

Carrera: INGENIERIA INDUSTRIAL		
Asignatura 4094 – Ecología industrial y Desarrollo Sustentable		
Área de Conocimiento: Procesos y Proyectos Industria-Ambiente		
Año académico: 2025		
Responsable / Jefe de cátedra: Dra. Elisabeth Ruth Herrería		
Carga horaria semanal: 4 hs	Carga horaria total : 64 hs	Créditos: No
Modalidades: Semipresencial		
Correlativas anteriores: 4066-Etica Profesional y Legislación -4087-Procesos Industriales I		Correlativas posteriores: 4104-Gestión Industrial
Conocimientos necesarios: Principios de termodinámica y economía circular. Balance de materia y energía. • Principios de termodinámica y economía circular. Balance de materia y energía. • Agenda 2030 y Objetivos de Desarrollo Sustentable (ODS). • Leyes de presupuestos mínimos, principio precautorio y normativa ambiental aplicada a las operaciones industriales (nacional, provincial e interjurisdiccional - ACUMAR).		

Equipo docente		
Nombre	Cargo	Titulo
Elisabeth Ruth Herrería	Jefe de Cátedra (ADJ)	Dra. Ciencias Económicas Titulación (UNLaM)
Jimena Rocío Sejas Aguayo	Auxiliar de Cátedra (AX1)	Ing. Industrial (UNLaM)

Descripción de la asignatura La asignatura <i>Ecología Industrial y Desarrollo Sustentable</i> forma parte del Trayecto de procesos y proyectos industria-ambiente de la carrera de Ingeniería Industrial, y corresponde al segundo cuatrimestre del 4° año de acuerdo con el Plan de Estudio vigente. Asimismo, los contenidos mínimos de la asignatura se alinean con los contenidos curriculares mínimos del Bloque de Conocimiento de Tecnologías Aplicadas del Anexo 1 de la Resolución 1542/21 del Ministerio de Educación y del Anexo 14 del Libro Rojo del CONFEDI. El propósito de esta asignatura es el desarrollo de diversas competencias genéricas y específicas asociados a los referidos contenidos curriculares mínimos en el marco de los estándares de 2° generación para la acreditación de carreras de ingeniería del citado libro del CONFEDI. De esta manera, los/las futuras/os profesionales generarán respuestas desde el campo de la ingeniería industrial a las problemáticas relacionadas con la sustentabilidad ambiental de las operaciones, los procesos y las instalaciones demandados para la producción, la distribución y la comercialización de bienes y servicios. Consecuentemente, esta asignatura se propone contribuir al desarrollo de esas competencias genéricas y específicas a través de las intervenciones pedagógicas a realizarse durante el cuatrimestre. Asimismo, se procura en esta asignatura integrar los Objetivos del Desarrollo Sustentable (ODS) de la Agenda 2030 de manera transversal. Por ende, cada unidad del programa analítico de la asignatura se encuentra relacionada con determinados Objetivos de Desarrollo Sustentable (ODS). Por otra parte, y atendiendo a los denominados cambios globales, los contenidos analíticos de la asignatura son abordados desde distintos campos disciplinares, y articulados desde la
--

complejidad y la interdisciplinariedad, facilitando la integración de diversas competencias para la/el futura/o profesional.

Metodología de enseñanza

El dictado de la asignatura se realiza en forma semipresencial, con clases presenciales y virtuales sincrónicas vía *MS Teams*.

El proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura se apoyará en diversas estrategias pedagógicas tanto en el espacio físico presencial como en el virtual sincrónico vía modalidad de retroalimentación que facilitarán el aprendizaje significativo de los contenidos de las distintas unidades temáticas.

Estas estrategias destinadas al aprendizaje significativo necesitan plena participación y compromiso por parte de los estudiantes y, por ende, el pleno cumplimiento de todas sus responsabilidades con la lectura comprensiva de la bibliografía obligatoria disponible en MleL y con las actividades a realizarse durante la cursada.

