



UNIVERSIDAD NACIONAL
"JOSE FAUSTINO SANCHEZ CARRION"

VICERRECTORADO ACADEMICO

FACULTAD DE INGENIERIA QUÍMICA Y METALÚRGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA

MODALIDAD PRESENCIAL

SILABO POR COMPETENCIA

CURSO:

**MODELAMIENTO Y SIMULACION DE
PROCESOS METALURGICOS**

I.-DATOS GENERALES

LÍNEA DE CARRERA	COMPLEMENTARIOS ESPECIALIZADOS
SEMESTRE ACADEMICO	2026-I
CÓDIGO DEL CURSO	506
CREDITOS	02
HORAS SEMANALES	HRS.TOTALES: 03 TEÓRICAS: 01 LABORATORIO: 02
CICLO	IX
SECCION	A
DOCENTE	ING.CAMONES HARO FRANCIS ROBERTH
CORREO INST.	fcamones@unjfsc.edu.pe
CELULAR	958870774

II.-SUMILLA

El curso de modelamiento y simulación de procesos metalúrgicos del IX ciclo de Ingeniería Metalúrgica, es una materia que está en la línea de carrera de Complementarios Especializados, y se imparte para dotar al egresado, de los conocimientos necesarios para aplicar los métodos adecuados para la simulación de cualquier procesos metalúrgico.

La asignatura en mención desarrolla en el estudiante los conocimientos de la ciencia metalúrgica, los modelación, simulación; así mismo, las capacidades y competencias se enmarcan dentro del perfil de la carrera de Ingeniería Metalúrgica.

Competencia: Comprende, analiza, explica, y prepara las diversas operaciones que implica la simulación de cualquier proceso metalúrgico desde su granulometría hasta la flotación.

Esta materia se ha programado en 16 semanas, 16 sesiones de clase y la sumilla lo componen los siguientes contenidos: (I) Introducción, Análisis Granulométrico y Tolvas II) Simulación de Molienda e Hidrociclón. (III) Simulación de una planta de chancado y molienda usando METSIM (IV) Simulación de una celda de flotación usando METSIM.

III. CAPACIDADES AL FINALIZAR EL CURSO

	CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDACTICA	UNIDAD DIDACTICA	SEMANAS
UNIDAD I	Describe los conocimientos básicos del modelamiento en el análisis granulométrico usando diferentes teoremas junto con simulaciones de Tolvas.	INTRODUCCION, MODELACION DE ANALISIS GRANULOMETRICO Y SIMULACION DE TOLVAS.	1-4
UNIDAD II	Es la segunda etapa de la molienda usando cálculos para llevarlos a la simulación junto con los hidrociclones para su respectivo modelamiento.	MOLIENDA E HIDROCICLONES.	5-8
UNIDAD III	Fundamenta y explica los cálculos obtenidos para las simulaciones usando el software METSIM para los diferentes procesos de chancado y molienda.	PLANTA DE CHANCADO METSIM	9-12
UNIDAD IV	Al final de los cálculos de la simulación se ejecutara una modelación de una celda de flotación utilizando el software METSIM.	CELDA DE FLOTACION METSIM	13-16

IV. INDICADORES DE CAPACIDADES AL FINALIZAR EL CURSO

Nº	INDICADORES DE CAPACIDAD AL FINALIZAR EL CURSO
1	Comprende los aspectos básicos de modelamiento y simulación.
2	Identifica los factores que afectan al modelado matemático.
3	Analiza datos para determinar modelos matemáticos.
4	Reconoce los aspectos básicos de la modelación matemática.
5	Aplica métodos numéricos para obtener los modelos matemáticos.
6	Clasifica los tipos de modelos matemáticos.
7	Reconoce los mecanismos y modelos de los procesos metalúrgicos.
8	Identifica los principales modelos de simulación.
9	Elabora un plan para desarrollar un experimento de simulación.
10	Aplica técnicas de optimización en combinación con la simulación.
11	Implementa un modelo de simulación en un software de simulador a partir de un diagrama de flujo del proceso.
12	Describe y analiza sobre las estrategias para macros.
13	Clasifica los diferentes tipos de simulación.
14	Reconoce los aspectos básicos de programación METSIM.
15	Reconoce los fundamentos de funcionamiento de un simulador.
16	Reconoce las principales aplicaciones del modelamiento y simulación de procesos metalúrgicos.

