



Ministerio de Cultura y Educación
Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales
Departamento: Minería
Area: Minería

(Programa del año 2025)

I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
FUNDAMENTOS DE GEOESTADISTICAS	ING.EN MINAS	6/15	2025	2° cuatrimestre

II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
ROSSI, MARIO EDUARDO	Prof. Responsable	P.Adj Simp	10 Hs
GIL COSTA, GRACIELA VERONICA	Prof. Colaborador	P.Tit. Exc	40 Hs
BASSAN, JOSE ANTONIO	Prof. Co-Responsable	P.Adj Simp	10 Hs
PEREZ, BEATRIZ LILIAN	Auxiliar de Práctico	JTP Exc	40 Hs

III - Características del Curso

Credito Horario Semanal				
Teórico/Práctico	Teóricas	Prácticas de Aula	Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.	Total
Hs	Hs	Hs	Hs	4 Hs

Tipificación	Periodo
C - Teoría con prácticas de aula	2° Cuatrimestre

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
04/08/2025	14/11/2025	15	60

IV - Fundamentación

Asignatura de carácter teórico-práctico, cuya finalidad es entregar a los estudiantes los conceptos generales y básicos de geoestadística utilizados en la industria minera, con énfasis en la Estimación de Recursos Minerales, y breves menciones de otras aplicaciones generales.

Incluye un repaso elemental de Estadística Clásica y de la Teoría de Probabilidades.

Se busca desarrollar en los estudiantes su capacidad de análisis y pensamiento sistémico sobre el rol de la geoestadística y la aplicabilidad de las metodologías de estimación y evaluación de riesgos geológicos y mineros en el proceso minero.

V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

- . Conocer y comprender conceptos básicos de Estadística clásica, incluyendo estadística descriptiva, de inferencia, y un conocimiento básico de probabilidades.
- . Conocer las mejores prácticas metodológicas que emplea la industria minera en la aplicación de métodos geoestadísticos.
- . Revisión y entendimiento de los aspectos básicos de la teoría geoestadística, con énfasis en aplicaciones prácticas.
- . Incluir una definición de prácticas buenas, mejoras, y óptimas en el sentido dado por los estándares internacionales utilizados para el cálculo de recursos y reservas mineras. Se enfatiza el grado de esfuerzo requerido y/o preferido para los distintos niveles de detalle según el estado de avance del proyecto minero.
- . Describir someramente los reglamentos Canadienses (43-101) y Australianos (ASZX basado en el JORC). Análisis de los objetivos de cada reglamento. Mención de otros reglamentos vigentes, incluyendo el reglamento Inglés (The Code), Sudafricano, Chileno, e internacional propuesto por CRIRSCO.

VI - Contenidos

MODULO 1:

Introducción y Herramientas y Conceptos Estadísticos. Objetivos y Alcances de curso. Metodología de trabajo. Elementos de un Modelo de Recursos. Aspectos Críticos. Perspectiva Histórica. Estadística Descriptiva. Teoría de Probabilidades. Cálculo de Probabilidades. Inferencia Estadística. Distribuciones Univariantes, Multivariantes, y Espaciales. Teorema Central del Límite. Distribuciones Gausianas, Lognormal, y otras. Integración e Inferencia de Datos. Postulado de Bayes. Transformaciones de Datos.

MODULO 2:

Variables y Manejo de los Datos

Variables de leyes minerales. Muestras originales y compositación a largo fijo. Aglomeración especial; técnicas de desaglomeración. Valores extremos. Determinación de la densidad in-situ de la roca. Variables geometalúrgicas y geotécnicas. Análisis exploratorio de datos. Introducción al Proyecto Final del Curso. Descripción del Proyecto Minero, y de las tareas involucradas en el cálculo de recursos del proyecto.

MODULO 3:

Controles Geológicos, Dominios de Estimación, y Modelos de Bloques Definición de controles geológicos y de mineralización. Elementos básicos de la interpretación y modelamiento geológico.

Visualización. Definición de los Dominios de Estimación. Uso del análisis exploratorios de los datos para la definición de dominios de Estimación. Contactos y tendencias espaciales de leyes de minerales. Importancia y Factores de Riesgo en la definición de los dominios de estimación. Modelo de bloques y geometrías comúnmente utilizadas. Breve descripción de los sistemas de coordenadas que se pueden utilizar.

