

Universidad Nacional "José Faustino Sánchez Carrión"
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA METALÚRGICA
VICERRECTORADO ACADÉMICO

ESCUELA PROFESIONAL DE METALURGIA

MODALIDAD PRESENCIAL
SÍLABO POR COMPETENCIA 2026 – I
ICURSO: CONMINUCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE
MINERALES

I.- DATOS GENERALES

Línea de Carrera	Metalurgia Extractiva		
Semestre Académico	2026 – I		
Código del curso	351		
Créditos	03		
Horas Semanales	Hrs. Totales: 06	Teóricas: 02	Prácticas: 4(1)
Ciclo	VI		
Sección	A		
Docente responsable	Mg. Gerardo L. Mora Palomino– CIP: 106085		
Correo Institucional	<u>gmora@unifsc.edu.pe</u>		

I. SUMILLA Y DESCRIPCIÓN DEL CURSO

El curso de conminución y clasificación de minerales del VI 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 capacitación en los procesos de chancado y molienda.

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 como la sección chancado y molienda, las capacidades y competencias se enmarcan dentro del perfil de la carrera de Ingeniería Metalúrgica. Competencia: Describe y aplica los principios y técnicas de caracterización, chancado, molienda, y clasificación de minerales, para diseñar y emplear procesos de liberación y clasificación 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, manipuleo de materiales,***
- II.- Chancado y cribado de minerales, balance de materia en sección chancado,***
- III.- Molienda y clasificación de minerales,***
- IV.- Balance de materia y energía en sección molienda.***

II. CAPACIDADES AL FINALIZAR EL CURSO

	CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDÁCTICA	NOMBRE DE LA UNIDAD DIDÁCTICA	SEMANA S
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, la ubicación de esta planta en el circuito minero-metalúrgico, así mismo el conocimiento de los sistemas de explotación de los minerales ya sea en tajo abierto, como en las vetas.	INTRODUCCIÓN, MANIPULEO DE MATERIALES Y CARACTERIZACIÓN DEL TAMAÑO DE PARTÍCULA	1-4
UNIDAD II	En esta unidad se trata del proceso de liberación de las partículas valiosas de los no valiosos contenidos en los minerales, esto se hace en las chancadoras primaria, secundarias y terciarias, complementando con las zarandas vibratorias, en los diagramas de flujo	CHANCADO Y CRIBADO DE MINERALES, BALANCE DE MATERIA SECCIÓN CHANCADO.	5-8
UNIDAD III	En esta unidad se trata de la liberación total de las partículas valiosas de las no valiosas contenidas en los minerales; este proceso se lleva a cabo en los molinos, cuyas capacidades dependen del tonelaje de tratamiento diseñado previamente. Para cumplir con este objetivo se complementa con los clasificadores, para que la pulpa mineral esté en condiciones de pasar a la etapa de selección de las partículas valiosas de las no valiosas y obtener los concentrados.	MOLIENDA Y CLASIFICACIÓN DE MINERALES	9-12
UNIDAD IV	En esta unidad se contabiliza el movimiento de materia a través del balance de materia en los circuitos de chancado, molienda y clasificación de la planta concentradora.	BALANCE DE MATERIA Y ENERGÍA EN SECCIÓN MOLIENDA	13-16

III. INDICADORES DE CAPACIDADES AL FINALIZAR EL CURSO

NÚMERO	INDICADORES DE CAPACIDAD AL FINALIZAR EL CURSO
1	Explica la relación de la metalurgia con otras ciencias y su aplicación en el procesamiento de minerales.
2	Compara los temas de estudio de ambos campos. Muestreo. Análisis de Mallas
3	Detalla las etapas de Chancado: Fajas, Zaranda, Capacidad , diagrama flujo. Balance, Wi.
4	Establece la importancia del desarrollo de cada etapa para conseguir eficiencia de chancado,carga circulante
5	Identifica los métodos para una selección ,capacidad óptima de las tolvas de almacenamiento.
6	Propone el postulado más empleado en el proceso de conminución.
7	Selecciona catálogos referentes a estos equipos muy requeridos para el procesamiento de minerales.
8	Selecciona catálogos referentes a estos equipos muy requeridos para la molienda de minerales. Pulpa, Tipos de molinos, tamaño, capacidad ,partes, Velocidad crítica.
9	Usa los diversos tipos de molinos para hacer la liberación total de las partículas valiosas de las no valiosas.
10	Explica el movimiento de los molinos ,factor de faja, carga moledora, y el proceso de molienda .Carga circulante
11	Utiliza los clasificadores mecánicos ,bomba de pulpa en el proceso de molienda.
12	Aplica estos equipos en el procesamiento de minerales metálicos-.Diagrama de flujo, Balance de agua, carga.
13	Explica los resultados obtenidos de los diferentes tipos de problemas propuesto
14	Detalla sobre los resultados de los problemas propuestos.
15	Interpreta los resultados obtenidos de las operaciones en el procesamiento de minerales.
16	Explica sobre los resultados de los problemas propuestos.

