



FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALÚRGICA
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE INGENIERÍA METALÚRGICA
ESCUELA DE INGENIERÍA METALÚRGICA

SÍLABO POR COMPETENCIAS
MODALIDAD PRESENCIAL

CURSO : PRECIOUS METALS METALLURGY
(In English).

DOCENTE : M. Ing. ELVIS JOEL SUAREZ RIVERA
CIP 263216

SEMESTRE 2026 - II



MODALIDAD PRESENCIAL
SÍLABO POR COMPETENCIAS
CURSO: PRECIOUS METALS METALLURGY (In English).

I. DATOS GENERALES

Línea de Carrera	Metalurgia Extractiva
Semestre Académico	2026-II
Código del Curso	551
Créditos	2
Horas Semanales	Hrs. Totales:2 Teorías:2
Ciclo	X
Sección	A
Correo Institucional	elvisjoel2025@gmail.com
N.º de Celular	951635860

II. SUMILLA Y DESCRIPCION DEL CURSO

Esta asignatura pertenece al área de formación profesional especializado, es de carácter teórico, la cual contribuye al perfil profesional del ingeniero metalúrgico, desarrollando habilidades, destrezas, actitudes y conocimientos avanzados para la concentración, extracción, refinación y obtención de metales preciosos y su transformación para darle valor agregado.

Descripción del curso El estudio del curso se realizará mediante el desarrollo de 4 unidades didácticas basadas en el currículo oficial:

- **Unidad Didáctica I:** Concentración de minerales auríferos y de depósito Aluviales.
- **Unidad Didáctica II:** Lixiviación de minerales auríferos y Extracción de oro-plata.
- **Unidad Didáctica III:** Fusión y Refinación del oro y plata.
- **Unidad Didáctica IV:** Procesamiento de metales preciosos.

III. CAPACIDADES AL FINALIZAR EL CURSO

	CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDACTICA	NOMBRE DE LA UNIDAD DIDACTICA	SEMANAS
UNIDAD I	• Aplica técnicas avanzadas de concentración gravimétrica y manejo de depósitos aluviales mediante tecnologías centrífugas de alta recuperación.	Concentración de minerales auríferos y de depósito Aluviales	1-4
UNIDAD II	• optimiza los procesos de lixiviación convencional y alternativas sostenibles (Glicina/Tiosulfatos) para la extracción eficiente de metales preciosos.	Lixiviación de minerales auríferos y Extracción de oro-plata	5-8
UNIDAD III	• Fundamenta y ejecuta procesos de fundición, copelación y refinación química/electrolítica para la obtención de metales de alta pureza.	Fusión y Refinación del oro y plata	9-12
UNIDAD IV	• utiliza la teoría del procesamiento final y aleaciones para generar valor agregado y productos terminados competitivos.	Procesamiento de metales preciosos	13-16

IV. INDICADORES DE CAPACIDADES AL FINALIZAR EL CURSO

NÚMERO	INDICADORES DE CAPACIDAD AL FINALIZAR EL CURSO
1	<u>Dimensión 1: Conocimiento y Comprensión</u> Explica la relación entre la metalurgia de metales preciosos y la economía global.
2	Analiza la importancia de los metales del grupo del platino (PGM) en la industria moderna.
3	Identifica las características refractarias de los minerales de oro y su impacto en la recuperación.
4	Conoce y aplica los diferentes tipos de procesos de concentración gravimétrica de alta eficiencia.
5	<u>Dimensión 2: Aplicación y Ejecución</u> Explica el comportamiento químico del cianuro y los nuevos lixiviantes como la Glicina
6	Identificará las variables críticas en los circuitos de adsorción (CIP/CIL) y desorción.
7	Describe los procesos de refinación electrolítica (Wohlwill) y su aplicación industrial.
8	Investiga sobre la termodinámica de la formación de escorias en la fundición de metal Doré.
9	<u>Dimensión 3: Análisis Crítico e Innovación</u> Previene riesgos ambientales mediante el uso de tecnologías de destrucción de cianuro (Proceso INCO).
10	Justifica el uso de la Minería Urbana para la recuperación de metales preciosos de desechos electrónicos.
11	Evalúa la actividad minera aurífera aluvial como causa de impacto ambiental y propone soluciones técnicas.
12	Señala los efectos de la contaminación por mercurio y propone métodos de recuperación con retortas.
13	<u>Dimensión 4: Comunicación y Actitudes Profesionales</u> Identifica las propiedades físicas de las aleaciones de oro y plata (ley, dureza, ductilidad).
14	Obtiene datos a través de técnicas de ensayo al fuego e instrumental (AAS/ICP) para certificar pureza.
15	los productos finales de acuerdo a estándares internacionales (Good Delivery Bars).
16	Establece planes de cierre de procesos metalúrgicos asegurando la estabilidad química de los relaves.

