

	FORMATO DE SYLLABUS	Código: AA-FR-003	
	Macroproceso: Direccionamiento Estratégico	Versión: 01	
	Proceso: Autoevaluación y Acreditación	Fecha de Aprobación: 27/07/2023	

FACULTAD:	FACULTAD DE INGENIERÍA		
PROYECTO CURRICULAR:	Maestría en Ciencias de la Información y las Comunicaciones	CÓDIGO PLAN DE ESTUDIOS:	

I. IDENTIFICACIÓN DEL ESPACIO ACADÉMICO

NOMBRE DEL ESPACIO ACADÉMICO: ESTADÍSTICA ESPACIAL

Código del espacio académico:	79503006	Número de créditos académicos:	4			
Distribución horas de trabajo:	HTD	48	HTC	16	HTA	128
Tipo de espacio académico:	Asignatura	X	Cátedra			

NATURALEZA DEL ESPACIO ACADÉMICO:

Obligatorio Básico		Obligatorio Complementario		Electivo Intrínseco	X	Electivo Extrínseco	
--------------------	--	----------------------------	--	---------------------	---	---------------------	--

CARÁCTER DEL ESPACIO ACADÉMICO:

Teórico		Práctico		Teórico-Práctico	X	Otros:	Cuál: _____
---------	--	----------	--	------------------	---	--------	-------------

MODALIDAD DE OFERTA DEL ESPACIO ACADÉMICO:

Presencial		Presencial con incorporación de TIC		Virtual		Otros:	Cuál: _____
------------	--	-------------------------------------	--	---------	--	--------	-------------

II. SUGERENCIAS DE SABERES Y CONOCIMIENTOS PREVIOS

Estadística, probabilidad, matemáticas y conocimientos en regresión lineal y SIG.

III. JUSTIFICACIÓN DEL ESPACIO ACADÉMICO

Es fundamental para el magister en Ciencias de la Información y las Comunicaciones conocer y aplicar la estadística espacial en el manejo de la información geográfica georeferenciada, ya que estas técnicas le permiten tomar decisiones adecuadamente en áreas como; el ordenamiento territorial, el catastro, la planeación, economía, el medio ambiente, la ecología y la geodesia entre muchas otras áreas, decisiones enfocadas a la mejor utilización y administración de los recursos naturales y de la relación de estos con los seres humanos.

La estadística espacial se compone de tres grandes áreas; la geoestadística, los datos lattice y los procesos puntuales. Los propósitos fundamentales al aplicar la geoestadística son: estimar (Por ejemplo, el contenido promedio de alguna característica en la región de estudio), predecir (Valores de la variable en sitios no muestreados) y simular (identificar el comportamiento espacial de la variable de interés bajo algunos supuestos fijados a priori) variables regionalizadas.

Para cumplir con los tres objetivos mencionados en el párrafo anterior se usan los métodos Kriging o Cokriging. La escogencia de uno u otro depende de si existe información auxiliar relacionada, desde un punto de vista espacial, con la variable de interés y de los costos de interés de la variable primaria.

El análisis de datos de área "lattices o enmallados", tanto regulares como irregulares, es fundamental para los egresados de la maestría, dado que gran parte de la información que se analiza hoy en día esta georeferenciada. Por consiguiente, algunos de los siguientes problemas prácticos en donde un analista de información espacial es indispensable, se mencionan a continuación:

- Analizar la distribución y encontrar patrones de predictibilidad sobre el espacio, en el caso de captura de muestras de datos sismológicos sobre la distribución regional de terremotos.
- En la toma de muestras de salud pública (datos epidemiológicos) sobre la ocurrencia de enfermedades. Si la distribución de la muestra de una determinada enfermedad tiene o se le

En la toma de muestras de salud pública (datos epidemiológicos) sobre la ocurrencia de enfermedades: ¿La distribución de la muestra de una determinada enfermedad tiene o se le puede asociar un patrón en el espacio? ¿Hay alguna asociación con fuentes posibles de contaminación ambiental? ¿Hay alguna evidencia que una enfermedad particular es transmitida de un individuo a otro?