Las condiciones generales de cursada son las siguientes:

- Las/os estudiantes deben acceder regularmente todas las semanas a MleL (Materias Interactivas en Línea) para disponer electrónicamente de los textos de lectura, de la consigna del foro y del trabajo práctico obligatorios de cada clase según se detalla en el cronograma establecido en el programa de la asignatura.
- Las/os estudiantes deben leer comprensivamente para cada clase la bibliografía obligatoria y, asimismo, deben realizar una síntesis bibliográfica (no un resumen) en base a sus lecturas críticas para cada texto obligatorio.
- Las respectivas síntesis bibliográficas de las lecturas críticas serán utilizadas para los foros de clase, los trabajos prácticos y las actividades grupales, en donde se desarrollarán los principales ejes temáticos de los textos obligatorios en función de los contenidos de la clase. Por otra parte, las clases se desarrollarán de la siguiente manera, habiéndose conformado los grupos el primer día de clase (es esperable que por abandono de la cursada los grupos se rearmen):

Foros de Clases:

- Cada clase teórica-práctica tiene un foro de clase.
- El referido Foro de Clase es de diálogo argumentativo; su objetivo es brindar un espacio de actividad argumentativa propia de cada grupo en paralelo a la elaboración del trabajo práctico para que cada grupo, en función de los contenidos de cada clase, pueda jerarquizar y priorizar cuáles temáticas abordadas en los textos de lectura obligatorios han sido consideradas, relacionadas y/o aplicadas tanto en artículos periodísticos de actualidad como en artículos académicos de investigación que se compartirán como material del Foro de Clase.
- Así pues, el Foro de Clase se abre el día viernes anterior a la semana de la clase en cuestión.
- En la herramienta "Foro" de MleL se encontrará disponible un archivo en formato PDF con las consignas a cumplimentar en cada Foro de Clase.
- Cada grupo debe postear en un solo mensaje su actividad en el Foro de Clase respectivo, siguiendo atentamente las consignas de dicha actividad.
- El plazo de participación en el Foro de Clase es hasta el día jueves a las 12:00hs. previo a la clase a la cual hace referencia el número del foro.

Trabajos Prácticos

- Cada clase teórica-práctica y práctica tiene un trabajo práctico.
- Los trabajos prácticos (TPs) para cada clase serán enviados el viernes anterior a la clase a la cual hace referencia el número del trabajo práctico vía Mensajería de MleL.
- Los respectivos trabajos prácticos grupales deben subirse indefectiblemente en MleL bajo la herramienta "Otras Prácticas" con destinatario a las dos (2) docentes el

miércoles hasta las 12:00hs previo a la clase a la cual hace referencia el número del trabajo práctico.

- Los archivos de los trabajos prácticos grupales deben enviarse respetando el formato detallado a continuación:

TP_Clas_e_Número_Grupo_X.doc (Ejemplo: TP_Clas_e_3_Grupo_E.doc)

Tanto para los Foros de Clase como para los Trabajos Prácticos, los grupos recibirán una devolución de su participación por medio de rúbricas de evaluación, siendo ambas fundamentales para la evaluación de seguimiento realizado por el equipo docente.

Se informa que aquellos grupos que suban tanto el foro de clase como el trabajo práctico fuera del horario establecido serán desestimados.

Trabajo en clase:

- En el espacio aúlico tanto presencial como virtual sincrónico, se desarrollará la revisión de los foros y de los trabajos prácticos grupales subidos a Miel mediante actividades participativas, donde las/los estudiantes deberán trabajar colaborativamente.
- El propósito de estas actividades es disponer de un espacio de reflexión sobre los resultados observados en los foros y en los trabajos prácticos, que requieren de una readecuación para mejorar el desempeño alcanzado mediante un proceso de retroalimentación grupal.
- Se informa que como una condición más para la aprobación de la asignatura, las/los estudiantes deben tener el 100% de los foros de clase y de los trabajos prácticos cumplimentados en tiempo y forma.
- Se advierte que el equipo docente realiza seguimiento de evaluación de la participación de los grupos en el espacio aúlico tanto presencial como virtual sincrónico.

Objetivos de Aprendizaje

Finalizada la asignatura, el estudiante será capaz de:

- Evaluar desde un enfoque sistémico la interdependencia entre el entorno biofísico y la actividad antrópica para valorar la necesidad de gestionar sustentablemente los flujos de energía y materia en procesos de producción de bienes y servicios a través de investigar formas de producción y consumo que minimicen los requerimientos energéticos y materiales en el marco de la transición ecológica.
- Analizar los procesos productivos como cambios cualitativos de entradas y salidas para evaluar las transformaciones entrópicas por medio del análisis económico ecológico aplicado a casos de estudio de gestión de procesos productivos de bienes y servicios.
- Analizar el metabolismo energético y de materiales para evaluar la factibilidad ambiental de los requerimientos energéticos y materiales en ecosistemas industriales mediante la aplicación de metodologías de ecología industrial en un estudio de caso basado en un ecosistema industrial.

Desarrollar sistemas integrados de gestión ambiental para la prevención y el control de los impactos ambientales en sistemas de producción de bienes y servicios en base al estudio y análisis de los aspectos e impactos ambientales significativos de un caso de estudio para proponer mejoras ambientales.

