

# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN BÁSICA

COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL Y VINCULACIÓN UNIVERSITARIA

PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

## I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

1. **Unidad Académica:** Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; Facultad de Ingeniería, Mexicali; Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Tijuana; Escuela de Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas; Facultad de Ingeniería y Negocios, Tecate.
2. **Programa Educativo:** Ingeniero Industrial
3. **Plan de Estudios:** 2019-2
4. **Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Ecología Industrial
5. **Clave:** 34925
6. HC: 01 HL: 00 HT: 03 HPC: 00 HCL: 00 HE: 01 CR: 05
7. **Etapa de Formación a la que Pertenece:** Terminal
8. **Carácter de la Unidad de Aprendizaje:** Obligatoria
9. **Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Ninguno



Equipo de diseño de PUA

Mydory Oyuky Nakasima López  
Samantha Eugenia Cruz Sotelo  
María Alejandra Rojas Ruiz  
Susana Fragoso Ángeles  
Luz del Consuelo Olivares Fong

Firma

*Mydory Oyuky Nakasima López  
Samantha Eugenia Cruz Sotelo  
María Alejandra Rojas Ruiz  
Susana Fragoso Ángeles  
Luz del Consuelo Olivares Fong*

Fecha: 06 de septiembre de 2018

Vo.Bo. de subdirector(es) de  
Unidad(es) Académica(s)

José Luis González Vázquez  
Alejandro Mungaray Moctezuma  
Angélica Reyes Mendoza  
María Cristina Castañón Bautista  
Humberto Cervantes de Ávila

Firma

*José Luis González Vázquez  
Alejandro Mungaray Moctezuma  
Angélica Reyes Mendoza  
María Cristina Castañón Bautista  
Humberto Cervantes de Ávila*

## **II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

El propósito de este curso es que el estudiante aplique la creación de una red industrial, imitación de ecosistemas naturales para el funcionamiento de industrias y la inclusión de los tres aspectos de la sustentabilidad (social, económico y ambiental), siendo elementos claves dentro de la Ecología Industrial, proporcionando al estudiante conocimientos y herramientas para lograr un desarrollo sustentable.

Esta unidad de aprendizaje se encuentra ubicada en la etapa terminal y pertenece al área de producción, con carácter de obligatoria.

## **III. COMPETENCIA DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE**

Implementar los ejes de sustentabilidad en el ciclo de vida de los productos y/o servicios, para reducir los impactos negativos en el entorno, mediante la aplicación de metodologías y herramientas de análisis basadas en el ACV y ecodiseño, de manera innovadora, colaborativa, con responsabilidad y conciencia ambiental.

## **IV. EVIDENCIA(S) DE DESEMPEÑO**

Realiza un proyecto basado en la evaluación de ciclo de vida de un producto y/o servicio y ecodiseño, el cual debe integrar, definición del proceso productivo y/o servicio a evaluar, justificación, objetivos, metodología basado en el uso de software de ACV y estrategias de ecodiseño, interpretación de resultados obtenidos, conclusiones, recomendaciones y referencias. Entrega reporte por escrito y presenta ante el grupo.

## V. DESARROLLO POR UNIDADES

### UNIDAD I. Conceptos básicos de la ecología industrial

**Competencia:**

Analizar los fundamentos y herramientas de la ecología industrial, para relacionar el crecimiento poblacional e industrial y el deterioro ambiental, a través de casos de estudio, con una actitud objetiva, analítica y conciencia ambiental.

**Contenido:****Duración:** 3 horas

- 1.1 Fundamentos de ecología industrial
- 1.2 Definición de ecología industrial
- 1.3 Importancia de la ecología industrial
- 1.4 Ejemplos de implementación de ecología industrial
  - 1.4.1 Factores que favorecen la implementación de la ecología industrial
  - 1.4.2 Beneficios en la implementación de la ecología industrial
- 1.5 Herramientas de la ecología industrial

## **UNIDAD II. Metabolismo industrial**

### **Competencia:**

Identificar el flujo de materiales de sistemas productivos, para su valorización y/o reincorporación como materia prima a la cadena productiva, por medio de referentes teóricos y casos de estudio, con una actitud crítica, objetiva y analítica.