V. DESARROLLO DE LAS UNIDADES DIDACTICAS:

UNIDAD DIDACTICA I : Concentración de minerales auríferos y de depósito Aluviales	CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDACTICA II: El estudiante comprende los principios de la metalurgia física y gravimétrica para maximizar la recuperación en depósitos aluviales y primarios.					
	SEMANAS	CONTENIDO			ESTRATEGIA DIDACTICA	INDICADORES DEL LOGRO DE LA CAPACIDAD
		COGNITIVOS	PROCEDIMENTAL	ACTITUDINAL		
	1	Introduccion a Metales Preciosos. Mercado Global y Economía Minera.	Elabora mapas conceptuales de la cadena de valor del oro.	- Muestra interés por el aprendizaje de mercados. - Respeto a las opiniones de sus compañeros.	Exposición dialogada sobre economía minera.	Explica el rol de los metales preciosos.
	2	Caracterización de depósitos Aluviales y minerales libres.	Identifica especies minerales mediante microscopía SEM.	Valora la investigación científica de la mena.	Análisis de imágenes satelitales de yacimientos.	Describe tipos de depósitos auríferos.
	3	Teoría de Concentración Gravimétrica: Jigs, Mesas y Espirales.	Realiza balances de masa en circuitos de gravimetría.	- Se muestra colaborativo en el trabajo tecnico. - Mantiene una actitud de respeto hacia los docentes	Resolución de problemas de balance de materia.	Clasifica equipos gravimétricos.
	4	Tecnología: Concentradores Centrífugos (Sistemas Knelson).	Caso Real: Optimización en minería aluvial de Madre de Dios.	Responsabilidad con las actividades asignadas.	Exposición de casos de éxito en minería aluvial.	Propone mejoras de recuperación.
	EVALUACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA					
	Evidencia de conocimiento			Evidencia de producto		Evidencia de desempeño
	- Examen de conocimiento teórico y practico - Debate en clases - Mapa conceptual			- Diseño de un visual (mapa conceptual) para depósitos aluviales. - Presentación grupal - talleres		- Participación en debates - Exposición de Practicas - Resolución de problemas - Capacidad para trabajar en equipo.

UNIDAD DIDACTICA II : LIXIVIACIÓN DE MINERALES AURÍFEROS Y EXTRACCIÓN DE ORO -	CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDACTICA II: El estudiante aplica conocimientos técnicos de hidrometalurgia avanzada para el diseño de procesos sostenibles.					
	SEMANAS	CONTENIDO			ESTRATEGIA DIDACTICA	INDICADORES DEL LOGRO DE LA CAPACIDAD
		COGNITIVOS	PROCEDIMENTAL	ACTITUDINAL		
	5	Cianuración Avanzada: Termodinámica y cinemática de reacción.	Calcula dosificación de reactivos y cal en circuitos.	- Muestra disciplina en el manejo químico. - Participa activamente en la búsqueda de información.	Simulación de cinéticas de lixiviación.	Domina la química de cianuración.
	6	Carbón Activado: Sistemas CIP/CIL. Teoría de Adsorción.	Identifica parámetros de carga de carbón y elución.	Participa activamente en la búsqueda de datos.	Análisis de datos operativos de plantas CIL.	Maneja circuitos de carbón.
	7	Nuevos Lixiviantes: Glicina y Tiosulfatos (Eco-friendly).	Compara métodos convencionales vs alternativas verdes.	Conciencia ecológica y ética ambiental.	Elaboración de informe comparativo técnico.	Propone procesos sostenibles.
	8	Proceso Merrill-Crowe y Desorción Zadra/AARL.	Caso Real: Análisis operativo de Minera Yanacocha.	Se muestra colaborativo en el trabajo en equipo.	Presentación de casos de estudio reales.	Domina métodos de recuperación.
	EVALUACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA					
	Evidencia de conocimiento			Evidencia de producto		Evidencia de desempeño
	Examen teórico-práctico de hidrometalurgia avanzada.			Informe técnico sobre alternativas al cianuro en minerales complejos.		Exposición oral sobre optimización de circuitos CIP/CIL.

