



Programa de la asignatura:

# Diseño de sistemas eólicos



Información general de la  
asignatura





# Información general de la asignatura

## Datos de identificación

|                            |          |                  |
|----------------------------|----------|------------------|
| Nombre de la asignatura    | Semestre | Horas de estudio |
| Diseño de sistemas eólicos | Sexto    | 72               |
| Claves de la asignatura    |          |                  |
| Energías Renovables        |          |                  |
| ING. 23143633              |          |                  |



## Índice

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| Datos de identificación .....       | 2  |
| Presentación de la asignatura ..... | 4  |
| Propósitos .....                    | 6  |
| Competencias a desarrollar.....     | 7  |
| Temario .....                       | 8  |
| Metodología de trabajo.....         | 11 |
| Evaluación.....                     | 14 |
| Fuentes de consulta .....           | 16 |



## Presentación de la asignatura



La asignatura de **Diseño de sistemas eólicos** provee las herramientas necesarias para la implementación e instalación de sistemas eólicos en la producción de energía eléctrica y de bombeo.

Mediante el análisis de las características de diseño y funcionamiento adquirirás los conocimientos y habilidades para proponer, así como innovar en el diseño de sistemas eólicos, así como optimizar su funcionamiento y de esta manera reducir costos de construcción e instalación.

En el diseño de sistemas eólicos es necesario el cálculo y análisis de las características mecánicas del aerogenerador y propiedades hidrodinámicas del viento, así como las características de la instalación para su adecuado y optimizado funcionamiento. Por lo que, esta asignatura necesita de los conocimientos adquiridos en las asignaturas cursadas en semestres anteriores.

La asignatura está distribuida en tres unidades que brindan los conocimientos necesarios para el diseño de un sistema eólico.



### Unidad 1

- Se presentan las características hidrodinámicas del viento y meteorológicas del lugar de emplazamiento para su aprovechamiento como un recurso energético renovable.

### Unidad 2

- Se analiza las características mecánicas de un aerogenerador.

### Unidad 3

- Se abordan las características geográficas del emplazamiento y costos del proyecto

La asignatura tiene como antecedentes las asignaturas de *Física*, *Cálculo integral*, *Seminario de energía eólica e hidráulica*, *Ecuaciones diferenciales*, *Mecánica de medios continuos*, *Instalación de equipos y sistemas energéticos* y *Maquinas eólicas e hidráulicas*.



## Propósitos



**Diseñar** un sistema eólico a partir de sus características de funcionamiento.



## Competencias a desarrollar



### Competencia general

**Diseña** un sistema eólico para resolver problemas del abastecimiento y generación de energía eléctrica mediante el análisis de un caso que exponga las características mecánicas, geográficas y costos en el emplazamiento del sistema.

### Competencias específicas

#### Unidad 1

**Analiza** las características hidrodinámicas del viento para identificar las particularidades de diseño de un sistema eólico a partir de las condiciones geográficas de emplazamiento.

#### Unidad 2

**Analiza** las características mecánicas del aerogenerador para determinar su tipo y su forma, dadas las condiciones geográficas del emplazamiento, a través de los parámetros de diseño y funcionamiento ajustados a las características del lugar.

#### Unidad 3

**Evalúa** la viabilidad del emplazamiento de un sistema eólico para determinar su instalación a través del análisis del costo en el mercado de los materiales de construcción, instalación y registro ambientales.



## Temario



### Unidad 1. Meteorología del viento

- 1.1. Aprovechamiento del viento
  - 1.1.1. El gradiente horizontal de presión
  - 1.1.2. Variaciones del viento
  - 1.1.3. Rugosidad del terreno
  
- 1.2. Obtención de datos del viento
  - 1.2.1. Uso y manejo de anemómetros
  - 1.2.2. Medición de la dirección del viento
  - 1.2.3. Medición de temperatura
  - 1.2.4. Medición de presión atmosférica
  - 1.2.5. Frecuencia y duración de las mediciones
  - 1.2.6. Ubicación de sensores
  - 1.2.7. Elección de instrumentos de medida
  