### **Contenido:**

- 2.1 Definición de metabolismo industrial
- 2.2 Espacio ambiental sostenible (capacidad de carga)
- 2.3 Estudio de flujos de energía y materiales
- 2.4 Desmaterialización de los productos
- 2.5 Descarbonización energética

**Duración:** 4 horas

### **UNIDAD III. Desarrollo tecnológico y medio ambiente**

#### **Competencia:**

Identificar beneficios e impactos ambientales asociados al uso de tecnologías convencionales, mediante referentes teóricos y análisis de indicadores, para promover el desarrollo y/o uso de tecnologías basadas en fuentes renovables de energía, que reduzcan el impacto negativo al ambiente, con una actitud objetiva, reflexiva y proactiva.

#### **Contenido:**

**Duración:** 3 horas

- 3.1 Beneficios de la tecnología sobre el medio ambiente
- 3.2 Impactos ambientales de la tecnología sobre el medio ambiente
- 3.3 Desarrollo de nuevas tecnologías que minimizan el impacto ambiental
  - 3.3.1 Tecnologías basadas en fuentes renovables de energía para la optimización de procesos y servicios

## UNIDAD IV. Análisis del ciclo de vida

### Competencia:

Evaluar los impactos ambientales asociados al ciclo de vida de un producto y/o servicio, a través de la metodología y uso de software del ACV, para identificar las áreas de oportunidad de mejora en el desempeño ambiental del proceso productivo, con una actitud analítica y objetiva.

### Contenido:

**Duración:** 4 horas

- 4.1 Introducción al análisis del ciclo de vida
- 4.2 Etapas en la Evaluación de Impacto Ambiental
  - 4.2.1 Definición de objetivos y alcance
  - 4.2.2 Unidad Funcional
- 4.3 Inventario de Ciclo de Vida (ICV)
  - 4.3.1 Fuentes de información primarias
  - 4.3.2 Bases de datos comerciales
  - 4.3.3 Diseño de escenarios
- 4.4 Métodos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)
  - 4.4.1 Ecoindicadores (End point/middle point)
  - 4.4.2 Software de Análisis de Ciclo de Vida (ACV)
- 4.5 Interpretación de resultados y recomendaciones

## UNIDAD V. Diseño para el medio ambiente (Ecodiseño)

### Competencia:

Aplicar la metodología del ecodiseño, para atender las necesidades económicas y socio-ambientales del entorno, mediante la implementación de estrategias en el diseño del producto, con una actitud analítica, objetiva, de responsabilidad y conciencia ambiental.

### Contenido:

**Duración:** 2 horas

- 5.1 Definición y objetivos del ecodiseño
- 5.2 Metodología del ecodiseño
  - 5.2.1 Metodología PILOT
  - 5.2.2 Metodología PROMISE
- 5.3 Estrategias de ecodiseño
  - 5.3.1 Rueda de LiDS
  - 5.3.2 Estrategias de PILOT
- 5.4 Niveles de ecodiseño

## VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

| No. de Práctica  | Competencia  | Descripción  | Material de Apoyo  | Duración |
|------------------|--|--|--|----------|
| <b>UNIDAD I</b>  |  |  |  |          |
| 1                | Analizar la importancia de la ecología industrial, para promover su desarrollo, por medio de la lectura de investigaciones científicas, con una actitud crítica.   | <p>Analiza un artículo de divulgación científica sobre la importancia de la ecología industrial.</p> <p>Elabora un resumen de una cuartilla sobre el artículo.</p>   | Artículos de divulgación científica.<br>Apuntes clase.<br>Computadora.<br>Internet.                      | 2 horas  |
| 2                | Identificar los factores y beneficios de la ecología industrial, por medio de análisis de estudios de casos y/o lecturas de investigaciones científicas, para reconocer como impulsan la implementación de los factores de la ecología industrial, con una actitud objetiva y analítica. | <p>Investiga ejemplos de la implementación de la ecología industrial y elegirá 3 de ellos.</p> <p>Identifica los factores y beneficios de su implementación en los ejemplos seleccionados.</p> <p>Elabora una tabla comparativa de los ejemplos seleccionados.</p> | Artículos de divulgación científica.<br>Casos de estudio.<br>Apuntes clase.<br>Computadora.<br>Internet. | 2 horas  |
| 3                | Clasificar las herramientas de la ecología industrial, para su adecuada aplicación en la industria, por medio de referentes teóricos, con una actitud objetiva y conciencia ambiental.   | <p>Selecciona 3 herramientas de la ecología industrial.</p> <p>Busca un ejemplo de aplicación para cada una de las herramientas elegidas.</p> <p>Elabora una presentación de sus ejemplos.</p>   | Apuntes clase.<br>Artículos de divulgación científica.<br>Documentales.<br>Computadora.<br>Internet.     | 4 horas  |
| <b>UNIDAD II</b> |  |  |  |          |
| 4                | Identificar el flujo de energía y materiales, para evaluar áreas de oportunidad que impulsa el metabolismo industrial, por medio del análisis de casos de estudio y ejercicios con una actitud analítica y responsable.  | <p>El profesor proporciona un caso de estudio al estudiante para su lectura y análisis.</p> <p>El estudiante realiza un ejercicio para el estudio del flujo de energía y materiales.</p> <p>Presenta el análisis realizado.</p>                                    | Apuntes clase.<br>Caso de estudio.<br>Computadora.<br>Libros de texto.<br>Artículos de divulgación.      | 5 horas  |

