



ITSON
Educar para
Trascender

NOMBRE DEL CURSO: HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA
CLAVE/ID CURSO: 1134G / 006200
DEPARTAMENTO: DPTO CS. AGUA Y MEDIO AMBIENTE
BLOQUE/ACADEMIA A LA QUE PERTENECE: Evaluación de Ecosistemas
INTEGRANTES DEL COMITE DE DISEÑO: Evelia Galindo-Valenzuela, Luis Arturo Méndez-Barroso y Agustín Robles-Morúa

REQUISITOS: Requisito de Hidrología Subterránea: Hidrología Superficial con Práctica y Hidrología Superficial (Práctica)

HORAS TEORÍA: 3

HORAS LABORATORIO: 0

HORAS PRÁCTICA: 0

CRÉDITOS: 5.62

PROGRAMA(S) EDUCATIVO(S) QUE LO RECIBE(N): Ingeniería en Ciencias Ambientales

PLAN: 2016

FECHA DE ELABORACIÓN: Enero 2019

Competencia a la que contribuye el curso: Caracterizar el estado y funcionamiento de los sistemas naturales, tomando como referencia los métodos y/o herramientas acordes a cada sistema.	Tipo de Competencia Específica
Competencia(s) generica(s) de impregnación: Solución de problemas: Define y analiza problemas de la vida cotidiana o profesional para encontrar soluciones pertinentes, factibles y oportunas, aplicando conocimientos y técnicas pertinentes a la naturaleza del problema y a las posibles alternativas de solución. Trabajo en equipo: Desarrolla actividades de trabajo colaborativo entre diversas personas para cumplir con objetivos específicos comunes a estas, a las áreas y a las organizaciones a las que pertenecen o en las que trabajan Aprendizaje autónomo: Participa continuamente y por iniciativa propia en actividades de aprendizaje que le ayudan a satisfacer sus necesidades de desarrollo personal y profesional aprendizaje, aplicando diversos recursos y estrategias de acceso al conocimiento.	Nivel de Dominio Intermedio

Descripción general del curso: Este curso pertenece al sexto semestre, del Bloque de Evaluación de Ecosistemas, se compone de tres unidades de competencia en los cuales el estudiante conocerá los conceptos básicos de transporte y flujo de agua en el subsuelo, enfocado principalmente en el papel del agua subterránea en el ciclo hidrológico, así como su interacción con diferentes estructuras geológicas y fuentes contaminantes como la intrusión de agua salina a los acuíferos continentales. También se conocerá y evaluará la reacción de los acuíferos a pruebas de bombeo, así como las técnicas para perforar pozos, estimar la presencia y fuentes de agua subterránea. Además, desarrollará competencias genéricas como: Solución de problemas, trabajo en equipo y aprendizaje autónomo. Para este curso se necesitan los conocimientos adquiridos en el curso de Hidrología Superficial con Práctica.

Unidad de Competencia 1	Elementos de Competencia	Requerimientos de Información
Identificar los principios básicos que controlan el flujo subterráneo de agua tanto en la zona vadosa (no saturada) como en la zona saturada incluyendo sus interacciones con unidades geológicas (litológicas) y la interface terrestre-oceánica.	<p>Identificar el papel del agua subterránea en el ciclo hidrológico y sus interacciones con la superficie terrestre.</p> <p>Describir los mecanismos que intervienen y controlan el flujo subterráneo de agua en la zona saturada.</p> <p>Describir los mecanismos que intervienen y controlan el flujo subterráneo de agua y su distribución en la zona no saturada o vadosa.</p> <p>Discutir las diferentes interacciones que existen entre el flujo de agua subterráneo y los materiales rocosos consolidados y no consolidados a través de estudios estratigráficos y dirección de flujo de agua subterránea.</p> <p>Describir los diferentes tipos de acuíferos basados en la variación de sus propiedades hidrológicas en cuando a localidad y dirección.</p>	<p>-El ciclo del agua.</p> <p>-Flujo de Agua subterránea.</p> <p>-Ley de Darcy.</p> <p>-Geología y agua subterránea.</p> <p>-Propiedades de los acuíferos.</p> <p>-Interacción agua subterránea-superficial.</p> <p>-Intrusión de agua marina y contaminación.</p> <p>-Hidrogeoquímica.</p> <p>-Isótopos estables.</p>

