



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**PROGRAMA ÚNICO DE ESPECIALIZACIONES DE INGENIERÍA**  
**ESPECIALIZACIÓN EN AGUA SUBTERRÁNEA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**Programa de Actividad Académica**



<b>Denominación: GEOESTADÍSTICA APLICADA AL AGUA SUBTERRÁNEA</b>				
<b>Clave:</b>	<b>Semestre: 1</b>	<b>Campo de Conocimiento: Ingeniería en Ciencias de la Tierra</b>		<b>No. Créditos: 6</b>
<b>Carácter: Obligatorio</b>		<b>Horas</b>		<b>Horas por semestre:</b>
<b>Tipo: Teórica</b>	<b>Teoría:</b>	<b>Práctica:</b>	<b>3.0</b>	<b>48.0</b>
	<b>3.0</b>	<b>0.0</b>		
<b>Modalidad: Curso</b>		<b>Duración del programa: semestral</b>		
<b>Seriación: Sin Seriación ( ) Obligatoria (X) Indicativa ( )</b>				
<b>Actividad académica subsecuente: Hidrología Aplicada, Modelado Numérico de Flujo y de Transporte de Solutos</b>				
<b>Actividad académica antecedente: Ninguna</b>				
<b>Objetivo general: El alumno conocerá y aplicará las bases de la estadística espacial para su empleo en el análisis de variables hidrogeológicas e hidrogeoquímicas y su aplicación en Sistemas de Información Geográfica.</b>				

**Índice Temático**

Unidad	Tema	Horas	
		Teóricas	Prácticas
1	Introducción	2.0	0.0
2	El problema inverso en hidrogeología	7.0	0.0
3	Métodos de estimación de parámetros	8.0	0.0
4	Estadísticos de diagnóstico e inferenciales en la modelación inversa	6.0	0.0
5	Geoestadística y funciones aleatorias	6.0	0.0
6	Análisis estructural	7.0	0.0
7	Método de kriging	6.0	0.0
8	Aplicaciones a la hidrogeología	6.0	0.0
<b>Total de horas:</b>		<b>48.0</b>	<b>0.0</b>
<b>Suma total de horas:</b>		<b>48.0</b>	

**Contenido Temático**

Unidad	Tema y subtemas	
<b>1</b>	<b>Introducción</b>	
	1.1	Marco conceptual de la asignatura
	1.2	Sistemas de Información Geográfica (SIG), aplicado a geoestadística
<b>2</b>	<b>El problema inverso en hidrogeología</b>	
	2.1	Estructura y parámetros de un modelo
	2.2	Existencia, unicidad y estabilidad de la solución inversa
	2.3	La modelación inversa como un problema de optimización
	2.4	Identificabilidad, discretización y parametrización
<b>3</b>	<b>Métodos de estimación de parámetros</b>	
	3.1	Modelos lineales en los parámetros y los modelos no lineales en los parámetros
	3.2	Incorporación de información previa
	3.3	Algoritmos de optimización no lineal
<b>4</b>	<b>Estadísticos de diagnóstico e inferenciales en la modelación inversa</b>	
	4.1	Estadísticos para el análisis de sensibilidad
	4.2	Medidas estadísticas del ajuste del modelo
	4.3	Estadísticos de los parámetros del modelo
	4.4	Incertidumbre de la predicción y pruebas de linealidad
<b>5</b>	<b>Geoestadística y funciones aleatorias</b>	
	5.1	Introducción a la geoestadística
	5.2	Funciones aleatorias estacionarias y funciones aleatorias intrínsecas
	5.3	Estacionariedad y ergodicidad
	5.4	Funciones aleatorias no intrínsecas y la variabilidad espacial e incertidumbre
<b>6</b>	<b>Análisis estructural</b>	
	6.1	Conceptos básicos
	6.2	Propiedades del semivariograma y las partes del semivariograma
<b>7</b>	<b>Método de kriging</b>	
	7.1	Kriging puntual y kriging por bloques
	7.2	Estimación del semivariograma
	7.3	Kriging universal y el kriging residual

<b>8</b>	<b>Aplicaciones a la hidrogeología</b>		
	8.1	Estimación de variables hidrogeológicas	
	8.2	Simulación de funciones aleatorias	
	8.3	Diseño de redes de observación	
<b>Bibliografía Básica</b>			
<b>1</b>	Beck J.V. and K.J. Arnold. (1977). <i>Parameter Estimation in Engineering and Science</i> . Editorial John Wiley & Sons.		
<b>2</b>	Fossen. H. (2016). <i>Structural Geology</i> . (2 ed.). Editorial Cambridge University Press.		
<b>3</b>	Londoño L.A. Valdés Q. J.C. (2012). <i>Geoestadística aplicada: Generación de mapas de interpolación para el estudio de fenómenos distribuidos espacialmente</i> . Editorial Académica Española.		
<b>4</b>	McKillop S., Darby D.M. (2010). <i>Geostatistics Explained. An Introductory Guide for Earth Scientists</i> . Editorial Cambridge University Press.		
<b>5</b>	Samper F.J. y Carrera J. (1990). <i>Geoestadística: Aplicaciones a la hidrología subterránea, Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería</i> . Editorial Universitat Politècnica de Catalunya.		
<b>6</b>	Sun, Ne-Zheng. (1994). <i>Inverse problems in groundwater modeling, Theory and applications of transport in porous media</i> V. 6. Boston. Editorial Kluwer Academic Publishers.		
<b>Bibliografía Complementaria</b>			
<b>1</b>	Walpole R.E., Myers R.H., Myers S.L. y Ye K.. (2012). <i>Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias</i> . (9 ed.). Editorial Pearson.		
<b>Sugerencias didácticas</b>		<b>Mecanismos de evaluación del aprendizaje de los alumnos</b>	
Exposición Oral	( X )	Exámenes parciales	( X )
Exposición audiovisual	( X )	Examen final escrito	( X )
Ejercicios dentro de clase	( X )	Trabajos y tareas fuera del aula	( X )
Ejercicios fuera del aula	( X )	Exposición de seminarios por los alumnos	( )
Seminarios	( )	Participación en clase	( X )
Lecturas Obligatorias	( X )	Asistencia	( )
Trabajo de Investigación	( X )	Seminario	( )
Prácticas de taller o laboratorio *	( )	Otras	( )
Prácticas de campo *	( )		
Otras: Utilización de programas de cómputo aplicables	( X )		
* Las prácticas de laboratorio y campo son requisitos sin valor en créditos			
<b>Perfil profesional</b>			
Formación académica: Maestría o preferentemente Doctorado en Hidrogeología y conocimientos en SIG.			
Experiencia profesional: 5 años (mínimo) de experiencia en proyectos aplicados de aguas subterráneas relacionados con los tópicos incluidos en este temario.			
Especialidad: Hidrogeología.			
Conocimientos específicos: sólidas bases en hidrogeología, matemáticas, estadística y sistemas geográficos de información.			
Aptitudes y actitudes: Promover en los alumnos el desarrollo de actividades aplicadas bajo el concepto de enseñanza basada en proyectos de ingeniería.			