Contenidos Mínimos:

Antropoceno, cambios globales y complejidad. Impacto ambiental de las actividades antrópicas y su afectación sobre los servicios ecosistémicos.

Producción y transformaciones entrópicas: Principios de economía ecológica aplicados a la gestión sustentable de la producción de bienes y servicios. Aportes de la economía ecológica para una ingeniería industrial sostenible en la transición ecológica.

Ecología industrial aplicada: metodologías de estudio de flujos de materia y energía en actividades productivas para la evaluación de impactos ambientales y gestión de circularidad de subproductos y/o residuos. Economía circular y Simbiosis Industrial.

Gestión ambiental para la prevención y el control de impactos ambientales en sistemas de producción de bienes y servicios. Norma ISO 14001:2015 (subsiguientes versiones): política ambiental, evaluación de aspectos e impactos ambientales, requisitos legales y otros requisitos, evaluación de opciones de mejora ambiental, control operacional, evaluación interna, documentación y revisión. Técnicas para Estudios de Impacto Ambiental, Método Delphi.

Competencias a desarrollar:

Genéricas:

- **Competencias tecnológicas:**

1. Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería.

- **Competencias sociales, políticas y actitudinales:**

2. Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.
3. Comunicarse con efectividad.
4. Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.
5. Aprender en forma continua y autónoma.
6. Actuar con espíritu emprendedor.

Competencias Específicas:

2. Dirigir y/o controlar las operaciones y el mantenimiento de lo anteriormente mencionado.
- 2.2. Evaluar la sustentabilidad técnico-económica y ambiental de las operaciones, procesos e instalaciones requeridas para la producción, distribución y comercialización de productos (bienes y servicios).
 4. Proyectar y dirigir lo referido a la higiene y seguridad y control del impacto ambiental en lo concerniente a su actividad profesional.
- 4.2. Gestionar y controlar el impacto ambiental de las operaciones, procesos e instalaciones requeridas para la producción, distribución y comercialización de productos (bienes y servicios).

Programa Analítico	
Unidad 1	UNIDAD 1: IMPACTO DE LA ACTIVIDAD ANTRÓPICA Y EL CAMBIO GLOBAL 1.1 Antropoceno, cambios globales y complejidad. 1.2 Impacto ambiental de las actividades antrópicas y su afectación sobre los servicios ecosistémicos. 1.3 Principales categorías de impacto ambiental. Factores contaminantes y principales constituyentes. Relación con los ODS: 1. Fin de la pobreza 3. Salud y bienestar 6. Agua limpia y saneamiento 7. Energía limpia y no contaminante 9. Industria, innovación e infraestructura 10. Reducción de las desigualdades 12. Producción y consumo responsables 13. Acción por el clima 14. Vida submarina 15. Vida de los ecosistemas

Unidad 2	UNIDAD 2: ECONOMÍA ECOLÓGICA Y GESTIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD 2.1 Relaciones entre economía y ambiente: diferencias entre distintos enfoques: Economía ambiental, economía verde, economía circular, bioeconomía y economía ecológica. 2.2 Producción y transformaciones entrópicas: aportes de la economía ecológica aplicados a la gestión sustentable de la producción de bienes y servicios Relación con los ODS: 8. Trabajo decente y crecimiento económico 9. Industria, innovación e infraestructura 10. Reducción de las desigualdades 12. Producción y consumo responsables 13. Acción por el clima 14. Vida submarina 15. Vida de los ecosistemas
Unidad 3	UNIDAD 3: ECOLOGÍA INDUSTRIAL APLICADA Y SUSTENTABILIDAD 3.1 Ecología industrial aplicada: metodologías de estudio de flujos de materia en actividades productivas para la evaluación de impactos ambientales y gestión de circularidad de subproductos y/o residuos. 3.2 Simbiosis Industrial y potencial de circularidad. Relación con los ODS: 6. Agua limpia y saneamiento 7. Energía limpia y no contaminante 8. Trabajo decente y crecimiento económico 9. Industria, innovación e infraestructura 12. Producción y consumo responsables 13. Acción por el clima 14. Vida submarina 15. Vida de los ecosistemas
Unidad 4	UNIDAD 4: HACIA UNA GESTIÓN AMBIENTALMENTE SUSTENTABLE DE LOS SISTEMAS INDUSTRIALES 4.1 Gestión ambiental para la prevención y el control de impactos ambientales en sistemas de producción de bienes y servicios. 4.2 Norma ISO 14001:2015: política ambiental, identificación de aspectos e impactos ambientales, requisitos legales y otros requisitos, evaluación de impactos ambientales, evaluación de opciones de mejora ambiental, control operacional, evaluación interna, documentación y revisión. Relación con los ODS: 3. Salud y bienestar 6. Agua limpia y saneamiento 7. Energía limpia y no contaminante 8. Trabajo decente y crecimiento económico 9. Industria, innovación e infraestructura 12. Producción y consumo responsables 13. Acción por el clima 14. Vida submarina 15. Vida de los ecosistemas