IV. DESARROLLO DE LAS UNIDADES DIDACTICAS:

CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDÁCTICA I: En esta unidad se emplea se estudia los aspectos generales de la metalurgia como ciencia, para tratar los diferentes tipos de minerales del país.					
Semanas	CONTENIDO			ESTRATEGIA DIDACTICA	INDICADORES DEL LOGRO DE LA CAPACIDAD
	Cognitivos	PROCEDIMENTAL	ACTITUDINAL		
1	Conceptos de Metalurgia evolución. Minerales, definición, clases, minerales más comunes en el Perú.	Estudiar los temas de la ciencia metalúrgica, así, como los minerales que están en el Perú .	<ul style="list-style-type: none"> • Comprender bien estos conceptos puesto que van a ser de gran utilidad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Exposición:Uso de Google meet. 	Explica la relación de la metalurgia con otras ciencias y su aplicación en el procesamiento de minerales
2	Plantas concentradoras, ubicación en el circuito minero-metalúrgico. Sistemas de explotación de los minerales, tajo abierto y socavón Muestreo de minerales,	Diferenciar las plantas concentradoras de los minerales y sus características.	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar los conceptos en cada tema de estudio y así poder entenderlo mejor. 	<ul style="list-style-type: none"> • Debate dirigido:Foros y chat. 	<ul style="list-style-type: none"> • Compara los temas de estudio de ambos campos.
3	Etapas del procesamiento de minerales Liberación, semiliberación, liberación total.	Interpretar las etapas del procesamiento de minerales hasta liberación total de las partículas.	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar cada etapa propuesta en su amplitud. 	<ul style="list-style-type: none"> • Lecturas:Uso de repositorios digitales 	<ul style="list-style-type: none"> • Detalla las etapas de liberación, semiliberación y molienda..
4	Sección chancado. Chancadoras primarias Chancadoras secundarias. Evaluación.	Describir las etapas de sección chancado, chancadoras primarias y secundarias.	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar las etapas de la sección chancado, las chancadoras primarias y secundarias. 	<ul style="list-style-type: none"> • Lluvia de ideas:Foros y chat. 	Establece la importancia del desarrollo de cada etapa para conseguir los objetivos.
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

UNIDAD DIDACTICA I :

CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDACTICA II: En esta unidad se estudia los temas de chancado y cribado de minerales en el procesamiento de los diferentes tipos de minerales, balance de materia en sección chancado.					
Semanas	CONTENIIDO			ESTRATEGIA DIDACTICA	INDICADORES DEL LOGRO DE LA CAPACIDAD
	Cognitivos	PROCEDIMENTAL	ACTITUDINAL		
5	Tolvas de almacenamiento de minerales, materiales, diseños, cálculos.	Emplear los conocimientos para determinar los materiales de construcción de las tolvas de almacenamiento.	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar las técnicas para la construcción y diseño de las tolvas de almacenamiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Exposición: Uso de Google meet. 	<ul style="list-style-type: none"> • Identifica los métodos para una selección óptima de las tolvas de almacenamiento.
6	Postulados empíricos sobre conminución	Estudiar los diferentes postulados sobre conminución	<ul style="list-style-type: none"> • Seleccionar el tercer postulado de Bond para su aplicación en el proceso de conminución. 	<ul style="list-style-type: none"> • Debate dirigido: Foros y chat. 	<ul style="list-style-type: none"> • Propone el postulado más empleado en el proceso de conminución.
7	Zarandas vibratorias, características, diseño, fajas transportadoras, características, cálculos.	Identificar las zarandas vibratorias que cumplen su función en el procesamiento de minerales.	<ul style="list-style-type: none"> • Usar estos equipos en el procesamiento de minerales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Lecturas: Uso de repositorios digitales 	<ul style="list-style-type: none"> • Selecciona catálogos referentes a estos equipos muy requeridos para el procesamiento de minerales.
8	Balance de materia en sección chancado..Evaluación Visita de Planta	Identificar las fajas transportadoras que cumplen su función en el procesamiento de minerales.	Usar estos equipos para el procesamiento de minerales.	<ul style="list-style-type: none"> • Lluvia de ideas 	Selecciona catálogos referentes a estos equipos muy requeridos para el procesamiento de minerales
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.

