ÍNDICE

Número	Práctica	Página
1	Reglamento para uso de laboratorios y talleres.	2
2	Construcción de aerogenerador.	11
2.1	Objetivo	11
2.2	Alcance	12
2.3	Definiciones	13
2.4	Procedimiento	23
3	Bibliografía	25

REGLAMENTO PARA USO DE LABORATORIOS Y TALLERES.

OBJETIVOS

- Establecer las condiciones generales y las reglas básicas de conducta asociadas al funcionamiento y al uso de los laboratorios y talleres de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología (FCITEC).
- Establecer lineamientos para la seguridad de los usuarios del laboratorio o taller, en el manejo adecuado de los equipos y materiales que allí se encuentren.
- Prestar un eficiente servicio a los usuarios, mediante el adecuado funcionamiento del equipo e instalaciones.

CAPITULO I

DISPOSICIONES GENERALES

Artículo 1.- El presente reglamento es de observancia para todos los alumnos, y personal de Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología.

Artículo 2.- Son sujetos de este reglamento todos los estudiantes que se encuentren inscritos como alumnos en cualquiera de sus programas educativos, docentes de tiempo completo y asignatura, técnicos académicos, invitados, así como personal administrativo de la “Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología.”

Artículo 3.- La aplicación y vigilancia del presente reglamento compete al Director de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, a la Subdirectora, Administrador y al Coordinador de Programa Educativo, Coordinador de Tronco Común de Ingeniería.

Artículo 4.- Para los efectos de este reglamento se entiende por:

I.” FCITEC**”**, a la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología.

II. **Director**, al Director de la FCITEC;

III. **Subdirector**, al Subdirector Académico;

IV. **Administrador,** al Administrador

IV. **Laboratorio/Taller**, al área destinada para efectuar prácticas, y actividades referentes a las carreras impartidas en la FCITEC; y

V. **Comisión de Honor y Justicia**, al órgano encargado de velar por el debido cumplimiento del presente reglamento.

Artículo 5.- Corresponde al Técnico Académico responsable de laboratorio, la coordinación de las actividades referentes al uso y cuidado que debe observarse en los laboratorios de la “FCITEC.”

CAPITULO II

PROCEDIMIENTO PARA EL USO Y CUIDADO DE LOS LABORATORIOS

Artículo 6.- La entrada de los alumnos a los laboratorios será con previa programación y horarios destinados para su uso.

Artículo 7.- El alumno solo podrá acceder a los laboratorios bajo la supervisión y autorización del profesor de la materia.

Artículo 8.- El alumno deberá registrarse para ingresar a los laboratorios, previo registro y credencial vigente legible sin enmendaduras y que lo acredite como alumno de la “FCITEC”.

Artículo 9.- El plantel no se hace responsable de robo, daños o percances ocasionados al material introducido por el alumno o profesor y que sea utilizado para la elaboración de proyectos de los

alumnos por lo que se atenderá lo siguiente:

a) El material podrá permanecer en el Laboratorio por un lapso no mayor a dos semanas, después de haber sido presentado en su materia.

b) Si se requiere mayor tiempo de permanencia, deberá ser autorizado por Administración, notificando a la Subdirección Académica.

c) De no cumplirse lo anterior, el material se dispondrá fuera del área de trabajo sin responsabilidad para “FCITEC”.

Artículo 10.- Dentro de los laboratorios los docentes y los alumnos, deberán usar el equipo de seguridad adecuado para el trabajo o práctica que desempeñaran, siendo el profesor a cargo del grupo el indicado para supervisar que los alumnos cumplan con ello.

Artículo 11.- El préstamo de material, equipo y herramienta deberá realizarse conforme a la política de préstamos de la FCITEC.

Artículo 12.- Cualquier trabajo que se realice dentro de los laboratorios deberá ser supervisado por el profesor responsable de la materia.