Planificación de actividades					
Semana	Clase	Actividad	Tipo	Duración estimada	Unidad
Semana 1	Clase 1	Trabajos en grupos	Introducción teórico-práctico (Presencial)	4hs	-
Semana 2	Clase 2	Foro 1 y TP 1	Teórica-práctica (Presencial)	4hs	1
Semana 3	Clase 3	Foro 2 y TP 2	Teórica-práctica (Virtual sincrónica)	4hs	1
Semana 4	Clase 4	Foro 3 y TP 3	Teórica-práctica (Presencial)	4hs	2
Semana 5	Clase 5	Foro 4 y TP 4	Teórica-práctica (Virtual sincrónica)	4hs	2
Semana 6	Clase 6	Foro 5 – TP 5 Parte 1	Teórica-práctica (Presencial)	4hs	3
Semana 7	Clase 7	TP 6 – TP 5 Parte 2	Teórica-práctica (Virtual sincrónica)	4hs	3
Semana 8	Clase 8	Repaso general	Teórica-práctica (Presencial)	4hs	1,2 y 3
Semana 9	Clase 9	-	Evaluación (EIC)	1h 30'	1,2 y 3
Semana 10	Clase 10	TP Integrador – Parte 1	Práctica – estudio de caso (Presencial)	4hs	4
Semana 11	Clase 11	TP Integrador – Parte 2	Práctica – estudio de caso (Virtual sincrónica)	4hs	4
Semana 12	Clase 12	TP Integrador – Parte 3	Práctica – estudio de caso (Presencial)	4hs	4
Semana 13	Clase 13	TP Integrador – Parte 4	Práctica – estudio de caso (Virtual sincrónica)	4hs	4
Semana 14	Clase 14	-	Recuperatorio EIC (Presencial)	1h 30'	1,2 y 3
Semana 15	Clase 15	-	Presentación oral y escrita TP Integrador (Presencial)	-	4
Semana 16	Clase 16	-	Notificación nota final (Presencial)	-	-

Metodologías de Evaluación
Se tomará una Evaluación Integradora de Contenidos (EIC) escrita en la semana indicada en la planificación de actividades. - El propósito de esta evaluación es que las/os estudiantes demuestren que han aprendido significativamente los contenidos de las Unidades 1 a 3, siendo capaces de aplicar los contenidos al análisis crítico de situaciones y/o problemáticas contextualizadas.

- Asimismo, el Trabajo Práctico del Sistema de Gestión Ambiental (TP SGA) será considerado como una segunda evaluación a modo de trabajo práctico integrador. Dicho trabajo práctico debe ser entregado en la semana indicada en la planificación de actividades. La aprobación de este TP constituye una condición necesaria para la aprobación de la asignatura. La evaluación se realizará mediante rúbrica de evaluación del proceso de aprendizaje del referido TP SGA.
- El propósito del TP SGA es que las/los estudiantes sean capaces de aplicar los requisitos seleccionados de la Norma ISO 14000 a un estudio de caso local.
 - Asimismo, se prevé una instancia de recuperación de la EIC en la semana indicada en la planificación de actividades.

Criterios de aprobación:

- Para promocionar la asignatura, se deberá obtener calificaciones iguales o mayores a 7 (siete) en todas las instancias de evaluación.
- Para aprobar la asignatura, se deberá obtener calificaciones iguales o superiores a 4 (cuatro) e inferiores a 7 (siete) en algunas o todas las instancias de evaluación.
- Se deberá contar con al menos un 75% de asistencia a la cursada de la asignatura.

Primera evaluación	Semana 9	Evaluación Integradora de Contenidos (EIC)- escrita e individual	1h 30' – 19:00hs a 20:30hs
Segunda evaluación	Semana 15	Evaluación del proceso y de la presentación escrita y oral del trabajo práctico integrador	A definir mediante rúbrica de evaluación
Recuperatorio	Semana 14	Evaluación escrita e individual	1h 30' – 19:00hs a 20:30hs

Bibliografía obligatoria (disponible en la Biblioteca Leopoldo Marechal, o con acceso digital)