	Discutir las diferentes interacciones que existen en la interface océano-terrestre entre el flujo de agua subterráneo y las infiltraciones de agua marina.	
Criterios de Evaluación		
	Evidencias	Criterios
D e s e m p e ñ o s	Discusión sobre los principios básicos que controlan el flujo subterráneo de agua tanto en la zona vadosa (no saturada) como en la zona saturada incluyendo sus interacciones con unidades geológicas (litológicas) y la interface terrestre-oceánica.	Participación activa del estudiante sobre el papel del agua subterránea en el ciclo hidrológico global, así como; los factores que controlan su flujo tanto en la zona vadosa como saturada del subsuelo. Se espera la participación activa del estudiante en la discusión de la interacción de los diferentes materiales rocosos consolidados y no consolidados con el flujo de agua subterránea incluyendo la variación de las propiedades hidrológicas en esta interacción.
p r o d u c t o s	Reporte escrito sobre las diferentes formaciones hidrogeológicas que transmiten y almacenan agua (interacciones entre formaciones geológicas y el flujo subterráneo) poniendo énfasis en las propiedades y factores que influyen en el comportamiento del flujo subterráneo de agua. Se debe incluir en el reporte un ejemplo de interacción terrestre-marina.	Descripción de las diferentes interacciones entre el flujo subterráneo y diferentes materiales rocosos consolidados y no consolidados donde el reporte debe cumplir con los siguientes criterios: -Conocimientos □básicos de los principios básicos que rigen el flujo de agua subterráneo (Dominio del tema). -Descripción de los diferentes tipos de formaciones hidrogeológicas. -Estimación □básica de un flujo de agua subterráneo. -Principales propiedades hidrogeológicas de los acuíferos. -Descripción de los diferentes tipos de acuíferos. -Claridad y organización de un reporte escrito.
C o n o c i m i e n t o s	<ul style="list-style-type: none"> -Cantidad de agua disponible a nivel global dentro del reservorio subterráneo. -Componentes de la carga hidráulica. -Diferencia entre conductividad hidráulica y transmisividad. -Conceptos de porosidad, porosidad efectiva y permeabilidad. -Ley de Darcy. -Diferencia entre acuitardo, acuicludo y acuífero. -Diferencia entre acuífero confinado y no confinado. -Diferencia entre acuífero homogéneo, heterogéneo, isotrópico y anisotrópico. -Diferencia entre velocidad lineal y velocidad de Darcy. -Intrusión salina. -Estimación de flujos de agua subterráneos. -Estimación de la cuña principal de intrusión salina. 	

Unidad de Competencia 2	Elementos de Competencia	Requerimientos de Información
Distinguir los diferentes métodos de prospección de agua subterránea, así como las diferentes técnicas de perforación de pozos de acuerdo a los procedimientos certificados por la Comisión Nacional del Agua.	<p>Describir los diferentes métodos geofísicos de detección de de agua subterránea en la zona saturada.</p> <p>Describir los diferentes métodos geofísicos de detección de agua subterránea en la zona no saturada.</p> <p>Describir los principios de teledetección pasiva y activa para inferir y cuantificar la presencia de agua en el subsuelo.</p> <p>Discutir las diferencias entre los pozos de observación y pozos de extracción mediante la identificación de los diferentes componentes y diseño de estos pozos.</p> <p>Discutir las interacciones entre las ondas electromagnéticas (radio, sonido, electricidad) con los materiales geológicos y el agua contenido en los espacios porosos de la matriz rocosa.</p> <p>Describir las diferentes técnicas de perforación empleadas para la instalación</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Radar de penetración del suelo (Ground Penetration Radar o GPR) -Técnicas de resistividad eléctrica -Técnicas de resistividad sónica -Interferometría por satélites -Técnicas de gravimetría (CGP) para determinar TWS (Almacenamiento total de agua) -Técnicas de gravimetría por satélite (GRACE) -Reflectividad en el dominio del tiempo (Time Domain Reflectivity o TDR). -Sensor de neutrones-Rayos cósmicos (COSMOS).

de pozos mediante revisión de los métodos certificados y avalados por la Comisión Nacional del Agua.

Criterios de Evaluación

Evidencias		Criterios
D e s e m p e ñ o s	Discusión sobre las interacciones de los diferentes tipos de sensores pasivos y activos con las materiales de los acuíferos y el agua contenida tanto en condiciones saturadas y no saturadas. Adicionalmente, se discutirá las diferentes técnicas para perforar acuíferos e instalar pozos de observación y/o extracción.	Participación activa del estudiante en la discusión sobre la diversidad de métodos utilizados para realizar mapeos de agua tanto en la zona vadosa como en la zona saturada de los acuíferos. Se espera también la participación activa del alumno sobre los diferentes métodos de perforación de pozos de observación tanto de extracción como de observación.
P r o d u c t o s	Reporte escrito sobre los diferentes tipos de sensores pasivos y activos empleados en el mapeo de agua subterránea tanto en la zona vadosa como en la zona saturada. Adicionalmente, se incorporará al reporte las diferentes técnicas para perforar acuíferos e instalar pozos de observación y/o extracción.	Descripción de los diferentes métodos utilizados para realizar mapeos de agua tanto en la zona vadosa como en la zona saturada de los acuíferos incluyendo las técnicas de perforación de pozos. El reporte debe cumplir con los siguientes criterios: -Conocimientos básicos de la interacción entre ondas electromagnéticas pasivas o activas con los materiales geológicos y/o agua (Dominio del tema). -Descripción de las diferentes técnicas de perforación de pozos. -Descripción de los diferentes métodos geofísicos para el mapeo de agua subterránea. -Descripción de los diferentes métodos de teledetección por satélites de agua subterránea. -Claridad y organización de un reporte escrito. -Uso de artículos de bases de datos de la biblioteca ITSON. -Empleo de referencias según formato APA.
C o n o c i m i e n t o s	<ul style="list-style-type: none"> -Diferencia entre los métodos de geofísicos de resistividad eléctrica y sónica -Aplicación del método de radar de penetración del suelo -Interferometría y sus aplicaciones en el mapeo de subsidencia del suelo -Estimación de almacenamiento total de agua (TWS) mediante satélites y gravímetros. -Principios físicos de estimación de contenido volumétrico de agua en el suelo por TDR -Principios físicos de estimación de contenido volumétrico de agua en el suelo por conteo de partículas cósmicas. 	

