

## 1. Datos Generales de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura:</b>	Economía circular e introducción a la Industria 5.0
<b>Clave de la asignatura:</b>	SMJ-2406
<b>SATCA<sup>1</sup>:</b>	4-2-6
<b>Carrera:</b>	Ingeniería Industrial

## 2. Presentación

### Caracterización de la asignatura

La Manufactura Inteligente y la Economía Circular son dos conceptos que se están ganando cada vez más atención en el sector industrial. La Manufactura Inteligente utiliza tecnologías como la Internet de las Cosas (IoT), el Big Data y la inteligencia artificial para optimizar los procesos de producción y reducir el desperdicio. La Economía Circular, por otro lado, se centra en el diseño de productos y procesos que minimicen el impacto ambiental y maximicen la reutilización de materiales.

Al combinar estos dos conceptos, las empresas pueden crear proyectos que sean más sostenibles, eficientes y rentables.

### Intención didáctica

La primera unidad, analiza el contexto actual de la industria y su entorno. Como las empresas se adaptan al cambio climático, la importancia del agua y la energía en los procesos y como se contribuye a los objetivos de Desarrollo Sostenible.

La segunda unidad, aborda el concepto de Economía Circular, la adaptación al cambio en los procesos industriales, como la sustentabilidad y los principios de la Economía Circular a propiciado la simbiosis Industrial y algunas estructuras como la Manufactura Circular y los FabLabs.

La tercera unidad se centra en Industria 5.0, como la tecnología, la digitalización, influyen entre los humanos y las máquinas; como la resiliencia hacia la globalización, contribuyen a la Manufactura Inteligente.

El Emprendimiento Verde, se aborda en la cuarta unidad, en ella, se revisan las diferentes metodologías, para desarrollar proyectos industriales o de servicios, con un enfoque al cuidado del medio ambiente y al ser humano.

Se finaliza con el desarrollo de una propuesta, en la que conviven SMART Manufacturing, la Economía Circular y la Industria 5.0.

<sup>1</sup> Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

### 3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de la Región Carbonífera: Enero, 2024	Integrantes de la Academia de Ingeniería Industrial, Mecatrónica y Sistemas Computacionales	Análisis, búsqueda y elaboración del programa de estudio propuesto.

### 4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
Generar propuesta de manufactura inteligente que genera valor con enfoque hacia la economía circular y la Industria 5.0.

### 5. Competencias previas

Haber acreditado las asignaturas de Tópicos selectos de automatización, Sistemas de Programación Industrial y Big Data e Inteligencia Artificial.
---

### 6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	<b>El contexto actual de la industria</b>	1.1 Cambio climático 1.2 Retos globales. Piensa global, actúa local 1.3 Importancia del agua y la energía 1.4 Producción y consumo 1.5 Objetivos de Desarrollo Sostenible
2	<b>Economía Circular</b>	2.1 Adaptación al cambio 2.2 Sustentabilidad 2.3 Principios de la EC 2.4 Diagrama mariposa de la EC 2.5 Simbiosis Industrial 2.6 Manufactura Circular 2.7 FabLabs
3	<b>Introducción a la Industria 5.0</b>	3.1 Digitalización 3.2 Industria 4.0 e Industria 5.0 3.3 Interacción entre humanos y máquinas 3.4 Sustentabilidad y resiliencia 3.5 Globalización y futuro 3.6 SMART Manufacturing
4	<b>Emprendimiento Verde</b>	4.1 Lean y Agile

		<p>4.2 Eco-Creatividad, Eco-Diseño y Eco-innovación</p> <p>4.3 Técnica SCAMPER</p> <p>4.4 Análisis PESTEL</p> <p>4.5 Mapa de Empatía</p> <p>4.6 Lean CANVAS</p> <p>4.7 StartUps</p>
5	<b>Proyecto de Manufactura Inteligente</b>	<p>5.1 Identificación de oportunidades SMART Manufacturing</p> <p>5.2. Selección e implementación de tecnologías</p> <p>5.3 Diseño circular de procesos y productos</p> <p>5.4 Evaluación del impacto</p>

## 7. Actividades de aprendizaje de los temas

<b>El contexto actual de la industria</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): El alumno conoce los retos globales a los que se enfrenta la industria global</p> <p>Genéricas: Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes. Sabe investigar, generar y gestionar información y datos Maneja software básico para procesamiento de datos y elaboración de documentos Lee, comprender y redactar ensayos y demás escritos técnico-científicos Maneja adecuadamente la información proveniente de bibliotecas virtuales y de internet Posee iniciativa y espíritu emprendedor Trabaja en forma autónoma y en colaboración Asume actitudes éticas en su entorno</p>	<p>Realiza una investigación sobre el cambio climático y los retos globales y locales.</p> <p>Reflexiona sobre los principales insumos en los procesos industriales. Realiza un comparativo de la disponibilidad de agua y energía en la industria de la región.</p> <p>Realiza un ensayo sobre los impactos positivos y negativos a para con los Objetivos de Desarrollo Sostenible y la industrial regional y global.</p>
<b>Economía Circular</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): El alumno desarrolla una propuesta de simbiosis industrial en un proceso productivo de una empresa</p>	<p>El alumno revisa y desarrolla un diagrama mariposa de la economía circular de un proceso productivo local.</p>