Título	Autor	Editorial	Edición	Año
Cambio Global. Una mirada desde Iberoamérica	Marquet, P. A et al. (eds.)	ACCI	1° ed. Versión online disponible: https://vdoc.pub/documents/cambio-global-una-mirada-desde-iberoamerica-1fj5vk8u22d0	2018
La economía ecológica como sistema teórico	Guillermo Peinado y Aín Mora	Revista Iberoamericana de Economía Ecológica Vol. 36, No. 2: 41-58	Versión online disponible: Vista de Análisis del flujo de materiales de una red de simbiosis industrial en Mendoza, Argentina	2024

Análisis de flujo de materiales en sistemas humanos - una revisión	Díaz-Gómez, J., & Silva Leal, J.	Revista EIA, 12(23),149-161	Versión online disponible: redalyc.org/pdf/1492/149240051014.pdf	2015
Reciclaje de residuos industriales: residuos sólidos urbanos y fangos de depuradora	Elías Castells, X.	Madrid: Díaz de Santos	2° ed.	2009
Análisis del flujo de materiales de una red de simbiosis industrial en Mendoza, Argentina	Arce Bastias, F.	Núm. 15. VI Jornada de Intercambio y Difusión de los Resultados de Investigaciones de los Doctorandos en Ingeniería (AJEA - UTN)	Versión online disponible: https://rtyc.utn.edu.ar/index.php/ajea/article/view/1037/933	2022
ISO 14001:2015: Sistemas de gestión ambiental - Requisitos con orientación para su uso"	Organización Internacional de Normalización	Organización Internacional de Normalización	https://sigi.sic.gov.co/SIGI/files/modulos/documentos/anexos/801/NORMA%20ISO%2014001.2015.pdf	2015

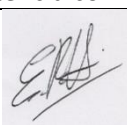
Bibliografía complementaria recomendada (disponible en la Biblioteca Leopoldo Marechal, o con acceso digital)

Titulo	Autor	Editorial	Edición	Año
Economía ecológica latinoamericana	Azamar Alonso, A. et alt. (Coords.)	CLACSO - Siglo XXI Editores	1° ed. Versión online disponible: https://libreria.clacso.org/publicacion.php?p=2597&c=52	2021
Transition Engineering Building a Sustainable Future	Krumdieck, S	CRC Press Taylor & Francis Group	1° ed. Versión online disponible: https://www.transitionengineering.org/book/	2020
Industrial Ecology and Industry	Xiaohong Li	Palgrave Pivot Cham	1° ed. Versión online disponible:	2018

Symbiosis for Environmental Sustainability Definitions, Frameworks and Applications			https://shura.shu.ac.uk/18212/8/Li-Chapter%202-IndustrialEcologyandIndustrialSymbiosisdefinitionsanddevelopmenthistories%28AM%29.pdf	
---	--	--	---	--

Otros Recursos Complementarios (videos, enlaces, otros) Incluir una fila por cada recurso)		
Título	Tipo de Recurso:	Disponible en:
Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible	Enlace	https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2018/06/la-agenda-de-desarrollo-sostenible-necesita-un-impulso-urgente-para-alcanzar-sus-objetivos/
Objetivos de Desarrollo Sostenible	Enlace	https://www.unenvironment.org/es/explora-los-temas/objetivos-de-desarrollo-sostenible
Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas (IPBES)	Enlace	https://ipbes.net/
Sociedad Internacional de Ecología industrial	Enlace	https://is4ie.org
Portal de análisis de Flujo de Materiales	Enlace	http://www.materialflows.net/
Instituto Internacional para el Desarrollo Sostenible	Enlace	https://www.iisd.org/
Global Footprint Network	Enlace	https://www.footprintnetwork.org
Exergía de recursos naturales	Enlace	http://www.exergoecology.com/
Journal of Cleaner Production	Enlace	https://www.journals.elsevier.com/journal-of-cleaner-production/
Revista Producción + Limpia	Enlace	http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_serial&pid=1909-0455&lng=es
Panel Intergubernamental de Cambio Climático	Enlace	https://www.ipcc.ch
Instituto Internacional para el Desarrollo Sostenible	Enlace	https://www.iisd.org/
Global Footprint Network	Enlace	https://www.footprintnetwork.org

Constancia de Conformidad del Equipo Docente	
	Según lo establecido en la Resolución del Honorable Consejo Superior N° 054/2011 sobre Régimen académico integrado

	“Declaro que el presente programa de estudios de la asignatura ECOLOGÍA INDUSTRIAL Y DESARROLLO SUSTENTABLE 4094, es el vigente para el ciclo lectivo 2025, y guarda consistencia con los contenidos mínimos del Plan de Estudios”
	 Firma:
	Aclaración: Elisabeth R. Herrería
	Fecha: 1° de Abril de 2025