|                   |   |  |  |         |
|-------------------|---|--|--|---------|
| 5                 | Identificar ventajas, desventajas y desmaterialización de productos, para impulsar la aplicación en la industria, por medio del análisis de la evolución, de productos, con una actitud objetiva y responsable.   | <p>Busca información sobre la evolución de un producto de uso cotidiano.</p> <p>Identifica la desmaterialización del producto, señalando ventajas y desventajas.</p> <p>Realiza y presenta frente al grupo una línea del tiempo con la información identificada y clasificada.</p>   | Apuntes clase.<br>Libros texto.<br>Internet.<br>Computadora.   | 4 horas |
| <b>UNIDAD III</b> |   |  |  |         |
| 6                 | Analizar impactos ambientales asociados al uso de tecnologías convencionales, para buscar un uso eficiente y/o sustituir por tecnologías basadas en fuentes renovables de energía, mediante referentes teóricos y lecturas de artículos, con una actitud reflexiva y proactiva.   | <p>El profesor proporciona lecturas de referencia sobre impactos ambientales.</p> <p>El estudiante realiza las lecturas referidas, selecciona una tecnología de uso cotidiano o industrial e identifica los impactos al ambiente por su uso.</p> <p>Elabora y presenta su conclusión sobre la tecnología seleccionada y comenta en plenaria.</p> | Apuntes clase.<br>Libros texto.<br>Artículos de divulgación científica.<br>Internet.<br>Computadora. | 4 horas |
| <b>UNIDAD IV</b>  |   |  |  |         |
| 7                 | Identificar cuando un material se convierte en residuo y en material aprovechable o inerte, mediante la evaluación de la eficiencia ambiental del producto y/o servicio de estudio, para establecer las mejores estrategias a implementar y mitigar el impacto al medio ambiente, con una actitud responsable y conciencia ambiental. | <p>Busca el ciclo de vida del producto y/o servicio a analizar.</p> <p>Diseña los probables escenarios que presente el producto y/o servicio.</p> <p>Presenta el diseño del ciclo de vida y el probable escenario que presente el producto y/o servicio.</p>   | Apuntes de clase<br>Libros de Texto Documentales<br>Internet<br>Computadora                          | 3 horas |
| 8                 | Analizar las etapas de una evaluación de impacto ambiental, para asignar una valoración al nivel de impacto anticipado y tratamiento requerido,   | El profesor proporciona al estudiante lecturas de casos prácticos de referencia para la valoración de la Evaluación de Impacto Ambiental.  | Apuntes de clase<br>Artículos de divulgación científica<br>Internet                                  | 3 horas |