MODULO 4:

Variografía y Continuidad Espacial Descripción de los Conceptos Involucrados. Variogramas Experimentales. Modelos de Variogramas en 3-D. Casos Multivariantes.

MODULO 5:

Dilución y Selectividad Minera

Recursos In-situ vs. Recursos Recuperables. Tipos de Dilución y Pérdidas de Mineral. Corrección del Efecto de Volumen-Varianza. Efecto de la Información.

VII - Plan de Trabajos Prácticos

MODULO 1: Introducción y Herramientas y Conceptos Estadísticos.

MODULO 2: Análisis exploratorio de las muestras originales. Compositado. Análisis estadísticos de los compósitos de estimación.

MODULO 3: Definición de Dominios de Estimación para el Proyecto Final del curso. MODULO 4: Definición de Modelos de Variogramas para el Proyecto Final del curso. MODULO 5: Análisis del Efecto Volumen-Varianza para el Proyecto Final del curso.

VIII - Regimen de Aprobación

1) Sistema de regularidad

- . Es obligatoria la asistencia al 80% de las clases.
- . Aprobación de dos evaluaciones parciales con un porcentaje no inferior al 60%. Cada una de ellas tendrá una recuperación.
- . En caso de no aprobar alguna de las evaluaciones parciales, podrá lograr la condición de regular, rindiendo una evaluación general que consiste de los temas evaluados en las dos pruebas.
- . Los estudiantes que hayan obtenido la condición de regular, aprobarán la materia a través de un examen final en las fechas que el calendario académico prevé para esta actividad.

Sistema de promoción:

La materia se podrá aprobar directamente, sin el examen final, obteniendo calificaciones no inferiores al 70% en cada una de las evaluaciones parciales o en las recuperaciones y aprobando una evaluación integradora oral.

. El estudiante que aprobó alguna evaluación con menos del 70% (obtuvo entre 60% y menos de 70%), puede presentarse a la correspondiente recuperación para intentar la promoción. La nota que se le considerara será la última obtenida.

Para estudiantes libres:

. La aprobación de la materia se obtendrá rindiendo un examen práctico escrito y en caso de aprobar éste, deberá rendir en ese mismo momento, un examen teórico.

IX - Bibliografía Básica

- [1] Spiegel, Murray R., Estadística, 2da Edición, McGraw-Hill, 1988
- [2] David, M., Geostatistical Ore Reserve Estimation, Elsevier, Amsterdam, 1977.
- [3] Davis, J.C., Statistical and Data Analysis in Geology, 2da Edición, John Wiley and Sons, New York, 646p, 1986.
- [4] Deutsch, C.V., 2002, Geostatistical Reservoir Modeling, Oxford University Press, New York, 376 p.
- [5] Deutsch, C.V., and Journel, A.G., GSLIB: Geostatistical Software Library and User's Guide, Oxford University Press, New York, 340p., con CD-ROM, 1997.
- [6] Gentry, D.W., y O'Neil, T.J., Mine Investment Análisis, Society of Mining Engineers, New York, 502p, 1984.
- [7] Goovaerts, P., Geostatistics for Natural Resources Evaluation, Oxford University Press, 483p., 1997.
- [8] Guilbert, J.M., y Park, C.F., Jr., The Geology of Ore Deposits, W.H. Freeman and Co., 985p, 1986.
- [9] Gy, P.M., Sampling of Particulate Materials: Theory and Practice, 2nd. Ed., Elsevier Amsterdam, 1982.
- [10] Hartman, H.L., Sr. Editor, SME Mining Engineering Handbook, Port City Press Inc., Baltimore, 2 vol., 2260p., 1992.
- [11] Isaaks, E.H., y Srivastava, R.M., 1989, An Introduction to Applied Geostatistics, Oxford University Press, 561 p.
- [12] Journel, A.G., y Huijbregts, Ch.J., Mining Geostatistics, Academic Press, 600 p., 1978.
- [13] Kennedy, B.A., Editor, Surface Mining, Segunda Edición, Port City Press Inc., Baltimore, 1194p., 1990.
- [14] Lane, K.F., The Economic Definition of Ore, Mining Journal Books Ltd., London, 149p., 1988.
- [15] Lapin, L.L., Probability and Statistics for Modern Engineering, PWS Publ., Boston, 624p, 1983.
- [16] Peters, W.C., Exploration and Mining Geology, 2da Edición, John Wiley and Sons, New York, 685p, 1987.
- [17] Ripley, B.D., Stochastic Simulation, John Wiley and Sons, New York, 237p, 1987.
- [18] Rossi, M.E., y Deutsch, C.V., "Mineral Resource Estimation", ed. Springer, 2014.
- [19] Tukey, J.W., Exploratory Data Análisis, Addison-Wesley Publ. Co., Reading, Mass., 688p., 1977.
- [20] Vogely, W.A., Editor, Economics of the Mineral Industries, 4ta Edición, Society of Mining Engineers, New York, 660p, 1985.