UNIDAD DIDACTICA III : FUSIÓN Y REFINACIÓN DEL ORO Y PLATA	CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDACTICA III: El estudiante aplica principios térmicos y electroquímicos para la purificación de metales preciosos.					
	Semanas	CONTENIDO			ESTRATEGIA DIDACTICA	INDICADORES DEL LOGRO DE LA CAPACIDAD
		COGNITIVOS	PROCEDIMENTAL	ACTITUDINAL		
	9	Fusión de precipitados: Mezclas de fundentes y escorias.	Diseña composiciones de fundentes según la ley del concentrado.	Precisión y cuidado en procedimientos térmicos.	Práctica virtual de diseño de mezclas de fundición.	Obtiene metal Doré de calidad.
	10	Refinación Química: Métodos Miller (Cl2) y Agua Regia.	Describe la secuencia de separación para alta pureza.	Muestra atención a los detalles técnicos.	Exposición de métodos químicos de purificación.	Explica refinación química.
	11	Refinación Electrolítica: Procesos Wohlwill y Moebius.	Calcula densidades de corriente y eficiencias farádicas.	Disciplina en el manejo de reactivos.	Resolución de problemas de refinación.	Aplica refinación electrolítica.
	12	Innovación: Recuperación de PGM y Minería Urbana.	Evalúa el reciclaje de basura electrónica (E-waste).	Emprendimiento y visión circular.	Video-análisis sobre recuperación de platino.	Recupera metales de desechos.
	EVALUACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA					
	Evidencia de conocimiento			Evidencia de producto		Evidencia de desempeño
Examen parcial de pirometalurgia y refinación.			informe sobre procesos de purificación electrolítica.		Habilidad para proponer esquemas de refinación.	

UNIDAD DIDACTICA IV : PROCESAMIENTO DE METALES PRECIOSOS

CAPACIDAD DE LA UNIDAD DIDACTICA IV: El estudiante integra conocimientos de transformación de metales y gestión ambiental para generar productos competitivos.					
Semanas	CONTENIIDO			ESTRATEGIA DIDACTICA	INDICADORES DEL LOGRO DE LA CAPACIDAD
	COGNITIVOS	PROCEDIMENTAL	ACTITUDINAL		
13	Metalurgia Física: Aleaciones de Oro, Plata y Platino.	Analiza propiedades mecánicas y estructurales.	Rigor científico en el análisis de aleaciones.	Uso de guías de identificación de aleaciones.	Identifica propiedades mecánicas.
14	Valor Agregado: Manufactura, Joyería y Acuñación industrial.	Propone flujos de transformación para barras de inversión.	Creatividad e innovación en productos.	Taller de diseño de procesos de manufactura.	Genera productos finales.
15	Control de Calidad: Ensayo al Fuego e Instrumental (ICP).	Interpreta certificaciones de pureza internacional.	Honestidad y ética profesional.	Simulación de informes de laboratorios de ensayo.	Certifica leyes de metales.
16	Gestión Ambiental: Cierre de Minas y Manejo de Relaves.	Caso Real: Tratamiento de pasivos de mercurio en el Perú.	Ética socio-ambiental responsable.	Análisis de planes de cierre de mina.	Gestiona el impacto ambiental.
EVALUACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA					
Evidencia de conocimiento			Evidencia de producto		Evidencia de desempeño
Prueba escrita final			proyecto final de diseño de refinería.		Capacidad para sustentar soluciones ambientales en metalurgia.

VI. MATERIALES EDUCATIVOS Y OTROS RECURSOS DIDÁCTICOS

6.1 Materiales Educativos Teoría:

- Diapositivas y Presentaciones
- Textos Guía
- Guías de Lectura
- Casos de Estudio: Reportes técnicos de operaciones mineras reales (Yanacocha, Madre de Dios).