<p>Genéricas: Desarrollar actividades de aprendizaje que propicien la aplicación de los conceptos, modelos y metodologías Propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes. Sabe investigar, generar y gestionar información y datos Maneja software básico para procesamiento de datos y elaboración de documentos Lee, comprender y redactar ensayos y demás escritos técnico-científicos Maneja adecuadamente la información proveniente de bibliotecas virtuales y de internet Posee iniciativa y espíritu emprendedor Trabaja en forma autónoma y en colaboración Asume actitudes éticas en su entorno</p>	<p>Desarrolla una propuesta inicial de simbiosis industrial a través de la manufactura circular.</p>
<b>Introducción a la Industria 5.0</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): El alumno conoce como se integra tecnología y digitalización, con la armonización con el ser humano y el medio ambiente, para dar solución a los procesos de producción.</p> <p>Genéricas: Propiciar, en el estudiante, el desarrollo de actividades intelectuales de análisis y síntesis, las cuales coadyuvan a la aplicación de conocimientos y la solución de problemas. Maneja adecuadamente la información proveniente de bibliotecas virtuales y de internet Posee iniciativa y espíritu emprendedor Trabaja en forma autónoma y en colaboración Asume actitudes éticas en su entorno</p>	<p>Conoce la forma en el cómo la digitalización influye en los procesos productivos, la sustentabilidad, la globalización y el futuro.</p> <p>Identifica un área de oportunidad, para desarrollar una propuesta o proyecto productivo con enfoque hacia la industria 5.0</p>
<b>Emprendimiento Verde</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Conoce metodologías para el desarrollo de proyectos con un enfoque</p>	<p>Conoce las herramientas y técnicas, para el desarrollo de proyectos, con un enfoque hacia la Industria 5.0</p>

<p>hacia el emprendimiento verde y con aplicación al sector industrial.</p> <p>Genéricas: Propiciar, en el estudiante, el desarrollo de actividades de programación a través de un entorno de desarrollo, que contribuya a la solución de problemas. Maneja adecuadamente la información proveniente de bibliotecas virtuales y de internet Trabaja en forma autónoma y en colaboración Asume actitudes éticas en su entorno</p>	<p>Realiza un comparativo de las herramientas con ventajas y desventajas.</p> <p>Selecciona alguna herramienta o técnica y presenta proyecto de emprendimiento o de mejora en la industria.</p>
<b>Proyecto de Manufactura Inteligente</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Realiza una propuesta de mejora en la industria. Aplica conocimientos adquiridos en su carrera, utiliza herramientas y técnicas de Ingeniería Industrial y encauza hacia la Industria 5.0.</p> <p>Genéricas: Propiciar, en el estudiante, el desarrollo de actividades de programación a través de un entorno de desarrollo, que contribuya a la solución de problemas. Maneja adecuadamente la información proveniente de bibliotecas virtuales y de internet Trabaja en forma autónoma y en colaboración Asume actitudes éticas en su entorno</p>	<p>Desarrolla una propuesta de mejora en la industria que cumpla con lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• SMART Manufacturing</li> <li>• Industria 5.0</li> </ul> <p>Presenta y defiende la propuesta en inglés</p>

## 8. Práctica(s)

La implementación de un proyecto de Manufactura Inteligente con enfoque hacia la Industria 5.0 requiere un enfoque estratégico y sistemático que considere diversos aspectos.

1. Definir los objetivos y el alcance del proyecto:

- Establecer objetivos claros y medibles: ¿Qué se quiere lograr con el proyecto? ¿Qué mejoras se esperan en términos de eficiencia, productividad, sostenibilidad y bienestar del trabajador?

- Definir el alcance del proyecto: ¿Qué áreas de la planta o proceso serán abordadas por el proyecto? ¿Qué tecnologías se implementarán?
- Asignar recursos y responsabilidades: ¿Quién estará a cargo del proyecto? ¿Qué recursos financieros y humanos se destinarán al mismo?

#### 2. Evaluar el estado actual:

- Realizar un análisis de la situación actual: Identificar los procesos actuales, los puntos de ineficiencia, los desafíos y las oportunidades de mejora.
- Recopilar datos: Recolectar datos relevantes sobre los procesos de producción, el consumo de energía, la calidad del producto y otros indicadores clave de rendimiento (KPIs).
- Analizar los datos: Utilizar herramientas de análisis de datos para identificar patrones, tendencias y áreas de mejora.