Unidad de Competencia 3	Elementos de Competencia	Requerimientos de Información
Definir las propiedades de los acuíferos confinados y no confinados mediante las más comunes pruebas de bombeo en pozos empleadas en el campo de la hidrología subterránea.	<p>Identificar los métodos de bombeo de pozos más comunes empleados en la determinación de propiedades hidrológicas de los acuíferos confinados tanto en condiciones transitorias como estables.</p> <p>Identificar los métodos de bombeo de pozos más comunes empleados en la determinación de propiedades hidrológicas de acuíferos no confinados tanto en condiciones transitorias como estables.</p> <p>Describir el método de Slug como una alternativa viable para determinar las propiedades hidrológicas de pozos en acuíferos no confinados mediante evaluación de las condiciones de operación de pozos de extracción.</p>	<p>Métodos en condiciones estables: -Solución de Theis.</p> <p>Métodos en condiciones transitorias: -Solución de Copper-Jacob. -Solución de Hantush. -Solución de Newman. -Prueba de Slug.</p>
Criterios de Evaluación		
Evidencias		Criterios
D e	Discusión sobre los principios básicos que controlan el flujo subterráneo de agua tanto en la zona vadosa (no saturada)	Participación activa del estudiante sobre el papel del agua subterránea en el ciclo hidrológico global, así como; los

s e m p e ñ o s	como en la zona saturada incluyendo sus interacciones con unidades geológicas (litológicas) y la interface terrestre-oceánica.	factores que controlan su flujo tanto en la zona vadosa como saturada del subsuelo. Se espera la participación activa del estudiante en la discusión de la interacción de los diferentes materiales rocosos consolidados y no consolidados con el flujo de agua subterránea incluyendo la variación de las propiedades hidrológicas en esta interacción.
P r o d u c t o s	Reporte escrito con datos reales de prueba de bombeo para determinar las propiedades hidrológicas de un acuífero confinado y uno no confinado mediante diferentes pruebas de bombeo tanto en condiciones transitorias como estables	Solución de casos reales e hipotéticos en diferentes tipos de acuíferos bajo diferentes condiciones de tiempo (estables y transitorias). El reporte debe cumplir con los siguientes criterios: -Mostrar gráficas y cálculos empleados para en cada una de las soluciones utilizadas. -Hacer una descripción de los instrumentos empleados para determinar la caída en carga hidráulica -Claridad y organización de un reporte escrito.
C o n o c i m i e n t o s	-Estimación de Transmisividad y Coeficiente de almacenamiento utilizando el método de Theis. -Estimación de Transmisividad y Coeficiente de almacenamiento utilizando el método de Cooper-Jacob. -Estimación de Transmisividad y Coeficiente de almacenamiento en acuíferos no confinados mediante el método de Newman. -Estimación de Transmisividad y Coeficiente en pozos de extracción mediante el método de Slug. -Determinación de caída de carga mediante el empleo de transductores de presión.	

Evaluación del curso

criterio	Ponderación
Unidad de competencia 1	35%
Unidad de competencia 2	30%
Unidad de competencia 3	35%
	100% (Cumpliendo total de criterios)

Bibliografía Básica

Autor	Titulo	Edición	Editorial	ISBN
Schwartz, F. Z. H.	Fundamentals of groundwater	2	WILEY	
Fetter, Charles Willard	Applied hydrogeology.	5	WAVELAND PRESS	
Freeze, R. A.	GROUNDWATER.	1	LIBRARY OF CONGRESS	

Bibliografía de Bases de Datos Electronicas

Autor	Titulo del articulo	Año de publicación	Editorial
Urqueta, H., Jódar, J., Herrera, C., Wilke, H. G., Medina, A., Urrutia, J., ... & Rodríguez, J.	Land surface temperature as an indicator of the unsaturated zone thickness: A remote sensing approach in the Atacama Desert.	1	Science of The Total Environment, Journal
URL: 612, 1234-1248.			
Freeze, R. A.	Henry Darcy and the fountains of Dijon.	1	Groundwater
URL: 32(1), 23-30.			
Morsy, Karim, Morsy, Amr, Hassan, Ahmend.	Groundwater Sustainability: Oportunity out of threat. Groundwater for Sustainable Development,	7	Elsevier BV
URL:			