

### 3.- DATOS DE LA ASIGNATURA

#### 1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	<b>Diseño Eólico</b>
Clave de la asignatura:	MSF-2103
SATCA1	3-2-5
Carrera:	Ingeniería en Energías Renovables.

#### 2. Presentación

##### Caracterización de la Asignatura

Adquirirá los conocimientos necesarios de los distintos componentes de un parque eólico marino así como de los factores de su emplazamiento para lograr un diseño satisfactorio del mismo.

##### Intención Didáctica

El temario está dividido en 4 unidades. En la primera se da un estudio detallado de los parques marinos y su comparativa con los parques terrestres, sus configuraciones eléctricas y el marco legal del desarrollo de proyectos.

En la unidad 2 se aborda las distintas etapas de transformación de la energía.

En la unidad 3 se tocará el tema de las distintas configuraciones de los parques eólicos.

Y en la última unidad se Identificará la reglamentación a aplicar al desarrollar proyectos eólicos.

#### Competencias a Desarrollar

Competencias Específicas:	Competencias Genéricas
<p>Conoce y selecciona los distintos componentes de un parque eólico Marino en especial el tipo de soporte o anclaje.</p> <p>Interpreta datos de campo para el óptimo emplazamiento de los aerogeneradores.</p>	<p><i>Competencias instrumentales</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>Capacidad de análisis y síntesis.</li><li>Capacidad de organizar y planificar</li><li>Comunicación oral y escrita.</li><li>Solución de problemas.</li><li>Toma de decisiones.</li></ul> <p><i>Competencias interpersonales</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>Capacidad crítica y autocrítica</li><li>Trabajo en equipo</li><li>Habilidades interpersonales</li><li>Capacidad de trabajar en equipo interdisciplinario</li><li>Capacidad de comunicarse con profesionales de otras áreas</li><li>Compromiso ético</li></ul> <p><i>Competencias sistémicas</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li><li>Habilidades de investigación</li><li>Capacidad de aprender</li><li>Capacidad de adaptarse a nuevas</li></ul>

	situaciones Capacidad de generar nuevas ideas (creatividad) Liderazgo Habilidad para trabajar en forma autónoma Búsqueda del logro
--	--

#### 4. Historia del Programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones (cambios y justificación)
Instituto Tecnológico de Delicias	Academia de Metal Mecánica	Reunión de Academia

#### 5. Competencias Previas

<p>Reconoce los parámetros físicos y atmosféricos que intervienen en la distribución del recurso eólico y analiza esta distribución para detectar las zonas con mayor potencial eólico. Implementa mediante el uso de estructuras de control, bibliotecas, funciones, arreglos y archivos programas que permitan una solución rápida a problemas donde intervienen los sistemas renovables de energía.</p> <p>Analiza el funcionamiento de los diferentes generadores eléctricos</p> <p>Plantea y resuelve problemas que impliquen la resolución de ecuaciones diferenciales</p> <p>Plantea y resuelve problemas que impliquen la resolución de integrales y derivadas</p> <p>Utiliza los instrumentos de medición y prueba para la medición e interpretación de variables atmosféricas para determinar las condiciones del recurso eólico.</p>
---

#### 6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Parques Eólicos Marinos (offshore)	1.1 Ventajas 1.2 Costos 1.3 Tecnología de Cimentación 1.4 Modificaciones en el diseño 1.5 Operación de parques eólico 1.6 Impacto ambiental
2	Configuración eléctrica de aerogeneradores	2.1 Generación eléctrica en un aerogenerador 2.1 Etapas de generación eléctrica en un aerogenerador 2.3 Generadores eléctricos en aerogeneradores 2.4 Interconexión del aerogenerador con la red 2.5 Conexión y desconexión de la red 2.6 Problemas en la interconexión del aerogenerador con la red eléctrica 2.7 Comportamiento del aerogenerador frente a huecos de tensión. 2.8 Organización del sistema eléctrico 2.9 Integración de la energía eólica en el sistema eléctrico
3	Configuración de sistemas eólicos. Parques eólicos	3.1 Configuraciones de un sistema eólico 3.1.1 Sistema aislado 3.1.2 Sistema híbrido aislado 3.1.3 Sistema híbrido asistido

