


## MG21 - Hidrogeología Ambiental

 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES REPUBLICA ARGENTINA</p>	<p>Programa de:</p> <p><b>HIDROGEOLOGÍA AMBIENTAL</b></p> <p>Código: MG 21</p>
<p><b>Carrera:</b> Maestría en Geotecnia</p>	<p><b>Créditos:</b> 3</p> <p><b>Carga horaria:</b> 60 horas</p> <p><b>Horas Semanales:</b> 4 horas</p>
<p><b>Objetivos</b></p> <p>El objeto del curso es formar a estudiantes graduados en temas relacionados con la contaminación de suelos, transporte de contaminantes en medios porosos, interacción contaminante-suelo y recuperación de suelos contaminados. Conocer los fundamentos de la ingeniería geo-ambiental. Que el alumno se capacite en el manejo de fenómenos relacionados con el transporte de contaminantes en suelo y agua subterránea.</p> <p>Se desarrollarán los contenidos a nivel de posgrado con ejercitaciones y trabajos prácticos acordes al nivel pretendido.</p>	
<p><b>Programa Sintético (títulos del analítico):</b></p> <p>1. Introducción: Los contaminantes del agua subterránea; 2. Propiedades físicas y químicas de medios granulares; 3. Flujo saturado en medios porosos; 4. Transporte de sustancias químicas en medios porosos; 5. Transformación, retardación y atenuación de solutos; 6. Flujo y transporte en la zona vadosa; 7. Flujo multifase; 8. Remediación de sitios contaminados</p>	
<p><b>Modalidad:</b> Presencial</p>	
<p><b>Programa analítico:</b> ver más adelante</p>	
<p><b>Bibliografía:</b> ver más adelante</p>	
<p>Aprobado por Res.HCD</p> <p>Fecha:</p>	<p>Modificado/Anulado/ por Res.HCD:</p> <p>Fecha:</p>
<p>El Secretario Académico de la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba certifica que el programa está aprobado por el/los número/s y fecha/s que anteceden. Córdoba,</p>	

## HIDROGEOLOGÍA AMBIENTAL

### PROGRAMA ANALITICO

**Capítulo 1. Introducción: Los contaminantes del agua subterránea.** Propiedades fisicoquímicas de agua. Solubilidad de compuestos químicos. Contaminantes orgánicos. Contaminantes Inorgánicos. Causas y fuentes de contaminación. Partículas. Unidades de concentración.

**Capítulo 2. Propiedades físicas y químicas de medios granulares.** Formación y composición del suelo. Composición mineralógica. Influencia de la composición en el comportamiento de suelos. Estructura del suelo. Tamaño y forma de partículas. Arreglo de partículas. Teoría de doble capa. Fuerza entre partículas. Efecto de la contaminación sobre las propiedades físico-químicas del suelo. Cambio de la estructura debido a la interacción fluido-partícula, la compactación y consolidación.

**Capítulo 3. Flujo saturado en medios porosos.** El agua subterránea y distintos tipos de acuíferos. Ecuaciones fundamentales de flujo saturado. Ley de Darcy. Acuíferos confinados y no confinados. Casos especiales.

**Capítulo 4. Transporte de sustancias químicas en medios porosos.** Flujos acoplados. Transporte de solutos. Transporte por difusión. Transporte por advección. Ecuación advección - dispersión para el transporte. Difusión y dispersión. Reacciones químicas. Soluciones analíticas. Electroósmosis.

**Capítulo 5. Transformación, retardación y atenuación de solutos.** Procesos de adsorción. Reacciones de equilibrio. Caso de compuestos orgánicos. Transferencia de masa (reacciones abióticas y bióticas). Disolución.

**Capítulo 6. Flujo y transporte en la zona vadosa.** Flujo de agua en la zona no saturada. Ecuación de flujo y transporte. Relación succión-humedad. Conductividad no saturada. Permeabilidad relativa. Capilaridad.

**Capítulo 7. Flujo multifase.** Presencia de hidrocarburos en suelos. Mojabilidad y ángulo de contacto. Física de oclusión de ganglios de fase no acuosa en suelos. Transporte de hidrocarburos en suelos. Permeabilidad relativa de cada fase. Modelación del transporte en suelos. Movilización del contaminante atrapado.

**Capítulo 8. Remediación de sitios contaminados.** Introducción a las técnicas de caracterización de acuíferos, detección y monitoreo de contaminantes. Técnicas de remediación. Tratamientos in-situ y tratamientos ex-situ. Exposición a contaminantes, niveles de riesgo y necesidad de remediación.

### ACTIVIDADES PRACTICAS.

**Capítulo 1. Introducción.** Análisis de resultados de ensayos de laboratorio de determinaciones químicas. Manejo de unidades y presentación de resultados en informes técnicos.