V.- DESARROLLO DE LAS UNIDADES DIDACTICAS:

UNIDAD DIDACTICA I	CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDÁCTICA I: En esta unidad se describe los conocimientos básicos del modelamiento en el análisis granulométrico usando diferentes teoremas junto con simulaciones de Tolvas.					
	Semana	Contenidos			Estrategia didáctica	Indicadores de logro de la capacidad
		Conceptual	Procedimental	Actitudinal		
	01	Introducción al modelamiento y a la simulación de procesos. Conceptos, características, modelamiento, definición.	Distingue los aspectos básicos de modelamiento y simulación.	• Comparte información con sus compañeros de manera solidaria. • Valora la importancia de los conceptos aprendidos. • Muestra disposición cooperativa para la realización de ejercicios prácticos. • Coopera con sus compañeros de grupo en la solución de trabajos.	• Exposición:Uso de Google meet • Debate dirigido:Foros, chat • Lecturas:Uso de repositorios digitales • Lluvia de ideas:Foros, chat	• Comprende la importancia y la aplicación del modelamiento y simulación en los procesos metalúrgicos. • Identifica los factores que condicionan los distintos tipos de modelos. • Analiza datos y los aplica en las simulaciones de análisis granulométrico. • Aplica conceptos aprendidos en la resolución de preguntas y problemas.
	02	Modelado matemático. Clases de modelos. Proceso del modelamiento, validación del modelo.	Desarrolla los tipos de modelos matemáticos.			
	03	Modelado de análisis granulométrico. Simulación de Tolvas.	Representar los diferentes modelos de análisis granulométrico y de tolvas.			
04	Evaluación parcial del Módulo I.					
		EVALUACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA				
		EVIDENCIA DE CONOCIMIENTOS	EVIDENCIA DE PRODUCTO		EVIDENCIA DE DESEMPEÑO	
		-Exámenes y cuestionarios. -Tareas y Talleres.	-Trabajos individuales y/o grupales -Soluciones a ejercicios propuestos		-Interacción y comportamiento en clase.	

CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDÁCTICA II: En esta unidad se trata sobre la molienda usando cálculos para llevarlos a la simulación junto con los hidrociclones para su respectivo modelamiento.						
UNIDAD DIDACTICA II	Semana	Contenidos			Estrategia didáctica	Indicadores de logro de la capacidad
		Conceptual	Procedimental	Actitudinal		
	05	Teoría de sistemas: Modelamiento y simulación sistémica aplicado a los procesos metalúrgicos.	Distingue a los diferentes tipos de sistemas.	Comparte información con sus compañeros de manera solidaria.	- Exposición:Uso de Google meet. - Debate dirigido:Foros, chat - Lecturas:Uso de repositorios digitales - Lluvia de ideas:Foros, chat.	Comprende la importancia y la aplicación del modelamiento y simulación en los procesos metalúrgicos.
	06	Generación de cálculos para la carga ideal de molienda usando Macros.	Desarrolla conceptos básicos de molienda.	Valora la importancia de los conceptos aprendidos.		Identifica los factores que condicionan los distintos tipos de modelos.
	07	Modelamientos de hidrociclones usando la ecuación de Lynch – Rao.	Establece las variables del modelado.	Muestra disposición cooperativa para la realización de ejercicios prácticos.		Analiza datos y los aplica en las simulaciones de análisis granulométrico.
08	Evaluación parcial del Módulo II.		Coopera con sus compañeros de grupo en la solución de trabajos.	Aplica conceptos aprendidos en la resolución de preguntas y problemas.		
		EVALUACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA				
		EVIDENCIA DE CONOCIMIENTOS	EVIDENCIA DE PRODUCTO		EVIDENCIA DE DESEMPEÑO	
		-Exámenes y cuestionarios. -Tareas y Talleres.	-Trabajos individuales y/o grupales -Soluciones a ejercicios propuestos		-Interacción y comportamiento en clase.	

	CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDÁCTICA III: En esta unidad se explica los cálculos obtenidos para las simulaciones usando el software METSIM para los diferentes procesos de chancado y molienda.					
	Semana	Contenidos			Estrategia didáctica	Indicadores de logro de la capacidad
		Conceptual	Procedimental	Actitudinal		
UNIDAD DIDACTICA III	09	Definición de chancado y molienda para ser simulado con el software METSIM.	Define los aspectos básicos del chancado en el simulador.	Comparte información con sus compañeros de manera solidaria. Valora la importancia de los conceptos aprendidos. Muestra disposición cooperativa para la realización de ejercicios prácticos. Coopera con sus compañeros de grupo en la solución de trabajos.	- Exposición:Uso de Google meet - Debate dirigido:Foros, chat. - Lecturas:Uso de repositorios digitales - Lluvia de ideas:Foros, chat.	Comprende la importancia y la aplicación del modelamiento y simulación en los procesos metalúrgicos. Identifica los factores que condicionan los distintos tipos de modelos. Analiza datos y los aplica en las simulaciones de análisis granulométrico. Aplica conceptos aprendidos en la resolución de preguntas y problemas.
	10	Análisis de diferentes estrategias para el software METSIM.	Establece las principales estrategias de simulación para un proceso metalúrgico.			
	11	Instrumentación y Sistemas de Simulación para un adecuado modelamiento de chancado y molienda.	Establece la metodología para optimizar los procesos metalúrgicos mediante el software METSIM.			
	12	Evaluación parcial del Módulo III.				
		EVALUACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA				
		EVIDENCIA DE CONOCIMIENTO	EVIDENCIA DE PRODUCTO		EVIDENCIA DE DESEMPEÑO	
		-Exámenes y cuestionarios. -Tareas y Talleres.	-Trabajos individuales y/o grupales -Soluciones a ejercicios propuestos		-Interacción y comportamiento en clase.	

	CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDÁCTICA IV: En esta unidad se determina los cálculos de la simulación se ejecutara una modelación de una celda de flotación utilizando el software METSIM.					
	Semana	Contenidos			Estrategia didáctica	Indicadores de logro de la capacidad
		Conceptual	Procedimental	Actitudinal		
UNIDAD DIDACTICA IV	13	Diseño de sistemas de simulación con sus variables y diagramas de flujo.	Investiga y desarrolla conceptos de sistemas de simulación.	Comparte información con sus compañeros de manera solidaria. Valora la importancia de los conceptos aprendidos. Muestra disposición cooperativa para la realización de ejercicios prácticos. Coopera con sus compañeros de grupo en la solución de trabajos.	- Exposición :Uso de Google meet - Debate dirigido:Foros, chat. - Lecturas>:Uso de repositorios digitales - Lluvia de ideas:Foros, chat.. .	Comprende la importancia y la aplicación del modelamiento y simulación en los procesos metalúrgicos. Identifica los factores que condicionan los distintos tipos de modelos. Analiza datos y los aplica en las simulaciones de análisis granulométrico. Aplica conceptos aprendidos en la resolución de preguntas y problemas.
	14	Descripción e importancia del software METSIM en un proceso metalúrgico.	Desarrolla, el proceso de programación METSIM aplicado al sector metalúrgico.			
	15	Conceptos básicos de programación usando el software METSIM para las celdas de flotación.	Define los conceptos fundamentales de programación en una celda de flotación.			
	16	Evaluación parcial del Módulo IV.				
		EVALUACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA				
		EVIDENCIA DE CONOCIMIENTOS	EVIDENCIA DE PRODUCTO			EVIDENCIA DE DESEMPEÑO
		-Exámenes y cuestionarios. -Tareas y Talleres.	-Trabajos individuales y/o grupales -Soluciones a ejercicios propuestos			-Interacción y comportamiento en clase.

VI. MATERIALES EDUCATIVOS Y OTROS RECURSOS DIDÁCTICOS

Los materiales educativos y recursos didácticos que se utilizarán en el desarrollo del presente curso

1.-MEDIOS Y PLATAFORMAS VIRTUALES

- Casos prácticos
- Pizarra interactiva
- Videos.
- Repositorios de datos

2.-MEDIOS INFORMATICOS:

- Computadora.
- Tablet
- Celulares.
- Internet.