		<p>3.1.4 Sistemas interconectados</p> <p>3.2 Parques eólicos</p> <p>3.2.1 Instalaciones eléctricas de BT en cada aerogenerador</p> <p>3.2.2 Centro de transformación de BT a MT</p> <p>3.2.3 Red de MT</p> <p>3.2.4 Subestación transformadora MT/AT y enlace con la red.</p> <p>3.3 Disposición de los aerogeneradores en un parque eólico</p>
4	Marco Legal en el Desarrollo de proyectos eólicos	<p>4.1 Disposiciones legales aplicables al sector eléctrico en México.</p> <p>4.2 Trámites para generar electricidad</p> <p>4.3 trámites para obtener el servicio de respaldo</p> <p>4.4 Trámites ambientales y para aprovechamiento del recurso</p> <p>4.5 Trámites para la instalación local</p> <p>4.6 Balizamiento</p> <p>4.7 Trámite para el reporte de actividades</p> <p>4.8 Trámite para la constitución de empresas</p>

## 7. Actividades de Aprendizaje de los Temas

Parques Eólicos Marinos (offshore)	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><i>Específica(s):</i> Conoce y selecciona los componentes adecuados para construir un parque eólico marino, sus etapas de control</p> <p><i>Genéricas:</i> Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.</p> <p>Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.</p> <p>Capacidad crítica y autocrítica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analiza y discute en grupo cada una de las ventajas de un parque eólico marino sobre los terrestres.</li> <li>• Indaga sobre los costos y sus conceptos involucrados en la instalación de un parque eólico marino.</li> <li>• Investiga los tipos de cimentación utilizados para soportar aerogeneradores todos los de tipo anclaje en suelo marino y todo los de tipo flotante, de igual manera investigar las nuevas tendencias en este sentido.</li> <li>• Dada el ambiente marino verificar las modificaciones necesarias para proteger los equipos, tanto en el interior de la góndola como la torre y sus cimientos.</li> <li>• Elaborar un diagrama que muestre las facetas y las instancias involucradas en la operación de un parque marino.</li> <li>• Realizar un concentrado de las implicaciones ambientales de un parque marino, sus afectaciones y sus soluciones.</li> </ul>

Configuración eléctrica de aerogeneradores	
Competencias	Actividades de aprendizaje

<p><i>Específica(s):</i> Conocer las distintas etapas de transformación de la energía cinética del viento en electricidad</p> <p><i>Genéricas:</i> Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.</p> <p>Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.</p> <p>Capacidad crítica y autocrítica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recuerda y valida el proceso de generación eléctrica en un aerogenerador</li> <li>• Analiza y discute cada etapa del proceso de generación.</li> <li>• Revisa los distintos tipos de generadores eléctricos más utilizados por la industria, verificando en que situaciones se usa cada tipo de ellos.</li> <li>• Discute el contexto en que se realiza la interconexión de los equipos a la red eléctrica que alimentará, su conexión y desconexión, los problemas que esto involucra, en particular los huecos de tensión.</li> </ul>
---	--

**Configuración de sistemas eólicos. Parques eólicos**

<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p><i>Específica(s):</i> Conocer las distintas configuraciones de los parques eólicos.</p> <p><i>Genéricas:</i> Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.</p> <p>Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.</p> <p>Capacidad crítica y autocrítica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investiga, discute y expone las distintas configuraciones en que puede operar un aerogenerador vs red eléctrica de soporte</li> <li>• Identifica las fases de baja, media y alta tensión en toda la instalación y sus equipos auxiliares.</li> <li>• Elabora un proyecto de disposición de equipos aerogeneradores en una zona contigua al plantel que goce de suficiente recurso eólico.</li> </ul>