- 1.3. Tratamiento de datos del viento
  - 1.3.1. Campo de velocidad del viento
  - 1.3.2. Uso y manejo del software para la simulación del viento



### Unidad 2. Diseño y funcionamiento de un aerogenerador

- 2.1. Parámetros de diseño de aerogeneradores eólicos
  - 2.1.1. Relación de velocidad Periférica
  - 2.1.2. Relaciones entre  $C_x$  y  $C_y$
  - 2.1.3. Factor de actividad
  - 2.1.4. Rendimiento aerodinámico
  - 2.1.5. Coeficiente de par  $C_M$
  - 2.1.6. Dimensiones de un rotor eólico
  - 2.1.7. Área frontal barrida por la pala
  - 2.1.8. Tamaño de las palas y coeficiente de solidez
  
- 2.2. Resistencia aerodinámica del rotor
  - 2.2.1. Fuerza centrífuga
  - 2.2.2. Resistencia aerodinámica de la pala
  - 2.2.3. Momento reflector de la pala
  - 2.2.4. Momento de torsión del eje de giro
  
- 2.3. Diseño de aerogeneradores eólicos de eje horizontal
  - 2.3.1. Diámetro del rotor
  - 2.3.2. Acoplamiento rotor eólico-generador eléctrico
  - 2.3.3. Solides y número de palas
  - 2.3.4. Perfil de la pala
  - 2.3.5. Cálculo del coeficiente ascensional  $C$  y máximo
  - 2.3.6. Longitud  $L$  de la cuerda
  - 2.3.7. Relación  $R/L$  de la pala
  - 2.3.8. Corrección del ángulo de incidencia
  - 2.3.9. Ángulo de inclinación

### Unidad 3. Emplazamientos

- 3.1. Selección de emplazamientos
  - 3.1.1. Factores que influyen en el funcionamiento de un sistema eólico
  - 3.1.2. Criterios básicos de selección de emplazamientos
  - 3.1.3. Otros factores
  
- 3.2. Impacto ambiental
  - 3.2.1. Impacto visual
  - 3.2.2. Impacto sonoro



### 3.3. Aspectos económicos

3.3.1. Costo de un generador

3.3.2. Costo de instalación de los generadores

3.3.3. Costo de operación y mantenimiento de aerogeneradores

3.3.4. Otros costos



## Metodología de trabajo



La metodología que guiará tu desempeño consiste en la obtención de los parámetros de diseño de un sistema eólico que se ajusten y optimicen dadas las condiciones meteorológicas del emplazamiento, ya que para el diseño es importante contar con conocimientos avanzados de física, cálculo, probabilidad y estadística.

El curso seguirá la orientación del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy), teniendo en cuenta el desarrollo de habilidades de forma constructivista. Dicha metodología se utilizará en todas las unidades para responder a los requisitos conceptuales, procedimentales y actitudinales.

La asignatura presenta nociones teóricas y prácticas que requieren y provocan un alto grado de abstracción, lo que se refleja en cada una de las actividades presentes a lo largo de la asignatura.

También es preciso mencionar las herramientas del aula con las que cuentas, ya sea para entrega de tareas, consulta de materiales o medios de comunicación con docente en línea, son:



### Foro de dudas



En él podrás plasmar todas las inquietudes y cuestionamientos que te vayan surgiendo al momento de consultar los contenidos (materiales por unidad), así como al realizar las actividades y evidencia de aprendizaje. Tu docente en línea también podrá realizarte un diagnóstico de todos los conocimientos, relacionados con la asignatura, con los que cuentas, o bien, organizar equipos de trabajo si se requiere realizar una actividad en equipo con tus compañeros(as).

### Planeación del docente en línea



Este espacio fue diseñado para que el docente en línea pueda plasmar y comunicar tanto las actividades determinadas para esta asignatura como las complementarias; éstas últimas te aportarán elementos para alcanzar la competencia específica, es decir, tu objetivo por unidad.