- En seguridad pública se desearía investigar si hay algún patrón espacial que determine la distribución de robos, atracos, atentados terroristas, secuestros y homicidios. Aquí se tendrían tanto datos de polígonos como de puntos, y se desearía analizar correlaciones de tasas de robos, homicidios (entre algunos de los ya mencionados) con características socioeconómicas asociadas a dichas regiones.
- Los científicos ambientales, en este caso geomáticos seguramente estarían interesados en el manejo de datos de imágenes de satélite, dado que la información de las imágenes suele ser muy ruidosa, se puede filtrar y extraer el ruido con el fin de obtener información que muestre patrones claros de la cobertura terrestre.
- En geodesia y específicamente en geología se desearía estimar la extensión de un depósito mineral sobre una determinada región, dados los datos de calicatas muestreadas de alguna región. En este caso el uso de métodos geoestadísticos sería lo más recomendable.
- En una colección de datos hidrológicos sobre la concentración de un químico tóxico en una colección de muestras de una serie de pozos, se podrían usar métodos geoestadísticos para construir un mapa regional de probabilidad de contaminación.
- Los comerciantes desearían usar datos socioeconómicos, que estén disponibles en pequeñas áreas de la población censada, para valorar demandas probables para sus productos si llegasen ellos a ofrecer sus mercancías a la población de dichos lugares, o también podrían estar pensando en expandir su negocio, en este caso un análisis de econometría espacial y de patrones espaciales sería muy pertinente.
- A los catastrales también les interesa analizar el comportamiento de los precios de los inmuebles en las diferentes regiones; tanto urbanas como rurales y a partir de la información obtenida determinar zonas de valorización o desvalorización, impactos de obras públicas y privadas en los precios de los inmuebles. Lógicamente análisis tanto geoestadísticos como de econometría espacial serían muy pertinentes.

IV. OBJETIVOS DEL ESPACIO ACADÉMICO (GENERAL Y ESPECÍFICOS)

OBJETIVO GENERAL: El objetivo de este curso es hacer que los estudiantes se familiaricen con la estadística espacial, la cual trata del análisis de datos espaciales, en cuanto a: establecimiento de estructuras de autocorrelación espacial, modelos de dependencia espacial y generación de modelos con fines predictivos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Formar a los estudiantes de la Maestría en Ciencias de la Información y las Comunicaciones (MCIC) en las técnicas de interpolación tanto determinísticas como geoestadísticas, técnicas de datos de área “econometría espacial” y de análisis de patrones espaciales y procesos de puntos que les permitan analizar e interpretar datos georeferenciados espacialmente, así como también en el diseño de redes y simulación de estas para captura de información evaluando costos y beneficios.
- Dar los elementos necesarios para que los asistentes manejen los principales conceptos avanzados asociados al análisis espacial de datos geográficos en el ámbito de: ciencias de la tierra, ciencias ambientales, análisis e interpretación de imágenes, sistemas de información geográfica, medicina, epidemiología, políticas de seguridad, economía regional y urbana
- Resolver un problema concreto que sea del interés del participante aplicando la metodología geoestadística y de datos de área (podrán trabajar sus propios datos).
- Proveer a los participantes de las habilidades prácticas que se requieren en el desarrollo de aplicaciones de la estadística espacial en diversas áreas de ciencias de la tierra.
- Ejercitar mediante clases prácticas los conocimientos adquiridos usando software comercial y de dominio público.

V. PROPÓSITOS DE FORMACIÓN Y DE APRENDIZAJE (PFA) DEL ESPACIO ACADÉMICO

Competencias	Dominio-Nivel	RA	Resultados de Aprendizaje
Generales	Utilizar las técnicas estadísticas para encontrar correlaciones espaciales, si existen, y definir modelos asociados a las variables de fenómenos que ocurren en la superficie terrestre.		

Laborales	Desde el punto de vista laboral se espera fortalecer competencias que permitan argumentar y justificar ¿el por qué? del uso de los modelos estadístico espaciales en el manejo de la información georeferenciada en la resolución de problemas prácticos y teóricos específicos de las diferentes áreas como: ordenamiento territorial, catastro, planeación, geografía, economía, ecología, salud pública, geodesia y en general áreas de ciencias de la tierra. Así como también, el curso incentiva el trabajo en equipo, el razonamiento crítico y enriquece la posibilidad de que los magister en CIC tengan una mejor comunicación con profesionales de otras áreas en proyectos afines a la estadística espacial.		
Cognitivas	Desde el punto de vista de las competencias cognitivas, el curso ayuda a desarrollar habilidades y destrezas que conducen al estudiante a razonar, analizar e interpretar diversos modelos y métodos de análisis de la estadística espacial.		
	El curso permite que los estudiantes propongan y planteen problemas prácticos y teóricos mediante su formulación matemática en la estadística espacial, simulando y estructurando a partir de datos georeferenciados modelos de estructuras espaciales. Lo cual genera una mejor comprensión en cuanto a la utilización y administración de los recursos naturales, y de la relación de estos con los seres humanos.		