Artículo 13.- Es responsabilidad del grupo y/o usuario(s), el dejar limpio y en buenas condiciones de uso, las instalaciones (y espacios utilizados durante la práctica) y (así como disponer para del) material que sea utilizado en cualquiera de los distintos laboratorios.

Artículo 14.- Los alumnos que hagan mal uso, en forma parcial o total el equipo y mobiliario de los laboratorios, serán sujetos a la sanción que establezca la Dirección.

Artículo 15.- El equipo y herramientas sólo deberán ser utilizados en el interior de las áreas destinadas para su uso. Tratándose de alguna actividad fuera del Taller o Laboratorio, deberá ser autorizado por la Administración.

Artículo 16.- Queda prohibido el uso de herramienta y/o equipos de laboratorio para realizar trabajos que diferentes a aquellos para los que están destinados.

Artículo 17.- Es responsabilidad del usuario, los residuos generados en sus prácticas, conforme a

la “Ley General para la prevención y gestión integral de los residuos”. Se deberá reportar al Técnico Académico para su correcta disposición.

CAPITULO III

DERECHOS DE LOS USUARIOS

Artículo 18.- Son los derechos de los usuarios:

I. Tener acceso a los laboratorios el día y hora, para realizar prácticas en las asignaturas que así lo requiera, conforme a los horarios oficiales, o previa calendarización y/o agenda de su uso. El docente requerirá previa identificación.
II. Obtener el préstamo interno del material de laboratorio necesario para realizar sus prácticas, dentro de los primeros 15 minutos de clase, previa identificación con credencial legible y vigente de la “FCITEC”, acorde a stock de materiales.
III. Recibir por parte del Técnico Académico la orientación e información sobre el adecuado uso de los laboratorios.

CAPITULO IV

OBLIGACIONES DE LOS USUARIOS

Artículo 19.- Las obligaciones de los usuarios son:

I. Cumplir con todo lo establecido en el presente Reglamento;
II. Abstenerse de dañar parcial o totalmente el mobiliario, así como de los materiales y equipo del laboratorio.

III. Usar e identificar el equipo de seguridad adecuado para el trabajo o práctica que desempeñen (No proporcionado por la Universidad).

IV. Conducirse con respeto hacia el personal administrativo, académico y estudiantil de los laboratorios;

V. Desarrollar todas y cada una de las actividades de prácticas, dentro del área del laboratorio previamente asignada por el programa educativo respectivo.

VI. Cuidar el mobiliario de los talleres y/o laboratorios, previamente asignada por el Programa educativo respectivo.

VII. Hacer uso del mobiliario y equipo únicamente para los fines académicos enmarcados por la "FCITEC".

VIII. Por estatuto escolar se tiene tolerancia de 10 minutos para registrar su acceso así mismo registrar salida de los laboratorios al término del uso.

IX. Resarcir daños causados al patrimonio de "FCITEC" de los que resultaren responsables siempre y cuando así lo determine la administración y subdirección académica.

X. Abstenerse de fumar en el interior de los laboratorios.

XI. Abstenerse de introducir alimentos, así como cualquier tipo de bebida al interior de las instalaciones;

XII. Abstenerse de dejar basura en el interior de los laboratorios;

XIII. Para el préstamo de materiales y equipo, se deberá referir a las políticas de préstamo;

XIV. Abstenerse de sacar o introducir a los laboratorios, cualquier tipo de material sin previa autorización del responsable;

XV. Abstenerse de operar cualquier máquina o equipo sin autorización y supervisión del docente o del responsable de los laboratorios y/o talleres;

XVI. Reportar inmediatamente cualquier accidente de trabajo ocurrido en los laboratorios y/o talleres;

XVII. Abstenerse de permanecer, dentro de los laboratorios fuera de los horarios asignados para

sus respectivas prácticas, sin previa autorización.

XVIII. Llenar la bitácora de uso diario del equipo con todos los datos solicitados en el formato.

XIX. Para hacer uso de los laboratorios y/o talleres es necesario estar dado de alta en el seguro facultativo y presentar el comprobante de la vacuna de tétanos, cuando se le requiera.