**Marco Legal en el Desarrollo de proyectos eólicos**

<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p><i>Específica(s):</i> Identificar la reglamentación a aplicar al desarrollar proyectos eólicos</p> <p><i>Genéricas:</i> Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.</p> <p>Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.</p> <p>Capacidad crítica y autocrítica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investiga, discute y expone todas las disposiciones legales que aplican al desarrollar un proyecto eólico en nuestro país.</li> <li>• Investiga y expone en que consiste cada tipo de permiso y licencia que se debe gestionar ante entidades del Gobierno Mexicano para desarrollar un proyecto eólico que se conecte al sistema eléctrico nacional.</li> </ul>

## 8. Prácticas

1. Identificar los componentes de los sistemas eólicos marinos.
2. Distingue los distintos generadores eléctricos usados en la industria eólica
4. Análisis por software de los efectos del posicionamiento de los aerogeneradores sobre el recurso eólico

## 9. Proyecto de Asignatura

*El Nombre:* Disposición de aerogeneradores en un parque eólico.

*Objetivo:* Elaborar una propuesta de parque eólico en una zona de considerable potencial eólico en el Estado de Chihuahua.

*Desarrollo:*

- Identificar las zonas del Estado de Chihuahua que poseen mayor recurso eólico.
- Revisar las zonas que de acuerdo a la normatividad quedan excluidas, y del área viable seleccionar un punto geográfico útil para el proyecto.
- Delimitar la zona y definir el número de aerogeneradores posibles a instalar.
- Proponer el tipo de aerogeneradores adecuado para el potencial eólico.
- Realizar el sembrado virtual de cada aerogenerador, geolocalizándolo mediante coordenadas UTM.
- Elaborar tabla con registro de coordenadas UTM de cada equipo.
- Diseñar las líneas de media y alta tensión necesarias
- Calcular la capacidad de la subestación necesaria
- Elaborar plano de distribución general incluyendo la interconexión con las líneas del sistema eléctrico nacional.
- Elaborar y presentar reporte ejecutivo.

*Competencias Genéricas*

- Localización eficaz de recurso eólico
- Selección de emplazamiento viable para proyecto eólico.
- Uso de sistemas de posicionamiento global
- Cálculo de valores nominales de equipos eólicos y eléctricos
- Elaboración de planos en formato digital

*Competencias Específicas*

- Capacidad de análisis y síntesis
- Capacidad de organizar y planificar
- Conocimientos básicos de la carrera
- Comunicación oral y escrita en su propia lengua
- Competencias instrumentales

## 10. Evaluación por Competencias

- Observación del desempeño del alumno durante la realización de trabajos e investigaciones.
- Reportes escritos de las observaciones hechas durante las actividades de solución de problemas prácticos, así como, las conclusiones obtenidas
- Información obtenida durante las investigaciones solicitadas plasmada en documentos escritos.
- Exámenes escritos para comprobar el manejo de aspectos teóricos y declarativos.
- Reportes escritos de las prácticas experimentales

## 11. Fuentes de Información

- Miguel Villarubia López (2013) Ingeniería de la energía eólica
- Manwell, J., McGowan, J. & Rogers, A. (2002). Wind energy explained. Theory, design and application. Amherst, USA: Wiley & Sons.
- Hau, E. (2006). Wind turbines. : New York, USA. Springer.
- Ackermann, T. (2005). Wind Power in Power Systems. Hoboken, NJ: Wiley.  
Asociación mexicana de energía eólica (AMDEE) [www.amdee.org](http://www.amdee.org)
- Blaabjerg, F. & Z. Chen, (2006), Power Electronics for Modern Wind Turbines.  
(Synthesis Lectures on Power Electronics), San Rafael, California: Morgan & Claypool  
Publishers.
- Burton, T., Sharpe, D., Jenkins, N. & Bossanyi, E. (2001). Wind energy handbook. West
- Spera, D. (2009). Wind turbine technology. New York, USA: Asme.
- Fernández Salgado, José María (2011). Guía Completa De La Energía Eólica, AMV ediciones
- Creus S. Antonio (2008). Aerogeneradores, AMV ediciones