VI. CONTENIDOS TEMÁTICOS

PARTE I- GEOESTADÍSTICA

1. Datos Espaciales y Análisis Exploratorio.

- 1.1 Estadística Espacial.
- 1.2 Geoestadística, Lattices y Patrones Espaciales
- 1.3 Datos Georreferenciados
- 1.4 Justificación del AED (Análisis Exploratorio de Datos)
- 1.5 Gráficos Exploratorios
- 1.6 Ejercicios .

2. Definiciones de Geoestadística y Modelamiento Correlación Espacial Muestral

- 2.1. Variable Regionalizada. Momentos.
- 2.2. Estacionariedad Fuerte e Intrínseca, Isotropía y Anisotropía
- 2.3. Funciones de Correlación Espacial
 - 2.3.1. Variograma y Semivariograma
 - 2.3.2. Covariograma y Correlograma

2.4. Modelos Teóricos de Semivarianza

2.5. Ejercicios.

3. Predicción Espacial

3.1. Predicción Espacial Optima

3.2. Transformaciones: Box-Cox, Anamorfosis Gaussiana y ogNormal

3.3. Kriging Ordinario, Kriging Simple, Kriging en Bloques, Kriging Universal, Kriging Residual, Kriging Indicador, Kriging LogNormal y Multigaussiano, y Kriging Probabilístico.

3.4. Ejercicios y Aplicaciones.

4. Temas Especiales.

4.1. Cokriging Ordinario y Simple.

4.2. Kriging Factorial.

4.3. Diseño de Redes de Muestreo.

4.4. Simulación de Campos Aleatorios Gaussianos

4.5. Ejercicios.

5. Aplicaciones Geoestadísticas

5.1 Estudios de Predicción de Precios de Viviendas (Terreno).

5.2 Estudios de Variables de Radiación Solar y de Precipitación.

5.3 Modelamiento de Partículas Contaminantes.

5.4 Modelamiento Digital de Terreno.

5.5 Estimación en Imágenes de Satélite.

5.6 Otras Aplicaciones.

PARTE II- PATRONES ESPACIALES Y PROCESOS DE PUNTOS

1. Muestreo por Cuadrante

1.1 Aleatoriedad y la Distribución Poisson e intensidad.

1.2 Modelo Poisson Regular o Doble y Distribuciones de Neyman y Thomas.

1.3 Distribución Binomial Negativa e Índices de No Aleatoriedad.

1.4 Prueba de Kolmogorov-Smirnov.

1.5 Prueba de Asociación Entre Pares de Especies.

1.6 Medidas de Asociación entre pares de Especies.

2. Muestreo por Distancia

2.1 Índice Vecino más Cercano

2.2 Estimación por Kernel

2.3 Funciones F, G, K y L

2.4 Índice Pielou de No-Aleatoriedad

2.5 Coeficiente de Agregación de Hopkins y Skellam

2.6 Pruebas de Razón y Correlación de Holgate

2.7 Índice de Segregación y test de Mantel.

3. Introducción a Algunos Modelos de Procesos de Puntos

3.1 Proceso de Poisson Homogéneo con intensidad

3.2 Proceso de Poisson no Homogéneo

3.3 Proceso de Poisson Compuesto (Distribución de Contagio)

3.4 Proceso de Poisson Clúster

3.5 Proceso Cox

PARTE III- LATTICES Y DATOS DE POLIGONOS

1. Análisis Exploratorio de Datos Espaciales

1.1 Origen de la Estadística y de la Econometría Espacial y los cinco principios de la Econometría

1.2 Espacial Matriz de Pesos Espacial: Construcción y selección

1.3 Los efectos espaciales: La dependencia o autocorrelación espacial (autocorrelograma espacial) y la heterogeneidad espacial.