|    |  |  |   |         |
|----|--|--|---|---------|
|    | mediante el análisis de artículos y casos de estudio, con una actitud analítica y objetiva.  | El estudiante analiza los casos prácticos de referencia.<br><br>Elabora un diagrama de flujo donde identifique las diversas etapas de evaluación del caso práctico.<br><br>Presenta su diagrama ante el grupo.   | Computadora   |         |
| 9  | Identificar ecoindicadores y el ciclo de vida del producto, para cuantificar todas las cargas ambientales que este genera desde el inicio hasta el final de su uso, a través de las bases de datos comerciales y del diseño de posibles escenarios, con una actitud analítica, objetiva de responsabilidad y conciencia ambiental. | El profesor proporciona al alumno lecturas de referencia de los ecoindicadores.<br><br>El estudiante identifica los ecoindicadores aplicables al producto.<br><br>Desarrolla un documento que contiene las etapas de extracción y procesado de materias primas, así como la producción, transporte; distribución; uso; reutilización y mantenimiento; reciclado y disposición final. Y realiza un presentación frente al grupo.        | Apuntes de clase<br>Libros de Texto<br>Artículos de Divulgación Científica<br>Internet<br>Computadora                       | 3 horas |
| 10 | Evaluar los resultados obtenidos del análisis del ciclo de vida del producto y/o servicio, para establecer los puntos prioritarios a atender, de acuerdo a las recomendaciones señaladas como parte del ACV, con actitud de liderazgo, responsabilidad y conciencia ambiental.   | Evalúa y prioriza los resultados obtenidos del ACV.<br><br>Realiza un cronograma de actividades para cumplir con las recomendaciones.<br><br>Entrega el cronograma.  | Apuntes de clase<br>Libros de Texto<br>Artículos de Divulgación Científica<br>Internet<br>Computadora                       | 3 horas |
| 11 | Evaluar el impacto ambiental de un producto manufacturado, para cuantificar las emisiones de CO <sub>2</sub> , a través de software de Ingeniería Asistida por Computadora, con una actitud analítica.   | Selecciona un producto previamente diseñado en Solidworks, basado la unidad de aprendizaje de Diseño Industrial o de su preferencia, descargado desde: <a href="http://www.solidworks.es/sustainability/sustainable-design-guide/2989_ESN_HTML.htm">http://www.solidworks.es/sustainability/sustainable-design-guide/2989_ESN_HTML.htm</a> .<br><br>Realiza la evaluación y análisis del producto mediante el módulo Sustainability de | Computadora, internet, Software Solidworks con módulo Sustainability.<br>Diseño en archivo digital de pieza sldprt, .sldasm | 2 horas |

|                 |  |   |   |         |
|-----------------|--|---|---|---------|
|                 |  | <p>Solidworks.</p> <p>Realiza la interpretación de los resultados y envía su informe técnico al profesor.</p>   |   |         |
| <b>UNIDAD V</b> |  |   |   |         |
| 12              | Analizar las metodologías de ecodiseño, para comprender los aspectos medioambientales a lo largo del ciclo de vida del producto y/o servicio, a través de los criterios de evaluación del ciclo de vida aplicables, con actitud analítica y objetiva.                                      | <p>El profesor proporciona al alumno lecturas de referencia de las metodologías de ecodiseño.</p> <p>El estudiante selecciona la metodología de ecodiseño de acuerdo al producto y/o servicio a analizar.</p> <p>Elabora y presenta frente a grupo la metodología seleccionada.</p> | Apuntes de clase<br>Libros de Texto<br>Artículos de Divulgación Científica<br>Internet<br>Computadora | 5 horas |
| 13              | Clasificar, las distintas estrategias de ecodiseño basándose en la rueda de LiDS y/o PILOT, para reducir los impactos negativos ambientales del producto y/o servicio durante todo su ciclo de vida, con una actitud analítica, colaborativa y responsabilidad.                            | <p>El profesor proporciona al alumno lecturas de referencia de las estrategias del ecodiseño.</p> <p>El estudiante establece las estrategias de acuerdo al producto y/o servicio seleccionado.</p> <p>Presenta frente a grupo las estrategias establecidas.</p>                     | Apuntes de clase<br>Libros de Texto<br>Artículos de Divulgación Científica<br>Internet<br>Computadora | 5 horas |
| 14              | Implementar los ejes de sustentabilidad en el ciclo de vida de los productos y/o servicios, aplicando modelos cualitativos y cuantitativos de análisis, para reducir los impactos negativos en el entorno, de manera innovadora, colaborativa, con responsabilidad y conciencia ambiental. | Presenta de manera oral y escrita su proyecto final considerando las indicaciones del profesor.   | Cañón, Internet, computadora, powerpoint, videos.   | 3 horas |

## VII. MÉTODO DE TRABAJO

**Encuadre:** El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

**Estrategia de enseñanza (docente):**

- Exposición oral.
- Estudio de casos.
- Foro de discusión.
- Actividades de trabajo colaborativo.

