

**EVALUACIÓN DE
RECURSOS MINERALES
1
2024-1**

I. INFORMACIÓN GENERAL

| | |
|------------------|--|
| CURSO | EVALUACIÓN DE RECURSOS MINERALES 1 |
| CLAVE | 1GEM09 |
| CRÉDITOS | 3 |
| HORAS DE DICTADO | CLASE: 2 Semanal LABORATORIO: 2 Semanal EXAMEN: |
| HORARIO | TODOS |
| PROFESORES | FERNANDO SAEZ RIVERA FERNANDO AGUSTIN CAMANA CALDERON |

II. PLANES CURRICULARES DONDE SE DICTA EL CURSO

| ESPECIALIDAD | ETAPA | NIVEL | CARÁCTER | REQUISITOS |
|----------------------|----------------------|-------|-------------|--|
| INGENIERÍA DE MINAS | PREGRADO EN FACULTAD | 0 | ELECTIVO | 1GEM08 GEOLOGÍA DE YACIMIENTOS MINERALES 1 [07] y 1MIN06 ESTADÍSTICA PARA MINERÍA [07] |
| INGENIERÍA GEOLÓGICA | PREGRADO EN FACULTAD | 9 | OBLIGATORIO | 1GEM08 GEOLOGÍA DE YACIMIENTOS MINERALES 1 [07] y 1GEM10 PETROLOGÍA DE ROCAS ÍGNEAS Y METAMÓRFICAS [07] y 1MIN06 ESTADÍSTICA PARA MINERÍA [07] |

Tipos de requisito

- 04 = Haber cursado o cursar simultáneamente
- 05 = Haber aprobado o cursar simultáneamente
- 06 = Promedio de notas no menor de 08
- 07 = Haber aprobado el curso

III. DESCRIPCIÓN DEL CURSO

Este curso aporta a las siguientes competencias de la carrera de Ingeniería Geológica:

C1. Resolución de problemas: Identifica y resuelve problemas de carácter geológico en la exploración, desarrollo y aprovechamiento eficiente de yacimientos minerales, aplicando principios de ingeniería geológica, con el principal objetivo de hallar y desarrollar nuevos recursos minerales u optimizar recursos minerales existentes. Los conocimientos obtenidos y metodologías aprendidas pueden ser también aplicados a problemas geológicos relacionados a la exploración y desarrollo de reservorios (agua, hidrocarburos, geotermia), la geotecnia, los riesgos geológicos y la protección del medioambiente.

C2. Diseño: Aplica conocimientos y diseño de ingeniería geológica, de modo abierto y crítico, utilizando en particular conocimientos de mineralogía, petrología, sedimentología, geología estructural, geoquímica, geofísica y geología económica, para construir el contexto de la formación de yacimientos y hallar nuevos recursos minerales que permitan dar apoyo al desarrollo sostenible y óptimo, que satisfagan la demanda de la sociedad, incluyendo aspectos ambientales y económicos, entre otros.

C4. Responsabilidad y ética profesional: Reconoce y considera responsabilidades éticas y profesionales en su quehacer como ingeniero geólogo, emitiendo juicios informados y argumentados, para obtener soluciones que toman en cuenta el contexto ambiental, ético, social y económico.

C5. Trabajo en equipo: Trabaja eficazmente en equipos multidisciplinarios contribuyendo a generar un ambiente colaborativo e inclusivo, para conjuntamente establecer metas, planificar tareas y cumplir objetivos.

C6. Experimentación: Desarrolla experimentos, análisis e interpretación de datos recogidos en el campo y obtenidos en el laboratorio, utilizando conocimientos de ingeniería geológica para emitir conclusiones.

C8. Gestión en ingeniería: Comprende los principios y la toma de decisiones en la gestión de proyectos.

IV. SUMILLA

Es un curso teórico-práctico enfocado en el muestreo, la Gestión de información, aseguramiento y control de calidad, así como en las diferentes estimaciones de las variables aleatorias, criterios de dominios de estimación, análisis exploratorio de la información, análisis estructural o variografía, análisis y estimación en el modelo de bloques, conceptos iniciales de simulación condicional y aplicaciones de la geoestadística en la industria. El curso contribuye a la competencia de identificación, planteamiento metodológico y propuesta de solución de problemas de carácter geológico. Así mismo contribuye al análisis e interpretación de datos, así como a la aplicación de conocimiento geológico para identificar los objetivos de experimentación, concebir un plan de estudio y análisis, eligiendo las herramientas convenientes, identificando responsabilidades éticas y profesionales y cumpliendo con el papel designado dentro del equipo. El curso también aporta en el entendimiento de la gestión de proyectos.