XX. Revisar la máquina y/o equipo antes y después de su uso, para asegurarse que se encuentra en condiciones óptimas de funcionamiento.

XXI. Activar ante el IMSS su seguro facultativo, para tener acceso a los laboratorios y talleres de "FCITEC". Es responsabilidad del docente verificar que el estudiante bajo su cargo tenga activo el seguro facultativo y en el caso que corresponda comprobar que tenga la vacuna del tétanos con los refuerzos.

CAPÍTULO V

REGLAS DE SEGURIDAD

Artículo 20.- El alumno, desde el momento mismo que ingrese a las instalaciones de los laboratorios o talleres, deberá observar la seguridad en las instalaciones, debiendo actuar con cautela y prudencia en el manejo de los aparatos e instrumentos que utilice para sus prácticas, tomando en consideración que por su propia naturaleza resulta de peligro utilizarlos en forma indebida. Así mismo deberá identificar las rutas y salidas de evacuación.

Artículo 21.- Los usuarios deberán utilizar el uniforme, pantalón, zapato cerrado y accesorios de seguridad que correspondan acorde a la NOM-017-STPS-2008.

Artículo 22.- En las prácticas que se utilicen sustancias químicas, deberán tomarse las medidas de seguridad pertinentes, que serán evaluadas por el profesor responsable.

Artículo 23.- Cualquier problema identificado en el laboratorio o taller, deberá ser notificado inmediatamente al profesor titular de la materia y/o al Técnico Académico.

CAPÍTULO VI

SANCIONES

Sin menoscabo de las sanciones previstas por otros ordenamientos, los usuarios de los laboratorios y/o talleres, serán responsables por el incumplimiento de las presentes disposiciones, y serán sancionados de conformidad a lo establecido por el artículo 26 del presente Reglamento, mismas que podrán ser aplicadas en forma individual o colectiva.

Artículo 24.- A los usuarios que infrinjan las disposiciones del presente Reglamento podrán ser sujetos a las siguientes sanciones, de conformidad con la gravedad de la falta Sic. Artículo 126 & 127 del estatuto escolar:

I. Amonestación verbal;

II. Amonestación por escrito;

III. Reposición;

IV. Suspensión de los derechos de usuario; y

V. Suspensión de los derechos académicos.

Artículo 25.- A los usuarios que infrinjan alguna de las obligaciones señaladas en el Artículo 21 del presente Reglamento se harán acreedores a las sanciones siguientes:

I. Amonestación verbal, a las conductas señaladas en las fracciones I, III, V; VII, VIII, X y XVII;

II. Amonestación por escrito con copia a su expediente, a las conductas señaladas en las fracciones XIII, XIV y XV;

III. Reposición, a las conductas señaladas en las fracciones II y

VII Observando lo siguiente:

a). En caso de pérdida, destrucción total o parcial de mobiliario el alumno deberá reponer dicho material en un término no mayor de quince días naturales improrrogables o bien cuando se trate de

material deberá reponerlo por otro similar; tratándose de materiales discontinuados o especiales, se tendrá que pagar el costo adicional por la dificultad que genere su reposición a los laboratorios de "FCITEC".

IV. Suspensión de los Derechos de usuario, a las conductas señaladas en las fracciones II VII y XV II observando lo siguiente:

a) Cuando se trate de material dañado a partir de la fecha de la sanción, que concluirá cuando el material dañado sea repuesto por el usuario.

V. Suspensión de los Derechos Académicos, a las conductas señaladas en las fracciones II, XI XII y XV observando lo siguiente:

a) Será suspendido seis meses en sus derechos académicos a partir de la comisión de la falta, a partir del inicio o término del siguiente semestre.

Artículo 26.- Al finalizar cada semestre los Técnicos Académicos responsables de Talleres enviará a la Administración el listado de alumnos, académicos y otros usuarios que incumplan las condiciones de préstamo, con copia al expediente académico del alumno moroso, para que se le impongan las sanciones previstas en éste Reglamento.