1.4 Herramientas de Análisis Exploratorio (análisis descriptivo, box-plots, etc).

1.5 Herramientas gráficas: Moran Scatterplot, Scatter maps, Box maps, ...

1.6 Herramientas estadísticas: Contrastes de asociación espacial globales (I de Moran y G de Getis y Ord) y locales (LISA, G de Getis y Ord local).

2. Análisis Confirmatorio de Datos Espaciales

2.1 Implementación de los programas GeoDa, GeoDaSpace y R para el análisis de la dependencia y heterogeneidad espacial en un modelo de regresión.

2.2 Causas y consecuencias de la presencia de dependencia y heterogeneidad espacial en un modelo de regresión.

2.3 Herramientas de contrastación de la presencia de dependencia espacial.

2.4 Métodos de estimación en presencia de dependencia espacial; GMM y variables instrumentales.

2.5 Modelos SLM, SLE, Durbin Espacial, SARAR, GNS, SAC, y estimación vía ML, OLS y WLS.

2.6 Definición del concepto de heterogeneidad espacial.

2.7 Regresión Geográficamente Ponderada - GWR

VII. ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA QUE FAVORECEN EL APRENDIZAJE

Tradicional		Basado en Proyectos		Basado en Tecnología	
Basado en Problemas		Colaborativo		Experimental	
Aprendizaje Activo		Autodirigido		Centrado en el estudiante	

VIII. EVALUACIÓN

Resultados de aprendizaje (RA) a ser evaluados:	Resultados de aprendizaje asociados a las evaluaciones					
	Actividades Entregables	Talleres	Parciales	Informes de proyecto final	Proyecto final	Exposiciones
RA01			x			
RA02	x					
RA03				x		
RA04			x			
RA05	x					
RA06					x	
RA07						
RA08						
RA09						
Tipo de evaluación**						
Porcentaje de evaluación (%)	10% - 15%		15% - 20%	15%	20%	
Trabajo Individual (I) o Grupal (G)						
Tipo de nota	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5	0-5

IX. MEDIOS Y RECURSOS EDUCATIVOS

Ayudas audiovisuales: (VideoBeam) y de presentación de imágenes de computador.

Programas y/o software: ArcGIS 10.3 módulo Geostatistical Analysis, GeoDA y GeoDaspace, R program (módulos asociados a la estadística espacial en particular a geoestadística; geoR, akima, sgeostat, geospt, gstat, spatialreg, spgwr, spdep y spatstat), Excel y gretl.

Virtual: Classroom, meet y zoom.

Correo Institucional: El docente cuenta con un correo institucional mediante el cual los estudiantes podrán contactarlo en caso de requerirlo.

X. PRÁCTICAS ACADÉMICAS - SALIDAS DE CAMPO

XI. BIBLIOGRAFÍA

Básicas:

- Anselin, L. 1988. Spatial Econometrics Methods and Models. Departments of Geography and Economics, University of California, Santa Barbara. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht/Boston/London. doi:10.1007/978-94-015-7799-1.
- Bardossy, A. 2001. Introduction to Geostatistics. Univ. of Stuttgart.
- Bivand R., Pebesma E. & Gómez V. 2013. Applied Spatial Data Analysis with R. Springer.
- Armstrong, M., 1998. Basic Linear Geostatistics. Springer.
- Clark, I. 2001. Practical Geostatistics. Elsevier Publishing, New York.
- Cressie, N. 1993. Statistical for Spatial Data. John Wiley & Sons, New York.
- Dale, M. 1999. Spatial Pattern Analysis in Plant Ecology. Cambridge University press, Cambridge.
- Díaz M. (2002). Geoestadística Aplicada. Instituto de Geofísica y Astronomía. CITMA, Cuba. <http://mmc2.geofisica.unam.mx/cursos/geoest/GeoEstadistica.pdf>.
- Giraldo, R. 2003. Introducción a la Geoestadística. Simposio de Estadística Aplicada a las Ciencias Ambientales 2002.
- Giraldo, R. 2011. Estadística Espacial. Notas de clase. Universidad Nacional de Colombia.
- Haining, R., 2004. Spatial data Analysis. Theory and Practice. Cambridge University Press. New York.
- Isaaks, E. & R. M. Srivastava. 1989. Applied Geostatistics. Oxford University Press, New York.
- Johnston K, Ver J, Krivoruchko K & Lucas N. 2001., Using ArcGIS Geostatistical Analysis ESRI.
- LeSage, J. & Kelly, R. 2009. Introduction to Spatial Econometric. CRC Press Taylor & Francis.
- Pebesma, E.J. 2004. Multivariable geostatistics in S: the gstat package. Computers & Geosciences 30: 683-691.
- Reich Robin M. & Davis Richard. 2000. Quantitative Spatial Analysis (Course Notes for NR/St 523). Colorado State University, Fort Collins, Colorado 80523.
- Samper, F.J. & J. Carrera 1990. Geoestadística. Aplicaciones a la Hidrogeología Subterránea. Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería. Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona.
- Van. Der. Meer, F. 1993. Introduction to Geostatistics. Freek van der Meer Geology Division.
- Upton, G & B. Fingleton. 1985. Spatial Data Analysis by Example: Volume I. Point pattern and Quantitative Data.