UNIDAD DIDACTICA II :

CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDACTICA III: En esta unidad se estudia el proceso de molienda y clasificación de minerales, completando la etapa de conminución del tratamiento de los minerales.					
Semanas	CONTENIDO			ESTRATEGIA DIDACTICA	INDICADORES DEL LOGRO DE LA CAPACIDAD
	Cognitivos	PROCEDIMENTAL	ACTITUDINAL		
9	Liberación total de partículas valiosas de las no valiosas de los minerales, Molienda, Molinos primarios, molinos secundarios, partes del molino, fuerzas de molienda	Estudiar la etapa de liberación total de las partículas valiosas de las no valiosas del mineral.	Identificar los equipos donde se realiza la liberación total.	<ul style="list-style-type: none"> Exposición: Uso de Google meet 	<ul style="list-style-type: none"> Usa los diversos tipos de molinos para hacer la liberación total de las partículas valiosas de las no valiosas.
10	Velocidad crítica del molino, velocidad de trabajo de los molinos, molinos de barras, molinos de bolas.	Definir la velocidad crítica del molino, y la velocidad de operación.	<ul style="list-style-type: none"> Calcular la velocidad crítica y de operación del molino. 	<ul style="list-style-type: none"> Debate dirigido: Foroa y chat. 	<ul style="list-style-type: none"> Explica el movimiento de los molinos y el proceso de molienda.
11	Clasificación de las partículas valiosas de las no valiosas de los minerales en la pulpa mineral. Clasificadores mecánicos, problemas.	Informar las características de los clasificadores mecánicos y sus desventajas con respecto a los hidrociclones	<ul style="list-style-type: none"> Calcular los parámetros de los clasificadores mecánicos. 	<ul style="list-style-type: none"> Lecturas: Uso de repositorios digitales 	<ul style="list-style-type: none"> Utiliza los clasificadores mecánicos en el proceso de molienda.
12	Hidrociclones, Diagramas de flujo de la sección molienda, calidad de la pulpa de rebose de los clasificadores. Cálculos. Evaluación Visita de Planta	Reconocer los hidrociclones, en la clasificación de las partículas molidas de los minerales del País.	Efectuar los cálculos respectivos de estos equipos	<ul style="list-style-type: none"> Lluvias de ideas: Foros y chat. 	<ul style="list-style-type: none"> Aplica estos equipos en el procesamiento de minerales metálicos.
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

UNIDAD DIDACTICA III :

CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDACTICA IV: En esta unidad se estudia el balance de materia y energía en procesos de liberación y clasificación dentro del procesamiento de los minerales que hay en el Perú.					
Semanas	CONTENIDO			ESTRATEGIA DIDACTICA	INDICADORES DEL LOGRO DE LA CAPACIDAD
	Cognitivos	PROCEDIMENTAL	ACTITUDINAL		
13	Diseño de los hidrociclones, diagramas de flujo. cálculos	Determinar los diferentes balances de materia de sección chancado.	<ul style="list-style-type: none"> Hacer cálculos de balance de materia en la sección chancado. 	<ul style="list-style-type: none"> Exposición: Uso de Google meet. 	<ul style="list-style-type: none"> Explica los resultados obtenidos de los diferentes tipos de problemas propuestos.
14	Balance de materia en sección molienda. Exposición de trabajos	Realizar los análisis y resolución de problemas propuestos	<ul style="list-style-type: none"> Interpretar los resultados de los diferentes casos 	<ul style="list-style-type: none"> Debate dirigido: Foros y chat 	<ul style="list-style-type: none"> Detalla sobre los resultados de los problemas propuestos.
15	Balance de materia en sección molienda: Exposición de trabajos	Revisar las ecuaciones que se usan para realizar los balances de materia .	<ul style="list-style-type: none"> Usar las ecuaciones para realizar los cálculos en la sección molienda. 	<ul style="list-style-type: none"> Lecturas: Uso de repositorios digitales 	<ul style="list-style-type: none"> Interpreta los resultados obtenidos de las operaciones en el procesamiento de minerales.
16	Problemas de aplicación de balances de materia en sección molienda. Evaluación	Realizar los análisis y resolución de problemas propuestos.	<ul style="list-style-type: none"> Interpretar los resultados de los diferentes casos 	<ul style="list-style-type: none"> Lluvia de ideas: Foros y chat.. 	<ul style="list-style-type: none"> Explica sobre los resultados de los problemas 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.