6.2 Materiales Educativos Digitales:

- Plataforma Virtual
- Software de Simulación
- Vídeos Didácticos
- Bibliotecas Digitales

6.3 Otros Recursos Didácticos:

- Pizarra y Plumones:
- Equipos Multimedia
- Modelos y Muestras
- Herramientas de Comunicación

VII. 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 conocimientos sobre concentración de minerales auríferos, depósitos aluviales, balances de masa y tecnología de concentración gravimétrica.	5%	0.05	Cuestionario

UNIDAD II	Evaluación escrita de conocimientos sobre cianuración avanzada, sistemas de adsorción CIP/CIL, nuevos lixiviantes ecológicos y procesos de recuperación (Merrill-Crowe).	7%	0.07	Cuestionario
UNIDAD III	Evaluación escrita de conocimientos sobre pirometalurgia de metales preciosos, fundición de precipitados, refinación química (Miller/Agua Regia) y refinación electrolítica (Wohlwill/Moebius).	8%	0.08	Cuestionario
UNIDAD IV	Evaluación escrita de conocimientos sobre metalurgia física de aleaciones de oro y plata, valor agregado, control de calidad (Ensayo al Fuego/ICP) y gestión ambiental en relaves.	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.

EVIDENCIA DEL DESEMPEÑO	PORCENTAJE	PONDERACION	INSTRUMENTO
1. Presentación oportuna del trabajo y participación en sesiones.	5%	0.05	Guía de observación / Lista de cotejo
2. Formular un procedimiento para hacer el mejor planteamiento de las soluciones posibles	15%	0.15	Rúbrica de evaluación de desempeño
3. Discriminar las soluciones posibles y propone la solución que permite resolver el problema.	15%	0.15	Rúbrica de evaluación de desempeño
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:

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

VIII. CRONOGRAMA ACADEMICO 2025-II

Módulo	Semanas	Fechas	Unidad Didáctica
I	1-4	18/08 - 08/09	Unidad Didáctica I: Concentración de minerales auríferos y de depósito Aluviales
II	5-8	15/09 - 06/10	Unidad Didáctica II: Lixiviación de minerales auríferos y Extracción de oro-plata.
III	9-12	13/10 - 03/11	Unidad Didáctica III: Fusión y Refinación del oro y plata.
IV	13-16	13/10 - 03/11	Unidad Didáctica IV: Procesamiento de metales preciosos y Gestión Ambiental.

IX. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIA WEB:

Unidad didáctica I: Concentración de minerales auríferos y de depósito Aluviales

- MARSDEN, J. & HOUSE, I. 2006. *The Chemistry of Gold Extraction*. 2da Edición. SME, Colorado, USA.
- FALCONER, A. 2020. *Gravity Concentration: Principles and Practice*. Elsevier.
- MEM – PERU. 2012. "Guía para pequeños mineros y minería aluvial". Perú.
- SME Mineral Processing Handbook. 2019. *Gravity Recovery of Gold*.

Unidad didáctica II: Lixiviación de minerales auríferos y Extracción de oro-plata

- adams, m. d. 2016. *gold ore processing: project development and operations*. academic press.
- oraby, e. & eksteen, j. 2015. "the leaching of gold, silver and copper using glycine". *minerals engineering journal*.
- habashi, f. 1987. *a textbook of hydrometallurgy*. métallurgie extractive québec, canadá.
- rees, n. & van deventer, j. 2000. *gold extraction from refractory ores*.

Unidad didáctica III: Fusión y Refinación del oro y plata

- YANNOPOULOS, J. C. 2012. *The Metallurgy of Gold*. Springer Science & Business Media.
- PLETCHER, D. & WALSH, F. 1990. *Industrial Electrochemistry*. Chapman and Hall, Londres.
- AMMEN, C. W. 1997. *Recovery and Refining of Precious Metals*. Chapman & Hall.
- DANA, H. 1960. *Manual de Mineralogía*. 2da Edición. Editorial Reverté S.A., México.

Unidad didáctica IV: Procesamiento de metales preciosos y Gestión Ambiental

- VIDAL, Jorge. 1984. *Curso de Química Inorgánica*. Editorial Stella, Buenos Aires.
- WORLD GOLD COUNCIL. 2023. *Responsible Gold Mining Principles*.
- MINAM – PERÚ. 2018. "Lineamientos para el cierre de minas y pasivos ambientales".
- GARCÍA, M. 2015. *Metalurgia de Aleaciones y Joyería Industrial*. Ed. Técnicas.

REFERENCIAS WEB

- LBMA (London Bullion Market Association): <http://www.lbma.org.uk>
- World Gold Council: <https://www.gold.org>
- SME (Society for Mining, Metallurgy & Exploration): <https://www.smenet.org>
- Ministerio de Energía y Minas del Perú: <http://www.minem.gob.pe>