#### 3. Identificar las tecnologías de la Industria 5.0:

- Investigar las tecnologías disponibles: Explorar las diferentes tecnologías de la Industria 5.0, como IoT, Big Data, IA, robótica colaborativa, impresión 3D y realidad aumentada.
- Evaluar la viabilidad de las tecnologías: Considerar la factibilidad técnica, económica y operativa de implementar cada tecnología en el contexto específico del proyecto.
- Seleccionar las tecnologías adecuadas: Elegir las tecnologías que mejor se adapten a las necesidades y objetivos del proyecto.

#### 4. Diseñar la solución:

- Desarrollar una arquitectura de sistema: Diseñar la arquitectura general del sistema, incluyendo los componentes de hardware, software y conectividad.
- Planificar la integración de las tecnologías: Definir cómo se integrarán las nuevas tecnologías con los sistemas existentes.
- Diseñar los procesos y flujos de trabajo: Rediseñar los procesos de producción para aprovechar las nuevas tecnologías y mejorar la eficiencia y la flexibilidad.

#### 5. Implementar la solución:

- Desarrollar e implementar software: Desarrollar o adquirir el software necesario para operar las nuevas tecnologías.
- Instalar hardware y sensores: Instalar los dispositivos hardware y sensores necesarios para la recolección de datos.
- Capacitar a los empleados: Brindar capacitación a los empleados sobre el uso de las nuevas tecnologías y los nuevos procesos de trabajo.
- Gestionar el cambio: Implementar estrategias de gestión del cambio para ayudar a los empleados a adaptarse a los nuevos sistemas y procesos.

#### 6. Monitorear y evaluar los resultados:

- Establecer indicadores clave de rendimiento (KPIs): Definir los KPIs que se utilizarán para medir el éxito del proyecto.
- Monitorear el progreso: Recopilar datos de forma continua y monitorear el progreso del proyecto en relación con los objetivos establecidos.
- Evaluar los resultados: Analizar los datos recopilados para evaluar el impacto del proyecto en la eficiencia, la productividad, la sostenibilidad y el bienestar del trabajador.
- Realizar ajustes y mejoras: Realizar los ajustes y mejoras necesarios en función de los resultados de la evaluación.

7. Consideraciones adicionales:

- Seguridad cibernética: Implementar medidas de seguridad cibernética robustas para proteger los sistemas y datos contra amenazas cibernéticas.
- Ética y responsabilidad: Considerar las implicaciones éticas y sociales de la implementación de tecnologías de la Industria 5.0.
- Colaboración: Fomentar la colaboración entre diferentes departamentos y áreas de la empresa para asegurar el éxito del proyecto.

La implementación de un proyecto de Manufactura Inteligente con enfoque hacia la Industria 5.0 es un proceso complejo que requiere un compromiso significativo de tiempo, recursos y esfuerzo. Sin embargo, las empresas que adopten con éxito estos principios estarán bien posicionadas para alcanzar una mayor eficiencia, productividad, sostenibilidad y competitividad en el mercado global.

## 9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:

**Fundamentación:** marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo.

**Planeación:** con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.

**Ejecución:** consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar.

**Evaluación:** es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

## 10. Evaluación por competencias

La evaluación debe ser continua y formativa por lo que se debe considerar el desempeño en cada una de las actividades de aprendizaje utilizando:

- Rúbricas para la evaluación de las prácticas
- Listas de cotejo en trabajos
- Portafolio de evidencias
- Proyecto de asignatura

## 11. Fuentes de información

Tran, K. P. (2023). Introduction to Smart Manufacturing with Artificial Intelligence. In Artificial Intelligence for Smart Manufacturing: Methods, Applications, and Challenges (pp. 1-4). Cham: Springer International Publishing.

Tipan, A. V. T., & Garzon, C. M. V. (2023). Industria 5.0, revisión del pasado y futuro de la producción y la industria. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 1059-1070.

Gonzalez-de-Heredia, A., Beitia, A., Lasa, G., Mazmela Etxabe, M., & Etxabe, A. (2023). Diversidad, accesibilidad y diseño inclusivo de los entornos de trabajo en la Industria 5.0.

Walas Mateo, F. (2023). Nuevos modelos de negocio en el paradigma Industria 5.0. Inteligencia Artificial y Aprendizaje Automático para optimizar procesos industriales (Doctoral dissertation).

Pérez Domínguez, L. (2023). Tendencia de la Industria 4.0 comparado con Industria 5.0. Instituto de Ingeniería y Tecnología.

Nguyen, H. D., & Tran, K. P. (2023). Artificial intelligence for smart manufacturing in industry 5.0: Methods, applications, and challenges. *Artificial Intelligence for Smart Manufacturing: Methods, Applications, and Challenges*, 5-33.