UNIDAD DIDACTICA IV :

V. MATERIALES EDUCATIVOS Y OTROS RECURSOS DIDÁCTICOS

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

6.1 MEDIOS ESCRITOS.

- Casos prácticos
- Pizarra interactiva

6.2 MEDIOS VISUALES Y ELECTRÓNICOS:

- Google meet
- Repositorios de datos

6.3 MEDIOS INFORMÁTICOS

- Computadora
- Tablet
- Celulares
- internet

VI. EVALUACIÓN**7.1 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.

1. EVIDENCIA DE CONOCIMIENTO		PORCENTAJE	PONDERACION	INSTRUMENTOS
UNIDAD I	Evaluación escrita de 50 preguntas, utilizando la plataforma para el manejo de saberes de los métodos de investigación.	5%	0.05	Cuestionario
UNIDAD II	Evaluación escrita de 50 preguntas, utilizando plataforma para el manejo de saberes de los proyectos de investigación en tecnología.	7%	0.07	Cuestionario
UNIDAD III	Evaluación escrita de 50 preguntas, utilizando plataforma para el manejo de saberes de la investigación en ingeniería	8%	0.08	Cuestionario
UNIDAD IV	Evaluación escrita de 50 preguntas, utilizando plataforma para el manejo de saberes de los informes científicos. Se incluirán en la evaluación mínimo dos videos.	10%	0.1	Cuestionario/videos
Total Evidencia de Conocimiento		30%	0.3	

7.2 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. VISITA A PLANTA CONCENTRADORA

2. EVIDENCIA DEL DESEMPEÑO	PORCENTAJE	PONDERACION	INSTRUMENTOS
1. Presentación oportuna del trabajo	5%	0.05	Responsabilidad en la entrega de avances de los proyectos formativos
2. Formular un procedimiento para hacer el mejor planteamiento de la solución posibles.	15%	0.15	
3. Discriminar las soluciones posibles y propone una solución la que permite resolver el problema.	15%	0.15	
Total Evidencia del Desempeño	35%	0.35	

7.3 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.

VARIABLE	PONDERACIONES	UNIDADES DIDÁCTICAS DENOMINADAS MÓDULOS
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 módulo (PM1, PM2, PM3, PM4); calculado de la siguiente manera:

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

Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica VRAC-UNJFSC

CRONOGRAMA ACADÉMICO 2026-1

CRONOGRAMA DE REGISTRO DE DATOS EN EL SISTEMA

	Fecha de Inicio	Fecha de Finalizacion
Registro de Evaluaciones del Primer Parcial	25-05-2026	31-05-2026
Registro de Evaluaciones del Segundo Parcial	20-07-2026	26-07-2026
Registro de Exámen Sustitutorio	26-07-2026	26-07-2026
Registro de Evaluación Primer Módulo	27-04-2026	03-05-2026
Registro de Evaluación Segundo Módulo	25-05-2026	31-05-2026
Registro de Evaluación Tercer Módulo	22-06-2026	28-06-2026
Registro de Evaluación Cuarto Módulo	20-07-2026	26-07-2026

VII. **BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIA WEB:**

Unidad didáctica I:

- 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.-Porras Castillo David,(2016) “Procesamiento de minerales”, Lima.
- 5.-Juan H. Rivera Zevallos, (2017)“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.

Unidad didáctica II:

- 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.-Porras Castillo David,(2016) “Procesamiento de minerales”, Lima.
- 5.-Juan H. Rivera Zevallos, (2017)“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.

Unidad didáctica III:

- 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.-Porras Castillo David,(2016) “Procesamiento de minerales”, Lima.
- 5.-Juan H. Rivera Zevallos, (2017)“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.

Unidad didáctica IV:

- 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.-Porras Castillo David,(2016) “Procesamiento de minerales”, Lima.
- 5.-Juan H. Rivera Zevallos, (2017)“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.

Huacho, Marzo 2026



SERGIO LUIS
MIRA PALOMINO
INGENIERO METALURGICO
Reg. CIP N° 190065