

## CURSO DE POSTGRADO

# Métodos para Datos Autocorrelacionados en Geología

**DOCENTE/S:** Dra. Silvia María Ojeda

**MODALIDAD:** Virtual sincrónica, virtual asincrónica (máximo 30 % de la carga horaria total del curso). El curso se dictará vía Google Meet, mediante links que se proveerán a los participantes en el aula virtual.

### FUNDAMENTACIÓN

La comprensión de la autocorrelación en los datos es esencial para el desarrollo y aplicación de modelos estadísticos en Geología, dada la naturaleza espacial y temporal de muchos fenómenos geológicos. Esta autocorrelación, ya sea espacial, temporal o espacio-temporal, surge de procesos geológicos subyacentes como la distribución de minerales, la concentración de elementos en muestras de roca, la actividad sísmica o la evolución de formaciones rocosas, entre otros. La presencia de autocorrelación puede tener un impacto significativo en el análisis estadístico tradicional, dado que las observaciones están influenciadas por valores previos. Por lo tanto, no es apropiado asumir que estas observaciones fueron generadas por variables aleatorias independientes e idénticamente distribuidas. Para evitar errores y sesgos en el análisis, es necesario explorar técnicas para detectar y modelar la autocorrelación. Al abordar adecuadamente la autocorrelación, se mejora la precisión del análisis y las predicciones en contextos geológicos, lo que contribuye a una comprensión más sólida de los fenómenos geológicos, investigaciones rigurosas y contribuciones estadísticamente significativas en este campo.

### OBJETIVO GENERAL

Contribuir a la formación de los participantes en el análisis estadístico de datos autocorrelacionados en geología, utilizando el software estadístico R.

### OBJETIVOS PARTICULARES

- Proveer a los participantes de conocimientos teóricos necesarios para comprender y analizar datos autocorrelacionados en geología.
- Formentar en los participantes el uso efectivo del software estadístico R para realizar análisis exploratorio de datos y detección de autocorrelación en contextos geológicos.
- Desarrollar en los estudiantes habilidades para estudiar y modelar la autocorrelación temporal en conjuntos de datos geológicos, utilizando modelos específicos de series de tiempo.

- Capacitar a los estudiantes en el análisis y modelado de datos geológicos autocorrelacionados espacialmente.
- Guiar a los participantes en la interpretación, aplicación y comunicación de los resultados obtenidos del análisis estadístico de datos geológicos autocorrelacionados temporal o espacialmente.

## **CONTENIDOS MÍNIMOS**

Introducción a la autocorrelación en datos geológicos: conceptos fundamentales y su importancia en el análisis estadístico. Autocorrelación temporal y autocorrelación espacial. Modelos de series temporales. Modelos en geoestadística. Análisis exploratorio de datos geológicos de series de tiempo y espaciales, utilizando técnicas estadísticas específicas para la autocorrelación. Metodologías para la detección y modelado de la autocorrelación de datos usando R. Aplicaciones prácticas y casos de estudio que ilustren la relevancia y utilidad del análisis estadístico de datos autocorrelacionados en geología.

## **PROGRAMA ANALÍTICO**

### **Unidad 1: Conceptos Preliminares.**

Revisión de conceptos estadísticos requeridos. Introducción al software estadístico R. Estadística descriptiva: tablas gráficos y medidas. Probabilidad. Variables aleatorias. Distribuciones de probabilidad. Distribución conjunta de variables de  $n$  variables independientes e idénticamente distribuidas. Estadística Inferencial. Estimación Puntual. Estimación por intervalos de Confianza. Test de hipótesis. Introducción a la autocorrelación. Visualización en R de datos autocorrelacionados.

### **Unidad 2: Datos Autocorrelacionados en el Tiempo**

Series de tiempo. Ejemplos en geología. Modelos estadísticos para series de tiempo. Limitaciones de la estadística clásica para el análisis de datos de series de tiempo. Procesos estacionarios. Presentación de la metodología Box-Jenkins para el análisis de series temporales. Identificación, estimación y diagnóstico de modelos ARIMA para datos geológicos temporales. Implementación en R.

### **Unidad 3: Estadística Espacial y Geoestadística**

Datos georeferenciados. Sistemas de coordenadas georreferenciadas. Coordenadas tridimensionales. Geodésicas. Proyecciones. Conceptos de estadística espacial y geoestadística. Correlación espacial. Limitaciones de la estadística clásica para el análisis de datos geoestadísticos. Estacionariedad estricta y débil de procesos espaciales. Índices de asociación espacial para análisis de patrones espaciales en datos geológicos. Índice de Moran. Índice de Geary. Uso de R para visualización y análisis de datos espaciales.

### **Unidad 4: Variograma y Kriging**

Estacionariedad Intrínseca. Variograma, definición, su importancia en el análisis de la variabilidad espacial en datos geológicos. Variograma nube. Variograma empírico.

Variograma teórico. Introducción al kriging como método de interpolación espacial en geología. Ejercicios prácticos en R para estimar variogramas y aplicar kriging en datos geológicos.

### **DESTINATARIOS**

Profesionales o estudiantes de postgrado en ciencias de la Tierra (preferentemente geólogos, geoquímicos, químicos, físicos, agrónomos, biólogos)

### **CUPO**

30 participantes.

### **MODALIDAD TEÓRICA-PRÁCTICA**

Las clases serán de carácter teórico-prácticas y se desarrollarán en tres instancias: 1) Presentación/exposición de conceptos y herramientas. 2) Discusión planteo y resolución de ejercicios aplicando los conceptos previamente tratados. 3) Desarrollo y resolución en R de situaciones-problema.

### **EVALUACIÓN**

Presentación de un trabajo final integrador.

### **CARGA HORARIA**

40 horas, 10 horas por cada unidad temática.

### **MATERIAL Y BIBLIOGRAFÍA:**

Se colgarán en el aula virtual los archivos pdf de las dispositivas antes de cada clase, al igual que las guías de actividades prácticas y los archivos de datos para análisis en R.

### **REQUERIMIENTOS**

Aula virtual Moodle

### **FECHA Y HORARIOS:**

Se dictará del 1 de agosto al 2 de setiembre inclusive, todos los días lunes y jueves de 17 a 21 horas.

### **HONORARIOS**

\$15.000 la hora

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Box, G. E., Jenkins, G. M., Reinsel, G. C., & Ljung, G. M. (2015). Time series analysis: forecasting and control. John Wiley & Sons.
- Davis, J. C., & Sampson, R. J. (1986). Statistics and data analysis in geology (Vol. 646). New York: Wiley.
- Jonathan D. Cryer and Kund-Sik Chan. (2008). Time Series Analysis with Applications in R. Sccond Edition Springer.
- McKillup, S., & Dyar, M. D. (2010). *Geostatistics explained: an introductory guide for earth scientists*. Cambridge University Press.
- Olaya, Víctor. (2020). Sistemas de información geográfica. ISBN: 978-1-71677-766-0.

- Schabenberger, O., & Gotway, C. A. (2017). Statistical methods for spatial data analysis. Chapman and Hall/CRC.