V. OBJETIVOS

El curso contribuye al logro de los siguientes Resultados de Aprendizaje:

RA1: Realiza la gestión de base de datos geológica, planteando una metodología de trabajo que incluya el diagnóstico de necesidades de su entorno, la identificación de los objetivos de la experimentación, la aplicación de los conocimientos de gestión y diseño de ingeniería, el análisis de los datos recogidos en el campo, el aseguramiento y control de calidad, y evaluando, de manera individual y grupal, el cumplimiento de las funciones asumidas en el equipo.

RA2: Elabora el modelo geológico de un yacimiento mineral basado en una metodología de trabajo que incluya la identificación de problemas y necesidades en un caso específico de su entorno, la utilización de la información de la base de datos, la interpretación de datos recogidos en el campo y en el laboratorio a través de herramientas analíticas y técnicas de modelamiento implícito, y evaluando el cumplimiento de los roles desempeñados en el equipo.

RA3: Aplica herramientas de estadística y geoestadística, así como principios de diseño de ingeniería geológica, en la estimación de leyes en el depósito, considerando una metodología de trabajo basada en la interpretación de los datos a través del uso de herramientas analíticas pertinentes, siguiendo las mejoras prácticas de la industria que incluyen un código de ética, y evaluando su desempeño individual y grupal.

VI. PROGRAMA ANALÍTICO

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN (1 sesiones)

- Historia de la Geoestadística
- Conceptos básicos: Repaso de Estadística y Cálculo Matemático, conceptos de Fenómeno Regionalizado, Variables categóricas y numéricas

CAPÍTULO 2 LA TEORÍA DEL MUESTREO (1 sesiones)

- Definición de Muestra. Exactitud y Precisión.
- El Teorema del Límite Central y los Intervalos de Confianza.
- Los errores de Pierre Gy. El error fundamental y la Ecuación de P. Gy. Nomogramas. Errores en la preparación mecánica de muestreo, conceptos iniciales de QAQC.

CAPÍTULO 3 COMPOSITACIÓN, REGULACIÓN Y CAMBIO DE SOPORTE (1 sesiones)

- Concepto de estacionaridad y dominios de estimación.
- Compositación.
- Cambio de soporte y Modelos de cambio de soporte DGM.

CAPÍTULO 4 ANÁLISIS EXPLORATORIO DE DATOS UNIVARIABLES (2 sesiones)

- Análisis Univariante, Tipos de distribución y propiedades de la distribución gaussiana.
- Generación de PDF, CDF, Boxplot, QQ-Plot, Declusterig, Capping/Top-Cut, análisis de resultados

CAPÍTULO 5 ANÁLISIS EXPLORATORIO DE DATOS MULTIVARIABLES (1 sesiones)

- Análisis Multivariante, Correlación/Covarianza, análisis de resultados

CAPÍTULO 6 VARIOGRAFÍA (2 sesiones)

- Definición. Generación de Variogramas experimentales; ajuste a modelos teóricos.
- Modelo de variogramas: el efecto pepita, el alcance y meseta.
- Elipsoide Variográfico y mapa variográfico.
- Análisis de resultados.

CAPÍTULO 7 PARÁMETROS DE ESTIMACIÓN Y TIPOS DE ESTIMACIÓN (1 sesiones)

- QKNA y sensibilidad de parámetros.
- Tipos de estimadores lineales. NN y ID.

CAPÍTULO 8 ESTIMACIÓN LINEAL KRIGING (1 sesiones)

- Demostración del kriging.
- La varianza de kriging.
- Tipos de kriging: simple, ordinario y universal.
- Kriging indicadores.

CAPÍTULO 9 MÉTODOS DE VALIDACIÓN DE LA ESTIMACIÓN LINEAL (1 sesiones)

- Validación Visual, Validación Global, Validación Local o Swathplot, Validación de cambio de soporte DGM.
- Sensibilidad y elección de Modelos.
- Segunda pasada y extrapolación.

CAPÍTULO 10 : LOS MÉTODOS ESTIMACIÓN NO LINEAL (1 sesiones)

- Estimación de Kriging de Indicadores y MIK, proceso de estimación residual y proceso de estimación gaussiana.

CAPÍTULO 11 SIMULACIÓN CONDICIONAL GAUSIANA (1 sesiones)

- Los principales tipos de simulación.
- Simulación condicional Gaussiana.
- Simulación de Variables continuas, categóricas y de objetos.
- Empleo de simulación.

CAPÍTULO 12 PRINCIPALES APLICACIONES (1 sesiones)

- Códigos Mineros y Geoestadística.
- Mejores prácticas en la estimación de parámetros.
- Presente y futuro de la Geoestadística.

