

## PROGRAMA DEL CURSO "GEOESTADISTICA"

Dr. Martín A. Díaz-Viera<sup>1</sup>, Dr. Huong Le Van<sup>2</sup>, M. en C. Daniel Vázquez Ramírez<sup>3</sup>

1) Instituto Mexicano del Petróleo, e-mail: [mdiazv64@gmail.com](mailto:mdiazv64@gmail.com)

2) e-mail: [levanhuong15011989@gmail.com](mailto:levanhuong15011989@gmail.com) 3) e-mail: [daniel.geofisico89@comunidad.unam.mx](mailto:daniel.geofisico89@comunidad.unam.mx)

**Viernes 13 de agosto de 4:00 a 7:00 pm, vía videoconferencia por Zoom**

**Regístrese al curso en classroom con el código: kyr7yzn**

**<https://classroom.google.com/c/Mzc1NTAxNDY5NzE4?cjc=kyr7yzn>**

**Pagina web del curso: <http://www.esmg-mx.org/activities/courses/geoestadistica>**

### **Objetivos del curso:**

- Ofrecer de manera sistemática los conceptos básicos de la Geoestadística sin requerir de un conocimiento avanzado de estadística.
- Proveer a los participantes de las habilidades prácticas que se requieren en el desarrollo de aplicaciones geoestadísticas en diversas áreas de ciencias de la tierra.
- Ejercitar mediante clases prácticas los conocimientos adquiridos usando software comercial y de dominio público.
- Resolver un problema concreto que sea del interés del participante aplicando la metodología Geoestadística (podrán traer sus propios datos).

### **Formas de Evaluación:**

Presentación por escrito y oral de las tareas (una por cada tema)

Discusión por escrito y oral de un artículo donde se aplique la geoestadística

### **Temario:**

#### **1.- Introducción**

- Objetivos del curso.
- Origen, definición y objeto de estudio
- Etapas del análisis geoestadístico
- La geoestadística, su posición y su relación con respecto a otras ramas de la estadística.
- Ejemplos de aplicaciones.

#### **2.- Análisis exploratorio de datos**

- Variable aleatoria: discreta y continua.
- Función de distribución de probabilidad (FDP)
- Función de densidad de probabilidad (fdp). Histograma.
- Percentiles. Momentos: valor esperado, varianza.
- Distribución normal. Características.
- Modelo lognormal. Características.
- Estadística multivariada.
- Distribución bivariada. Scattergram. Semivariograma.
- Momentos: media, covarianza, coeficiente de correlación.
- Regresión lineal y mínimos cuadrados

#### **3.- Funciones aleatorias**

- Variable aleatoria regionalizada
- Función aleatoria.
- Función de distribución y momentos de una función aleatoria
- Funciones aleatorias estacionarias
- Funciones aleatorias intrínsecas
- Funciones aleatorias no estacionarias

#### **4.- Análisis variográfico**

- El Semivariograma. Definición
- Estimadores del semivariograma
- Consideraciones prácticas para el cómputo del semivariograma muestral
- Formas generales del semivariograma muestral
- Condiciones que deben cumplir los modelos del semivariograma
- Modelos autorizados para el semivariograma
- Modelos transitivos o acotados. Modelos no acotados
- Semivariogramas anisotrópicos
- Modelación del variograma experimental. Métodos de ajuste
- Criterios de selección de los modelos
- Validación del modelo del semivariograma
- La “receta” del análisis estructural.
- Análisis estructural de un ejemplo práctico.

#### **5.- Estimación espacial**

- El mejor estimador lineal insesgado. Planteamiento general del problema.
- Ecuaciones del kriging ordinario. Forma matricial
- Clasificación de los diferentes tipos de kriging
- Ejemplos de kriging lineal más usuales: simple, ordinario y universal.
- Kriging por bloques
- Kriging en presencia de no estacionaridad
- Modos habituales de manejar la no estacionaridad
- Aspectos prácticos del kriging universal
- Kriging residual
- Kriging Indicador. La función Indicador. Variograma Indicador.
- Aspectos prácticos del kriging

#### **6.- Geoestadística multivariada**

- Definiciones de los momentos cruzados de segundo orden
- Propiedades de los momentos cruzados de segundo orden
- Cokriging en el caso estacionario
- Estimación y modelación de los momentos cruzados de segundo orden
- Modelo de correionalización lineal
- Análisis estructural multivariado
- Validación del modelo de semivariograma cruzado
- Ejemplos de aplicaciones del cokriging
- El caso de dos variables correlacionadas
- Estimación de combinaciones lineales de variables
- El problema de variables pobremente muestreadas
- Dificultades y aspectos prácticos del cokriging
- Algunos métodos alternativos al cokriging
- Kriging combinado con regresión lineal
- Kriging con una deriva externa

#### **7.- Métodos de simulación**

- Introducción
- Objetivos de la simulación
- Condicionamiento
- Simulación vs. estimación
- Simulación condicional
- Métodos de simulación más conocidos
- Métodos del tipo gaussiano
- Métodos para funciones aleatorias categóricas

- Secuencial indicador
- Gaussiano truncado (monogaussiano)
- Plurigaussiano
- Booleano
- Métodos para funciones aleatorias continuas
- Bandas rotantes
- Secuencial gaussiano
- Recocido simulado

### **Bibliografía:**

- [1] Chilès, J. P. and P. Delfiner, *Geostatistics: Modeling Spatial Uncertainty*, 2012.
- [2] Deutsch, C. V. and Andre G. Journel, *GSLIB. Geostatistical Software Library and User's Guide*. Second Edition, 1997.
- [3] Deutsch, C. V., *Geostatistical Reservoir Modeling*, Oxford University Press, New York, 376 pages, 2002.
- [4] Díaz-Viera, M. A., *GEOESTADÍSTICA APLICADA*, Instituto de Geofísica, UNAM, Instituto de Geofísica y Astronomía, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente de Cuba, 135 págs., 2002.
- [5] Hohn, M. E., *Geostatistics and Petroleum Geology*. Second Edition, 1998.
- [6] Isaaks, E. H. and R. M. Srivastava, *An Introduction to Applied Geostatistics*, Oxford Univ. Press, pp. 561, 1989.
- [7] Kelkar M. and G. Pérez, *Applied Geostatistics for Reservoir Characterization*, SPE, 2002.
- [8] Samper Calvete F. J. y J. Carrera Ramírez, *Geoestadística: Aplicaciones a la hidrogeología subterránea*, Centro Int. de Métodos Numéricos en Ingeniería, Barcelona, 1990.
- [9] The R Project for Statistical Computing, (<https://www.r-project.org/>).
- [10] Wackernagel H., *Multivariate Geostatistics: An Introduction with Applications*. 2nd Rev edition, 1998.