**Capítulo 2. Propiedades físicas y químicas de medios granulares.** Evaluación de las propiedades de los medios granulares gruesos (arenas y gravas) y finos (limos y arcillas) relevantes para el transporte de agua, contaminantes miscibles y contaminantes no miscibles.

**Capítulo 3. Flujo saturado en medios porosos.** Modelación numérica de acuíferos

**Capítulo 4. Transporte de sustancias químicas en medios porosos.** Desarrollo de modelos para evaluar el transporte de contaminantes disueltos en suelos saturados en situaciones con distintas condiciones de borde.

**Capítulo 5. Transformación, retardación y atenuación de solutos.** Evaluación del transporte de contaminantes en medios porosos reactivos. Análisis del retardo en el frente de desplazamiento de contaminantes.

**Capítulo 6. Flujo y transporte en la zona vadosa.** Desarrollo de modelos para evaluar el transporte de contaminantes disueltos en suelos no saturados en situaciones con distintas condiciones de borde.

**Capítulo 7. Flujo multifase.** Modelación del desplazamiento de contaminantes orgánicos debido a un derrame accidental en la superficie. Simulación del flujo en la zona vadosa, cálculo del

encharcamiento y determinación del avance de la pluma que se genera al llegar el contaminante a la napa freática (o acuífero libre).

**Capítulo 8. Remediación de sitios contaminados.** Modelación numérica de una extracción mediante bombeo y el flujo a través de una barrera reactiva permeable..

#### **ACTIVIDADES DE LABORATORIO.**

No están previstas en esta asignatura.

#### **MODALIDAD DE ENSEÑANZA**

Se desarrollará mediante:

- Clases expositivas, a cargo del docente.
- Presentaciones por parte de los estudiantes sobre temas vinculados con el curso.
- Lecturas individuales y grupales sobre aspectos específicos.
- Integración de conceptos mediante resolución de problemas.
- Actividades individuales de consulta.

#### **MODALIDAD DE ASISTENCIA Y EVALUACION DE LA ASIGNATURA.**

La evaluación estará constituida por un promedio de las notas asignadas a dos exámenes parciales teórico – prácticos y los trabajos prácticos individuales.

Las notas de los trabajos prácticos individuales tendrán en cuenta el desarrollo teórico aplicado, la resolución y la puntualidad en la entrega.

Las notas de las actividades de laboratorio se fijarán según los informes individuales realizados en relación con los ensayos y experiencias de laboratorio efectuadas.

La evaluación de los parciales tendrá en cuenta: el desarrollo teórico aplicado, el uso de herramientas disponibles y los resultados alcanzados.

Se establecen como condición de aprobación:

- Asistencia al 80% de las clases.
- Todos los trabajos prácticos aprobados
- Todas las actividades de laboratorio aprobadas
- Aprobar los exámenes teórico - prácticos

Ponderación de la nota final:

50% Actividades prácticas y de laboratorio.

50% Promedio Exámenes Teórico – Práctico.

Calificación final para aprobación: igual o mayor a 7 (siete).

#### **BIBLIOGRAFÍA**

Cepeda Dovala J.M. (1991). Química del suelo. Trillas.

Corey A. T. (1994). Mechanics of Immiscible Fluids in Porous Media, Water Resource Publication

Delleur J. (Ed.)(1999). The handbook of groundwater, Springer-Verlag.

Dullien F.A.L.(1992) Transport in porous media. Academic Press.

EPA (2004). Handbook of Groundwater Protection and Cleanup Policies for RCRA corrective Action for Facilities Subject to Corrective Action Under Subtitle C of the Resource Conservation and Recovery Act. Environment Protection Agency (EPA).

EPA (1986). Guideline for Ground-water classification under the EPA ground-water protection strategy. Environment Protection Agency (EPA).

Fetter C.W: (1993). Contaminant Hydrogeology, Prentice Hall.

Fredlund D.G. y Rahardjo H.(1993). Soil Mechanics for Unsaturated Soils. Ed Wiley-Interscience

Freeze A. R. y Cherry J.A. (1979).Groundwater, Prentice Hall.

Kiely,G. (1999) Ingeniería Ambiental, Mc Graw Hill, Madrid.

Kuo Jeff (1999). Practical Design Calculations for Groundwater and Soil Remediation, Lewis.

Mitchell J.K. (1993). Fundamentals of Soil Behavior. JOHN WILEY & SONS.

Santamarina J.C., Klein K., y Fam M. (2002). Soils and waves, Wiley.

US ARMY Corp of Engineers (1999). Groundwater Hydrology.

Yong R.N. y Thomas H.R. (Eds) (1997). Geoenvironmental Engineering, Contaminated Ground: fate of pollutants and remediation, Thomas Telford.

Weyer K.U. (Ed) (1992). Subsurface contamination by immiscible fluids, Balkema.

Bibliografía provista por el docente