Artículo 27.- A los empleados académicos y administrativos, que incurran en alguna de las faltas mencionadas en estas disposiciones, se les aplicarán las sanciones o medidas disciplinarias que procedan de acuerdo a la Ley del Trabajo de los Servidores Públicos del Estado y Municipios y la Ley de Responsabilidades de los Servidores Públicos del Estado y Municipios.

Artículo 28.- Las sanciones se impondrán tomando en consideración las condiciones personales y los antecedentes del infractor, las circunstancias en que se cometió la falta y la gravedad de la misma.

Artículo 29.- En todos los casos de responsabilidad relacionada con el uso de laboratorios, se otorgará al responsable de garantía de audiencia, ante la autoridad universitaria correspondiente.

TRANSITORIOS

ARTÍCULO PRIMERO. - El Presente Reglamento entrará en vigor a partir del periodo escolar 2018-2. Se publicará a través del órgano informativo interno de la “ECITEC”.

ARTÍCULO SEGUNDO. - Las situaciones no previstas en este Reglamento serán resueltas por la Dirección de la “FCITEC”.

PRÁCTICA: Construcción de aerogenerador.

1. Objetivo

Diseñar un aerogenerador eléctrico de baja potencia mediante el análisis de todos los componentes que conforman el sistema eólico con el fin de aprovechar el recurso energético del viento en proyectos de energía renovables. Esta solución energética se hará con una actitud objetiva, crítica y con responsabilidad.

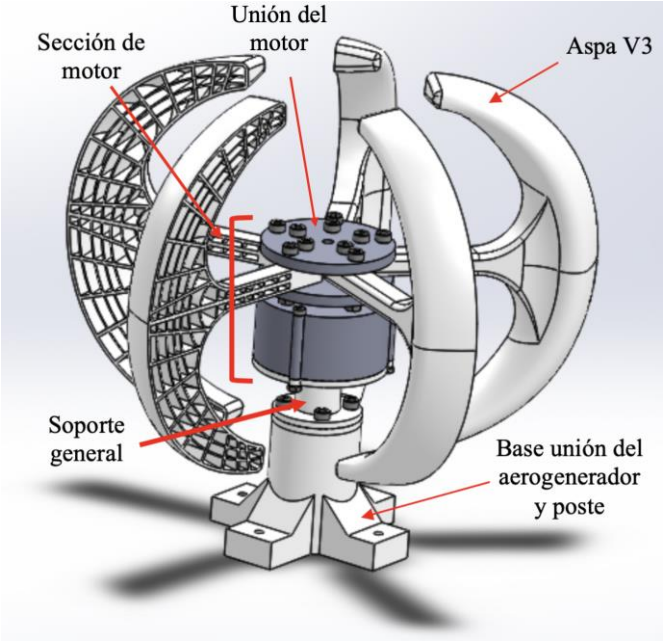

Fig.1 Diseño de prototipo de aerogenerador eólico Airtange y componentes principales. [1]

[1] Arce, M., Barrienttos, E., Rodriguez, J., Salamanca, K., Liang, H. (2020). Aerogenerador Vertical Airtange (Proyecto de Energía Eólica Aplicada 2020-1). Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología de la Universidad Autónoma de Baja California, Tijuana, México.

2. Alcance

Diseño y construcción de un aerogenerador eléctrico de baja potencia que cubra una demanda de energía eléctrica utilizando el viento disponible del lugar y cumpliendo con las normas vigentes para su utilización.

Fig.2 Diseño de prototipo de luminaria eólica Airtange. [2]

[2] Arce, M., Barrienttos, E., Rodriguez, J., Salamanca, K., Liang, H. (2020). Aerogenerador Vertical Airtange (Proyecto de Energía Eólica Aplicada 2020-1). Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología de la Universidad Autónoma de Baja California, Tijuana, México.