**Estrategia de aprendizaje (alumno):**

- Investigación documental.
- Ensayos.
- Resúmenes.
- Organizadores gráficos (mapas mentales, conceptuales, cuadros comparativos, etc.).
- Estudio de casos.
- Reportes técnicos.
- Exposiciones orales.

## VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

### Criterios de acreditación

- 80% de asistencia para tener derecho a examen ordinario y 60% de asistencia para tener derecho a examen extraordinario de acuerdo al Estatuto Escolar artículos 70 y 71.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### Criterios de evaluación

|  |             |
|--|-------------|
| - Examen Ordinario (2).....                              | 20%         |
| - Trabajos en clase (talleres)/tareas/investigación..... | 35%         |
| - Avances del proyecto final y presentación.....         | 10%         |
| - Evidencia de desempeño.....<br>Proyecto de evaluación) | 35%         |
| <b>Total.....</b>  | <b>100%</b> |

## IX. REFERENCIAS

| <b>Básicas</b>  | <b>Complementarias</b>   |
|---|--|
| Cervantes, G., Sosa, R., Rodríguez, G., y Robles, F. (2009). <i>Ecología Industrial y desarrollo sustentable</i> . Ingeniería, 13(1).   | Adoue, C. (2010). <i>Implementing industrial ecology: methodological tools and reflections for constructing a sustainable development</i> . CRC Press.   |
| Guinée, J. B. (2002). <i>Handbook on life cycle assessment: operational guide to the ISO standards</i> . Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.                                 | Coronado, M. (1998). <i>Manual de prevención y minimización de la contaminación industrial</i> . Panorama.   |
| Hoof, B. V., Monroy, N., y Saer, A. (2007). <i>Producción más limpia: paradigma de gestión ambiental</i> (No. 333.715 H778p). Bogotá, CO: Alfaomega.                            | Culley, S. (2001). <i>Design Methods for Performance and Sustainability</i> (Vol. 28). John Wiley & Sons.  |
| Manahan, S. E. (2017). <i>Industrial ecology: environmental chemistry and hazardous waste</i> . Routledge.  | Cunningham W., Cunningham M. (2017) <i>Principles of Environmental Science 8<sup>th</sup> Edition</i> . Mc Graw Hill.  |
| Seoánez, M. (1998). <i>Ecología industrial: ingeniería medioambiental aplicada a la industria y a la empresa: manual para responsables medioambientales</i> . Ed. Mundi-Prensa. | Ojeda-Benítez, S. (2012). <i>Problemática y Sustentabilidad en la Industria</i> . Mexicali, B.C., México, Ed. Universidad Autónoma de Baja California.   |
| Talaba, D., y Roche, T. (Eds.). (2006). <i>Product engineering: eco-design, technologies and green energy</i> . Springer Science & Business Media.                              | Scott, A., Amel, L., Koger, M., y Manning, M. (2016). <i>Psychology for sustainability</i> . 4ta Edición. Ed. Routledge.   |
| Valero, A., y Usón, S. (2011). <i>Ecología industrial: cerrando el ciclo de materiales</i> (serie: <i>Eficiencia energética</i> ). Prensas de la Universidad de Zaragoza. [     | Vega de Kuyper, J.C., y Ramírez-Morales, S. (2014). <i>Fuentes de energía, renovables y no renovables. Aplicaciones</i> . Revista Escuela de Administración de Negocios, Ed. Alfaomega, (77), 216-218. |
| Bourg, D., y Erkman, S. (2017). <i>Perspectives on industrial ecology</i> . Ed. Routledge.  |  |
| Cruz-Sotelo, S.E. (2016). <i>El análisis de ciclo de vida y herramienta de inteligencia artificial en el manejo del</i>   |  |

teléfono celular. Mexicali, B.C., México, Ed.  
Universidad Autónoma de Baja California.

## X. PERFIL DEL DOCENTE

El docente de esta asignatura debe poseer título de Ingeniero Industrial, Ingeniero en Energías Renovables, Ingeniero Ambiental, Licenciatura en Ciencias Ambientales o área afín; preferentemente con estudios de posgrado en área ambiental, experiencia docente y laboral mínima de dos años, cursos de actualización docente y desarrollo de proyectos dirigidos a temas de gestión y uso eficiente de los recursos energéticos y materiales en la empresa, tecnologías basadas en fuentes renovables de energía y simbiosis industrial; proactivo, analítico y que fomente el trabajo en equipo.