Complementarias:

- Arbia, G. 2006. Spatial econometrics: statistical foundations and applications to regional convergence Advances in spatial science Springer.
- Anselin, L. & Rey, S. 2014. Modern Spatial Econometrics in Practice GeoDa Press LLC, Chicago, IL.
- Arlinghaus, S., 1996. Practical Handbook of Spatial Statistics. CRC Press. Boca Raton - New York.
- Chasco, C 2003. Econometría espacial aplicada a la predicción-extrapolación de datos microterritoriales. Comunidad de Madrid. Disponible en: <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM005618.pdf>.
- Chica. O, J. Teoría de las Variables Regionalizadas “Aplicación en economía Espacial y Valoración Inmobiliaria”
- Chiles, J. & Delfiner, P. 1999. Geostatistics. Modeling Spatial Uncertainty. John Wiley and Sons, New York.
- Diggle. Peter, J. 2003. Statistical Analysis of Spatial Point Patterns, Second Edition, Oxford University Press, New York.
- Diggle, P. Ribeiro, P. 2007. Model Based Geostatistics, Springer.
- Gamma Design. 1995. GS+. Geostatistical software for the Agronomic and Biological Science, version 2.3. Plainwell, Michigan. • Gelfand A.E., Diggle, P.J, Fuentes, M. & Guttorp, P. 2010. Handbook of Spatial Statistics. Chapman & Hall/CRC

2010. Handbook of Spatial Statistics. Chapman & Hall/CRC.

- Journel, A.G. & Ch. J. Huijbregts. 1978. Mining Geostatistics, Academic Press, New York.
- Matheron, G. 1962. Traite de Geostatistique Appliquee, Tome I. Memoires bureau de Recherches Geologiques et Minieres, N 24. Editions Bureau de Recherche et Minieres, Paris.
- Moreno, R. & Vayá, E. 2001. Técnicas Económicas para el Tratamiento de Datos Espaciales: La Economía Espacial. Edicions Universitat Barcelona.
- Myers, D. E. 1987. Optimization of Sampling Locations for Variogram Calculations. Water Resources Research. 23(3): 283(93).
- Schabenberger O. & Gotway C. 2005. Statistical Methods for Spatial Data Analysis. Chapman & Hall/CRC, Boca Raton – London - New York, 2005.
- Stein, A., Van der Meer, F. & Gorte, B., 2002. Spatial Statistics for Remote Sensing. Remote Sensing and Digital Image Processing. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht/Boston/London.
- Trevor, C. B. & Anthony, C. G. 1995. Interactive Spatial Data Analysis. Pearson Education Limited.
- Wackernagel. H. 2003. Multivariate Geostatistics. An Introduction with Applications. Springer-Verlag, Berlín.
- Waller, L. A. & Gotway, C. A., 2004. Applied Spatial Statistics for Public Health Data. John Wiley & Sons. Inc., Publication. New Jersey.

Páginas web

Bases de datos: www.elsevier.com -- www.sciencedirect.com -- www.ieeexplore.ieee.org

XII. SEGUIMIENTO Y ACTUALIZACIÓN DEL SYLLABUS

Fecha revisión por Consejo Curricular:			
Fecha aprobación por Consejo Curricular:		Número de acta:	

**Tipo de Evaluación	Abreviatura
1. Evaluación de habilidades	EHP
2. Evaluación basada en pruebas	EBP
3. Evaluación oral o presencial	EOP
4. Evaluación escrita	EE
5. Evaluación formativa	EF
6. Evaluación de desempeño	ED