



UNIVERSIDAD NACIONAL
"JOSE FAUSTINO SANCHEZ CARRION"

VICERRECTORADO ACADEMICO

FACULTAD DE INGENIERIA QUÍMICA Y METALÚRGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA METALÚRGICA

MODALIDAD PRESENCIAL

SILABO POR COMPETENCIA

CURSO:

**CONCENTRACION Y FLOTACION DE
MINERALES**

I.-DATOS GENERALES

LÍNEA DE CARRERA	METALURGIA EXTRACTIVA
SEMESTRE ACADÉMICO	2026-2
CÓDIGO DEL CURSO	401
CREDITOS	03
HORAS SEMANALES	HRS. TOTALES: 06 T: 02 P:1 L:3
CICLO	VII
SECCION	A
DOCENTE	GERARDO LUIS MORA PALOMINO
CORREO INST.	gmora@unifsc.edu.pe

II.-SUMILLA:

El curso de concentración y flotación de minerales del VII ciclo de Ingeniería Metalúrgica, es una materia que está en la línea de carrera de Metalurgia Extractiva, y se imparte para dotar al egresado, de los conocimientos necesarios para aplicar los métodos adecuados para la obtención de los concentrados de calidad para comercializarlos sin ningún inconveniente.

La asignatura en mención desarrolla en el estudiante los conocimientos de la ciencia metalúrgica, los minerales, características, y su ubicación en el circuito minero-metalúrgico; así mismo, las capacidades y competencias se enmarcan dentro del perfil de la carrera de Ingeniería Metalúrgica.

Competencia: Describe y aplica los principios y técnicas de concentración y flotación de minerales, para diseñar y emplear procesos de flotación de minerales, desarrollando la participación individual y grupal en el proceso de aprendizaje con responsabilidad y respeto. Esta materia se ha programado en 16 semanas, 16 sesiones de clase y la sumilla lo componen los siguientes contenidos: (I) Introducción, separación magnética, y eléctrica II) Principios de flotación y agentes químicos (III) Proceso de flotación, diseño y simulación de circuitos de flotación (IV) Separación sólido-líquido, disposición de relaves y balance metalúrgico.

III. CAPACIDADES AL FINALIZAR EL CURSO

	CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDACTICA	UNIDAD DIDACTICA	SEMANAS
UNIDAD I	Es importante conocer el campo de estudio de la metalurgia, las características de los minerales, sus clases, y el volumen en todo el territorio nacional, el movimiento y la caracterización de los mismos en todas las plantas de tratamiento, las técnicas de flotación por espuma de los minerales valiosos de los minerales no valiosos que hay en todos los minerales ya sea monometálicos como los polimetálicos que existen en el Perú.	INTRODUCCION, SEPARACION GRAVIMETRICA MAGNETICA Y ELECTRICA	1-4
UNIDAD II	En esta unidad se trata del proceso de flotación de las partículas valiosas de las no valiosas que hay en todos los minerales que hay en el Perú, para ello se hace uso de los diferentes reactivos de flotación que existen en el mercado para lograr el objetivo.	PRINCIPIOS DE FLOTACION Y AGENTES QUIMICOS	5-8
UNIDAD III	En esta unidad se trata del proceso en si de la flotación, que junto a los reactivos de flotación y la calidad de la pulpa mineral proveniente de los reboses de los clasificadores hace que la selección de las partículas valiosas sea eficiente, y no se desperdicie por los relaves.	PROCESO DE FLOTACION, DISEÑO Y SIMULACION DE CIRCUITOS DE FLOTACION	9-12
UNIDAD IV	En esta unidad se trata de los espesadores, de los filtros, con la finalidad que los concentrados finales tengan la menor cantidad de agua para su comercialización, igualmente tiene que ver con el balance de materia que se hace en las plantas concentradoras , para analizar los rendimientos de los diferentes procesos de concentración, además tiene que ver con la disposición de los relaves para evitar que se contamine el medio ambiente	SEPARACION SOLIDO.LIQUIDO, DISPOSICION DE RELAVES Y BALANCE METALURGICO	13-16