Es importante mencionar que deberás estar al pendiente de este espacio, porque el docente en línea puede comunicarse contigo y atender contingencias o problemáticas que vayan surgiendo en el semestre. Asimismo, te comunicará el diseño de cada una de las actividades que contribuirán a tu aprendizaje y asignar fechas de entrega, y que finalmente autogestionas tú tiempo requerido para esta asignatura, otra de las funciones de este espacio es que también te puede enviar material extra de consulta.

### Autorreflexiones



Por otro lado, cuentas con la actividad de Autorreflexiones, misma que podrás entregar en la herramienta con el mismo nombre. El docente en línea te formulará preguntas detonadoras para generarte una reflexión respecto a lo revisado en cada unidad, reflexión que podrás plasmar a través de un documento que, a su vez, podrás subir en la herramienta de tarea con el mismo nombre.

### Asignación a cargo del docente

Asimismo, cuentas con la pestaña de Asignación a cargo del docente en línea, en la cual podrás encontrar,



### en línea



debidamente configuradas, la herramienta de tareas, en dicha herramienta deberás subir las respuestas de las actividades complementarias determinadas y comunicadas por tu docente en línea mediante el foro de Planeación del docente en línea, y te permitirán abarcar conocimientos y habilidades para alcanzar las competencias establecidas en la asignatura.

### Contenidos



Por último, no olvides consultar los contenidos que fueron seleccionados, determinados y desarrollados por un equipo docente para cada unidad, ya que estos contenidos son el conocimiento mínimo que debes aprender para poder realizar las actividades mencionadas anteriormente y así concluir con éxito la asignatura *Diseño de sistemas eólicos*. ¡No dejes de hacerlo!



## Evaluación



En el marco de la UnADM, la evaluación se conceptualiza como un proceso participativo, sistemático y ordenado, que inicia desde el momento en que los (las) estudiantes ingresan al aula virtual, por ello, se le considera desde un enfoque integral y continuo.

Por lo anterior, para acreditar la asignatura se espera la participación responsable y activa de los (las) estudiante, contando con el acompañamiento y comunicación estrecha con su *docente en línea*, quien podrá evaluar objetivamente su desempeño, a través de la retroalimentación permanente. Ante esto, es necesaria la recolección de evidencias que reflejen el logro de las competencias por parte de los (las) estudiantes.

En este contexto, la evaluación es parte del proceso de aprendizaje, en el que la retroalimentación permanente es fundamental para promover el aprendizaje significativo y reconocer el esfuerzo. Es requisito indispensable la entrega oportuna de cada una de las actividades y evidencias, así como la participación en cada una de las actividades programadas y conforme a las indicaciones dadas. La calificación se asignará de acuerdo con la rúbrica establecida para cada actividad, por lo que es importante que los (las) estudiante la revise antes de realizar la actividad correspondiente.



# Diseño de sistemas eólicos

## Información general de la asignatura



A continuación, se presenta el esquema general de evaluación.

| Esquema de evaluación          |  |      |
|--------------------------------|--|------|
| Evaluación continua            | Actividades colaborativas  | 10%  |
|                                | Actividades individuales   | 30%  |
| E-portafolio                   | Evidencia de aprendizaje   | 40%  |
|                                | Autorreflexiones   | 10%  |
| Asignación a cargo del docente | Instrumentos y técnicas de evaluación propuestas por el docente en línea | 10%  |
| CALIFICACIÓN FINAL             |  | 100% |



## Fuentes de consulta



1. Ibrahim Al-Bahadly. (2011). Wind turbines. InTech.
2. Manwell, McGowan and Rogers, Wiley Press. (2009). Wind Energy Explained: Theory, Design and Application.
3. Paraschivoiu, Presses Internationales Polytechnique. (2009). Wind Turbine Design: With Emphasis on Darrieus Concept.
4. Robert Gasch and Jochen Twele, Springer. (2012). Wind Power Plants: Fundamentals, Design, Construction and Operation.
5. Sath Yajith Mathew, Springer. (2006). Wind Energy: Fundamental, Resource Analysis and Economics.
6. Wei Tong, WIT Press. (2010). Wind Power Generation and Wind Turbine Design.