VII. EVALUACIÓN

La Evaluación es inherente al proceso de enseñanza aprendizaje y será continua y permanente. Los criterios de evaluación son de conocimiento, de desempeño y de producto.

1. Evidencias de Conocimiento.

La Evaluación será a través de pruebas escritas y orales para el análisis y autoevaluación. En cuanto al primer caso, medir la competencia a nivel interpretativo, argumentativo y propositivo, para ellos debemos ver como identifica (describe, ejemplifica, relaciona, reconoce, explica, etc.); y la forma en que argumenta (plantea una afirmación, describe las refutaciones en contra de dicha afirmación, expone sus argumentos contra las refutaciones y llega a conclusiones) y la forma en que propone a través de establecer estrategias, valorizaciones, generalizaciones, formulación de hipótesis, respuesta a situaciones, etc.

En cuanto a la autoevaluación permite que el estudiante reconozca sus debilidades y fortalezas para corregir o mejorar.

Las evaluaciones de este nivel serán de respuestas simples y otras con preguntas abiertas para su argumentación.

2. Evidencia de Desempeño.

Esta evidencia pone en acción recursos cognitivos, recursos procedimentales y recursos afectivos; todo ello en una integración que evidencia un saber hacer reflexivo; en tanto, se puede verbalizar lo que se hace, fundamentar teóricamente la practica y evidenciar un pensamiento estratégico, dado en la observación en torno a como se actúa en situaciones impredecibles.

La evaluación de desempeño se evalúa ponderando como el estudiante se hace investigador aplicando los procedimientos y técnicas en el desarrollo de las clases a través de su asistencia y participación asertiva.

3. Evidencia de Producto.

Están implicadas en las finalidades de la competencia, por tanto no es simplemente la entrega del producto, sino que tiene que ver con el campo de acción y los requerimientos del contexto de aplicación.

La evaluación de producto de evidencia en la entrega oportuna de sus trabajos parciales y el trabajo final.

Además, se tendrá en cuenta la asistencia como componente del desempeño, el 30% de inasistencia inhabilita el derecho de evaluación.

VARIABLES	PONDERACIONES	UNIDADES DIDACTICAS DENOMINADAS MODULOS
Evaluación de Conocimiento.	30%	El ciclo académico comprende 4 Módulos.
Evaluación de Producto.	35%	
Evaluación de Desempeño.	35%	

Siendo el promedio final (PF), el promedio simple de los promedios ponderados de cada modulo (PM1, PM2, PM3, PM4).

$$PF = \frac{PM1 + PM2 + PM3 + PM4}{4}$$

VIII. BIBLIOGRAFÍA

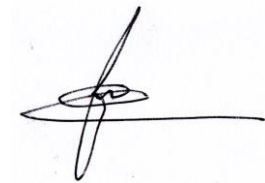
8.1.-Fuentes bibliográficas

- 1.-Kendall, K. Kendall, J. (2005). Analisis y Diseño de Sistemas, 6ta Edición, Pearson Education, Monterrey, México.
- 2.-Law, Averill M. Simulation Modelling & Analysis – 4ta Edición. McGraw Hill, New York, USA.
- 3.-Lynch, A.J (1977). Mineral Crushing and Grinding Circuits: Their Simulation, Optimization, Design y Control.
- 4.- Lynch, A.J., Johnson, N.W., Manalig, E.V., and Thorne, C.G (1981). Mineral and Coal Flotation Circuits. Their Simulation and Control.
- 5.-Sepulveda, J.E. Gutierrez, L (1986). Dimensionamiento y Optimización De Plantas Concentradoras mediante técnicas de modelación Matemática.
- 6.-Austin, L.G., Concha, F.A. (1994). Diseño y Simulación de Circuitos de Molienda y Clasificación.

8.2.-Fuentes complementarias

- 1.- METSIM Help Online, Version 17.05
- 2.- Le Language APL (French Books) 1975.
- 3.- METSIM Brochure.
- 4.- Visual Basic para aplicaciones, Editorial Casanova, 1999.

Huacho, marzo del 2026.



.....
Ing. Camones Haro, Francis
CIP 235218