X - Bibliografía Complementaria

- [1] Aguilar C., A.G., y Rossi, M.E., 1996. San Cristóbal: Aplican Método de Maximización de Ganancias, Minería Chilena, Santiago, Chile, 15(175):63-69.
- [2] Amos, Q.G., 1998, Resources and Risk – The Lender's View, en "Ore Reserves and Finance: a Joint Seminar between AusIMM and ASX", Sydney, Australia. Junio 15, 1998.
- [3] Baker, C.K., and Giacomo, S.M., Resource and Reserves: Their Uses and Abuses by the Equity Markets, en "Ore Reserves and Finance: a Joint Seminar between AusIMM and ASX", Sydney, Australia, Junio 15, 1998.
- [4] Bruna Novillo, J. & Bassan, J. & Rossi, M.E., "Los Fundamentos del Modelo de Recursos Recuperables". SIMIN 2009. XVI Simposium de Ingeniería en Minas. Santiago, 18-21 Agosto, 2009.
- [5] Código para la Certificación de Prospectos de Exploración, Recursos y Reservas Mineras. Instituto de Ingenieros de Minas de Chile. Ministerio de Minería. Chile. 2003

XI - Resumen de Objetivos

- . Conocer y comprender conceptos básicos de Estadística clásica.
- . Conocer las mejores prácticas metodológicas que emplea la industria minera en la aplicación de métodos geoestadísticos.
- . Revisión y entendimiento de los aspectos básicos de la teoría geoestadística.
- . Entender los requerimientos de un cálculo de recursos y reservas.
- . Desarrollar un proyecto de estimación de recursos completo.

XII - Resumen del Programa

MODULO 1:

Introducción y Herramientas y Conceptos Estadísticos.

Teoría de Probabilidades. Cálculo de Probabilidades. Distribuciones Univariantes, Multivariantes, y Espaciales. Teorema Central del Límite. Distribuciones Gausianas, Lognormal, y otras. Integración e Inferencia de Datos. Postulado de Bayes. Transformaciones de Datos.

MODULO 2:

Variables y Manejo de los Datos

Variables de leyes minerales. Muestras originales y composición a largo fijo. Valores extremos. Determinación de la densidad in-situ de la roca. Variables geometalúrgicas y geotécnicas. Análisis exploratorio de datos.

MODULO 3:

Controles Geológicos, Dominios de Estimación, y Modelos de Bloques

Definición de controles geológicos y de mineralización. Elementos básicos de la interpretación y modelamiento geológico. Visualización. Definición de los Dominios de Estimación.

MODULO 4:

Variografía y Continuidad Espacial

Descripción de los Conceptos Involucrados. Variogramas Experimentales. Modelos de Variogramas en 3-D. Casos Multivariantes.

MODULO 5:

Dilución y Selectividad Minera

Recursos In-situ vs. Recursos Recuperables. Tipos de Dilución y Pérdidas de Mineral. Corrección del Efecto de Volumen-Varianza. Efecto de la Información

XIII - Imprevistos

De ocurrir algún imprevisto, se coordinará con los estudiantes las acciones a llevar a cabo a fin de continuar con el normal dictado de la materia.

XIV - Otros