 McGraw-Hill Higher Education, 468 pg.

FETTER, C.W.J.R. (1980).- "Applied Hydrogeology".
 Charles E. Merrill. Pub. Co. (3^ª ed., Prentice-Hall, 1994, 691 pg, nueva edición en 2001)

FITTS, C.R. (2002).- "Groundwater Science"
 Academic Press (Elsevier Science), 450 pg.

FREEZE, R.A. y CHERRY, J.A. (1979).- "Groundwater".
 Prentice-Hall Inc., New Jersey.

HUDAK, P.F. (2000).- "Principles of Hydrogeology".
 Lewis Pub., 204 pg.

PRICE, M. (1996).- "Introducing Groundwater".



Chapman & Hall.

TODD, D.K. (1972).- "Groundwater Hydrology".
John Wiley and Sons, Inc. (trad. Ed. Paraninfo).

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:

BRASSINGTON, R. (1988).- "Field Hydrogeology".
Open University Press, John Wiley & Sons.

CUSTODIO, E. y LLAMAS, M.R. (1976).- "Hidrología subterránea".
Ed. Omega, 2 vol., XXXIII+XXXII+2359 pg.

DOMENICO, P.A. y SCHWARTZ, F.W. (1990).- "Physical and Chemical Hydrogeology".
Ed. Wiley. (nueva edición en 1998, 506 pg.)

LOHMAN, S.W. (1972).- "Ground Water Hydraulics".
U.S. Government Printing Office, (trad. castellana: Ed. Ariel).

MARSILY, G. (1983).- "Hydrogéologie quantitative".
Pub. CIG; ENSMP, París.

SANDERS, L.L. (1998).- "A manual of Field Hydrogeology"
Prentice-Hall

SCHOELLER, H. (1962).- "Les Eaux souterraines".
Ed. Masson.

SERRANO, S.E. (1997).- "Hydrology for Engineers, Geologists and Environmental Professionals".-
HydroScience Inc., 452 pg.

WEIGHT, W.D. and SONDEREGGER, J.J. (2000).- "Manual of Applied Field Hydrogeology".
McGraw-Hill, 608 pg.

ENLACES RECOMENDADOS

PROGRAMA DE ACTIVIDADES

Primer cuatrimestre	Temas del temario	Actividades presenciales (NOTA: Modificar según la metodología docente propuesta para la asignatura)					Actividades no presenciales (NOTA: Modificar según la metodología docente propuesta para la asignatura)				
		Sesiones teóricas (horas)	Sesiones prácticas (horas)	Exposiciones y seminarios (horas)	Exámenes (horas)	Etc.	Tutorías individuales (horas)	Tutorías colectivas (horas)	Estudio y trabajo individual del alumno (horas)	Trabajo en grupo (horas)	Etc.
Semana 1											
Semana 2											
Semana 3											



Semana 4											
Semana 5											
...											
...											
...											
...											
...											
...											
...											
...											
...											
Total horas											
EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)											
Examen de las cuestiones teóricas y prácticas (de gabinete y de campo) desarrolladas. La calificación global corresponderá a la puntuación ponderada de los diferentes aspectos teóricos y prácticos de que consta el examen											
INFORMACIÓN ADICIONAL											