IV. INDICADORES DE CAPACIDADES AL FINALIZAR EL CURSO

Nº	INDICADORES DE CAPACIDAD AL FINALIZAR EL CURSO
1	Explica la relación con las otras etapas del proceso de concentración de minerales. Minerales polimetálicos
2	Compara las bondades de estas técnicas en el proceso de concentración.
3	Concluye que la técnica de flotación por espuma es la más aceptada mundialmente.
4	Usa los diagramas de flujo más adecuados.
5	Concluye que los parámetros usados son los correctos.
6	Selecciona los reactivos (kg/TM) más usados para el proceso de flotación.
7	Concluye que las fórmulas usadas son las más convenientes.
8	Aplica los reactivos de flotación en los respectivos puntos del diagrama de flujo. Balance metalúrgico
9	Aplica los diferentes circuitos de flotación a las diferentes plantas concentradoras de la región y del País.
10	Evalúa los tipos de flotación que se aplica a los diferentes procesos de flotación de minerales.
11	Compara los diferentes circuitos de flotación que se aplica a los diversos procesos.
12	Determina que circuito de flotación es el que se adapta mejor para un proceso determinado. Diseño de equipos.
13	Escoge el espesador y los filtros requeridos para los procesos de concentración de minerales.
14	Corrige los errores de las diferentes fallas que se detectan en el procesamiento de los minerales. Comercialización de minerales
15	Decide el tratamiento a seguir y las áreas de terreno necesarias.
16	Evalúa las diferentes exposiciones y valoriza cada uno de ellos.

V.- DESARROLLO DE LAS UNIDADES DIDACTICAS:

UNIDAD DIDACTICA I	CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDÁCTICA I: Se emplea los aspectos generales de la metalurgia como ciencia, para tratar los diferentes tipos de minerales del país por la técnica de flotación por espuma. la gravimétrica, magnética y eléctrica.					
	Sema na	Contenidos			Estrategia didáctica	Indicadores de logro de la capacidad
		Concept ual	Procedimental	Actitudinal		
	01	Introducción . Esquematizar el diagrama de las etapas de concentración de minerales.	Ubicar el curso dentro de las etapas de concentración de minerales.	• Analizar el porqué de esta ubicación y cual es la consecuencia del proceso final.	• Exposición:Us o de Google meet. • Debate dirigido:Foros, chat. • SeminarioLecturas: Uso de repositorios digitales • Lluvia de ideas:Foros, chat.	• Explica la relación con las otras etapas del proceso de concentración de minerales. • Compara las bondades de estas técnicas en el proceso de concentración. • Concluye que la técnica de flotación por espuma es la más aceptada mundialmente. • Usa los diagramas de flujo más adecuados.
	02	Concentracion gravimétrica Concentración magnética Concentración eléctrica	Estudiar estas técnicas de concentración de minerales y cuantas clases de minerales existen en el Perú que usan estas técnicas.	• Aplicar estas técnicas a los diferentes minerales que hay en el Perú. • Aplicar esta técnica para los minerales sulfurados y no sulfurados parcialmente.		
	03	Concentración por la técnica de flotación por espuma.	Interpretar las etapas del procesamiento de los minerales	• Aplicar esta técnica para los minerales sulfurados y no sulfurados parcialmente.		
04	Diagramas de flujo de las plantas concentradoras	Graficar los diferentes diagramas de flujo de las plantas concentradoras, para diversos tipos de minerales que existen en el Perú.	• Seleccionar los más adecuados para el proceso de aprendizaje.			
		EVALUACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA				
		EVIDENCIA DE CONOCIMIENTOS	EVIDENCIA DE PRODUCTO		EVIDENCIA DE DESEMPEÑO	
		-Estudios de casos -Cuestionarios	-Trabajos individuales y/o grupales -Soluciones a ejercicios propuestos		-Comportamiento en clase virtual	

CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDÁCTICA II: En esta unidad se trata sobre los temas de flotación por espuma y los agentes químicos que se usan para la obtención de los concentrados.						
	Seman a	Contenido s			Estrategia didáctica	Indicadores de logro de la capacidad
		Conceptual	Procedimental	Actitudinal		
UNIDAD DIDACTICA II	0 5	Mecanismo de flotación, factores para una buena concentracion de minerales	Emplear sus Conocimientos para determinar los parámetros para una buena concentración de minerales valiosos.	• Aplicar los parámetros requeridos para una buena flotación. • Proponerñ los reactivos más adecuados para el proceso de flotación por espuma. • Aplicar las fórmulas del consumo de reactivos de flotación de minerales. • Introducir los diferentes tipos de reactivos en los diferentes puntos del diagrama de flujo de unaplanta concentradora.	• Exposición:Us o de Google meet • Debate dirigido:Foros, chat. • Lecturas: Uso de repositorios digitales. • Lluvia mde ideas: foros, chat. • Prácticas de campo	• Concluye que los parámetros usados son los correctos. • Selecciona los reactivos más usados para el proceso de flotación. • Concluye que las fórmulas usadas son las más convenientes. • Aplica los reactivos de flotación en los respectivos puntos del diagrama de flujo.
	0 6	Reactivos de flotación, clases	Estudiar las diferentes clases de reactivos de flotación usados en el proceso			
	0 7	Consumo de reactivos de flotación, cálculos.	Identificar los diferentes reactivos de flotación y se calcula el consumo para las diferentes capacidades de planta.			
	0 8	Diagramas de flujo de aplicación de los diferentes tipos de reactivos de flotación.	Esquematizar los diagramas de flujo para adicionar los diferentes tipos de reactivos en la planta concentradora.			
		EVALUACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA				
		EVIDENCIA DE CONOCIMIENTOS	EVIDENCIA DE PRODUCTO		EVIDENCIA DE DESEMPEÑO	
		-Exposición de casos -Cuestionarios	-Trabajos individuales y/o grupales -Soluciones a ejercicios propuestos		-Comportamiento en clase virtual	

CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDÁCTICA III: En esta unidad se trata sobre los temas de flotación, diseño y simulación de circuitos de flotación usados en las diferentes plantas concentradoras.						
	Seman a	Contenid os			Estrategia didáctica	Indicadores de logro de la capacidad
		Conc eptual	Procedimental	Actitudinal		
UNIDAD DIDACTICA III	09	Circuitos de flotación	Conocer los diagramas de los diferentes circuitos de flotación Estudiar los tipos de flotación.	• Esquematizar los diferentes circuitos de flotación. • Aplicar estos tipos de flotación a los diferentes tipos de minerales. • Aplicar estos circuitos de flotación a los diferentes procesos • Seleccionar el circuito de flotación más adecuado. de varios procesos.	• Exposición:Us o de Google meet. • Debate dirigido:Foros, chat. • Lecturas:Uso de repositorios digitales • Lluvia de ideas:Foros, chat.	• Aplica los diferentes circuitos de flotación a las diferentes plantas concentradoras de la región y del País. • Evalúa los tipos de flotación que se aplica a los diferentes procesos de flotación de minerales. • Compara los diferentes circuitos de flotación que se aplica a los diversos procesos.. • Determina que circuito de flotación es el que se adapta mejor para un proceso determinado.
	10	Tipos de flotación.				
	11	Simulación y diseño de circuitos de flotación.	Diseñar los diferentes circuitos de flotación que se instala en una planta concentradora.			
	12	Ejercicios	Evaluar los diferentes circuitos de flotación propuestos.			
		EVALUACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA				
		EVIDENCIA DE CONOCIMIENTO	EVIDENCIA DE PRODUCTO		EVIDENCIA DE DESEMPEÑO	
		-Estudios de casos -Cuestionarios	-Trabajos individuales y/o grupales -Soluciones a ejercicios propuestos		-Comportamiento en clase virtual y chat.	

CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDÁCTICA IV: En esta unidad se estudia los temas de separación sólido-líquido, disposición de relaves y balance metalúrgico, de los diferentes procesos de flotación de los minerales						
	Seman a	Contenid os			Estrategia didáctica	Indicadores de logro de la capacidad
		Conceptual	Procedimental	Actitudinal		
UNIDAD DIDACTICA IV	1 3	Espesadores, sedimentación, filtración,	Estudiar los diferentes tipos de espesadores y filtros usados en la planta concentradora.	• Evaluar los diferentes tipos de espesadores, filtros usados en las diversas plantas concentradoras. • Verificar si los rendimientos y las recuperaciones están en lo correcto. • Calcular de acuerdo al flujo de relaves las áreas de terreno para su disposi8ción final. • Desarrollar las exposiciones de los diferentes trabajos propuestos .	• Exposición :Uso del Google meet • Debate dirigido:Foros, chat.. • Lecturas:Uso de repositories digitales • Lluvia de ideas:Foros, chat.	• Escoge el espesador y los filtros requeridos para los procesos de concentración de minerales. • Corrige los errores de las diferentes fallas que se detectan en el procesamiento de los minerales. • Decide el tratamiento a seguir y las áreas de terreno necesarias. • Evalúa las diferentes exposiciones y valoriza cada uno de ellos.
	1 4	Cálculos metalúrgicos para un concentrado, dos concentrados, y tres concentrados.	Realizar los balances metalúrgicos diariamente para verificar los rendimientos y recuperaciones.			
	1 5	Disposición de relaves.	Analizar el destino de los relaves como efluente de las plantas concentradoras.			
	1 6	Exposición de trabajos, Evaluación.	Planificar las exposiciones			
		EVALUACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA				
		EVIDENCIA DE CONOCIMIENTOS		EVIDENCIA DE PRODUCTO		EVIDENCIA DE DESEMPEÑO
		-Estudios de casos. -Cuestionarios.		-trabajos individuales y/o grupales -Soluciones a ejercicios propuestos		-Comportamiento en clase virtual y chat.

VI. MATERIALES EDUCATIVOS Y OTROS RECURSOS DIDÁCTICOS

Se usarán todos los materiales educativos y recursos didácticos que se utilizarán en el desarrollo del presente curso, básicamente serán:

1.-MEDIOS Y PLATAFORMAS VIRTUALES

- Casos prácticos
- Pizarra interactiva
- Google meet
- 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 ello 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, valoraciones, 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 práctica y evidenciar un pensamiento estratégico, dado en la observación en torno a cómo 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 a la evaluación.

Como parte de formación profesional del alumno se programará una visita técnica a una empresa importante, con la finalidad de complementar los conocimientos teóricos desarrollados en clases.

VARIABLES	PONDERACIONES	UNIDADES DIDÁCTICAS DENOMINADAS MÓDULOS
Evaluación de Conocimiento	30 %	El ciclo académico comprende 4
Evaluación de Producto	35%	
Evaluación de Desempeño	35 %	

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

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

La nota

L
La nota a

La nota mínima aprobatoria es once (11). Sólo en el caso de la nota promocional la fracción de 0,5 se redondeará a la unidad entero inmediato superior. (Art. 130).

BIBLIOGRAFÍA

8.1.-Fuentes bibliográficas

- 1.-José Manzaneda Cábala, (2016) "Procesamiento de minerales", Lima.
- 2.-Taggart A. F.,(2015)" Elementos de procesamiento de minerales".
- 3.-Iván Quiroz Núñez, (2016)"Ingeniería metalúrgica", Lima, Perú.
- 4.-Porrás Castillo David, (2016) "Procesamiento de minerales", Lima.
- 5.-Juan H. Rivera Zevallos,(2016) "Compendio de conminución", CONCYTEC.
- 6.-Alexander Sutulov,(2015)" Flotación de minerales", Chile.
- 7.-Julio B. Rubinstein, (2016)"Flotación en columna: Proceso, diseño y práctica, Ed. Moscú.
- 8.-Fernando Concha A. PH D.,(2016) "Manual de filtración y separación, CETEM, Concepción, Chile.

8.2.-Fuentes electrónicas

- 1.-<http://site.ebrary.com/lib/upnortesp/detail.action?docID=10353048&p00=iriondo+martin>
- 2.-<Httpa://es.wikipedia.org/wiki/Geodinamica>

Huacho, Agosto 2026



GERARDO LUIS
MORA PALOMINO
INGENIERO METALURGICO
Reg. CIP N° 199985

M(o)Gerardo Mora P.
Docente