CONSIDERACIÓN ADICIONAL

PRÁCTICAS DE LABORATORIO (14 sesiones)

Cada semana se realizará una sesión de Prácticas de Laboratorio, donde se resolverán ejercicios y aplicaciones numéricas con las principales herramientas de la Geoestadística usando software especializado. Habrá un sistema de prácticas calificadas que serán las que promediadas generarán uno de los criterios de evaluación.

VII. METODOLOGÍA

El curso se organiza en clases teóricas y en prácticas de laboratorio. Tiene un total 14 sesiones de 2 horas cada una, durante las cuales se desarrollará el temario que se detalla en el programa analítico y los ejercicios. El enfoque del curso prioriza la presentación práctica de los principales conceptos y herramientas de la Geoestadística. Asimismo, las clases teóricas serán complementadas con 14 prácticas desarrolladas en laboratorios informáticos, todas calificadas; en las cuales se tratará de procesar ejemplos y data lo más cercanos posible a situaciones reales que enfrentarán los estudiantes a lo largo de su carrera.

En cuanto a los recursos educativos, en el curso emplearemos los siguientes: Software Microsoft Office (Word, Excel, Access, PowerPoint), Supervisor, Datamine, Minesight.

VIII. EVALUACIÓN

Sistema de evaluación

| Nº | Codigo | Tipo de Evaluación | Cant. Eval. | Forma de aplicar los pesos | Pesos | Cant. Eval. Eliminables | Consideraciones adicionales | Observaciones |
|----|--------|--------------------|-------------|----------------------------|----------------|-------------------------|-----------------------------|----------------|
| 1 | Pb | Práctica tipo B | 14 | Por Promedio | Pb=2 | 0 | | RA 1, RA2, RA3 |
| 2 | Ex | Examen | 2 | Por Evaluación | Ex1=1 Ex2=1 | | | RA 1, RA2, RA3 |

Modalidad de evaluación: 2

Fórmula para el cálculo de la nota final

$$(2Pb + 1Ex1 + 1Ex2) / 4$$

Aproximación de los promedios parciales No definido

Aproximación de la nota final No definido

Consideraciones adicionales

¿ Ninguna práctica y examen se elimina, 75% asistencia en teoría

¿ Se tomará la práctica faltante de manera extemporánea

Pb: Ninguna práctica se elimina.

Examen: Las preguntas de los exámenes parcial y final se extraen de las prácticas.

IX. BIBLIOGRAFÍA

Referencia obligatoria

- Libro

Chiles J. P. & Delfiner P.

2001

Geostatistics. Modeling Spatial Uncertainty

- Libro

David, Michel

1977

GEOSTATISTICAL ORE RESERVE ESTIMATION

https://pucp.ent.sirsi.net/client/es_ES/campus/search/results?qu=geostatistical+ore+reserve+estimation

- Libro

- Davis J. C.
1973
Statistics and Data Analysis in Geology
https://pucp.ent.sirsi.net/client/es_ES/campus/search/results?qu=Statistics+and+Data+Analysis+in+Geology
- Libro
Gy, P.
1998
Sampling for Analytical Purposes
 - Libro
Journel A. G. & Kyriakidis P. C.
2004
Evaluation of Mineral Reserves. A Simulation Approach
 - Libro
Journel, A. G. Huijbregts, Ch. J.
1978
MINING GEOSTATISTICS
https://pucp.ent.sirsi.net/client/es_ES/campus/search/results?qu=Mining+geostatistics
 - Libro
Leuangthong, Oy. Khan, K. Daniel. Deutsch, Clayton V.
2011
Solved problems in Geostatistics
https://pucp.ent.sirsi.net/client/es_ES/campus/search/results?qu=Solved+problems+in+Geostatistics
 - Libro
Matheron G.
1965
Les variables Régionalisées et leur Estimation - Une application de la théorie des fonctions aléatoires aux sciences de la nature
 - Libro
Código CIM 2011
<https://mrmr.cim.org/en/standards/canadian-securities-regulatory-standards-for-mineral-projects/>
 - Libro
Código JORC 2012
https://www.jorc.org/docs/JORC_Code_2012_Spanish_translation_March_2018.pdf

X. POLÍTICA CONTRA EL PLAGIO

Para la corrección y evaluación de todos los trabajos del curso se va a tomar en cuenta el debido respeto a los derechos de autor, castigando severamente cualquier indicio de plagio con la nota CERO (00). Estas medidas serán independientes del proceso administrativo de sanción que la facultad estime conveniente de acuerdo a cada caso en particular. Para obtener más información, referirse a los siguientes sitios en internet

www.pucp.edu.pe/documento/pucp/plagio.pdf