3. Definiciones

Carga física: Resistencia, comportamiento dinámico y propiedades de fatiga de los materiales y de todo el conjunto.

Las turbinas con muchas palas o con palas muy anchas, usualmente son turbinas con un rotor muy sólido, estarán sujetas a fuerzas muy grandes, cuando el viento sopla a una velocidad de huracán.

Por otro lado, los aerogeneradores están sujetos a vientos fluctuantes y, por tanto, a fuerzas fluctuantes. Esto se da particularmente en el caso de estar emplazados en un clima eólico muy turbulento. Los componentes sujetos a una flexión repetida pueden desarrollar grietas, que en última instancia pueden provocar la rotura del componente.

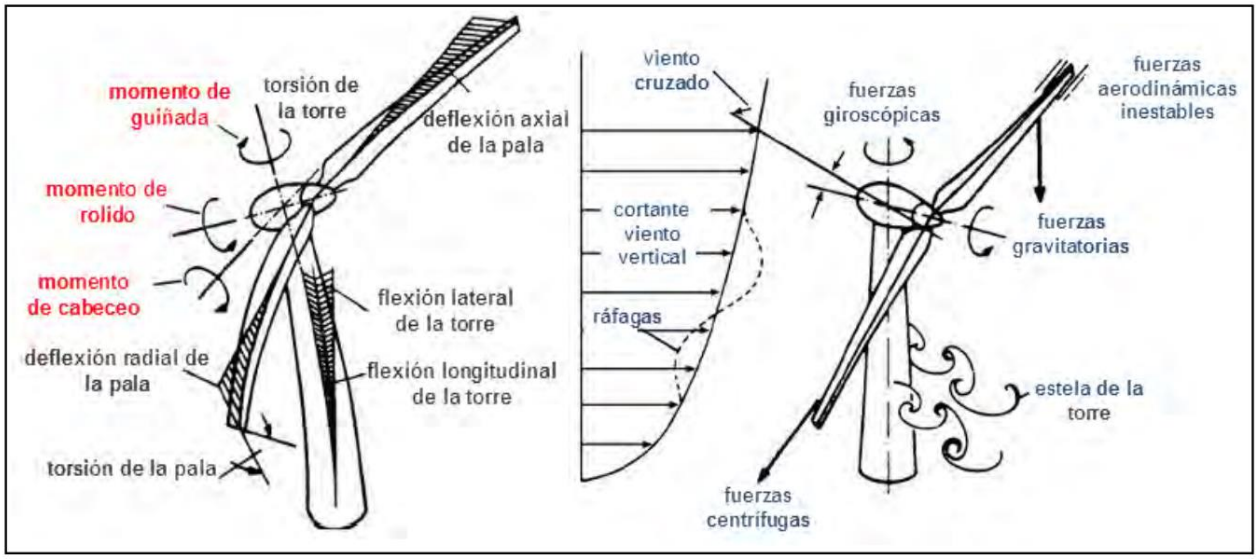

Fig. 1 Sistema de fuerzas y momentos transmitidos por el rotor a la torre[3].

[3] Haus, E. (2005). Wind Turbines: Fundamentals, Technologies, Application and Economics. (2da. Ed.). Munich: Springer.

Aerogeneradores de eje Horizontal/Vertical: Con la disposición del eje en horizontal, se caracterizan porque las palas giran en dirección perpendicular a la velocidad del viento. En cuanto a las turbinas de eje vertical, las palas rotan en torno a un eje central vertical.

Fig. 2 Aerogenerador horizontal (izquierda) y vertical (derecha).[4]

Las principales ventajas teóricas de una máquina de eje vertical son:

1) Puede situar el generador, el multiplicador, etc. en el suelo, y puede no tener que necesitar una torre para la máquina.

2) No necesita un mecanismo de orientación para girar el rotor en contra del viento.

[4] Redacción Re_Magazine (2019). Energía minieólica para autoconsumo. Recuperado de https://re-magazine.saunierduval.es/2019-02-17/energia-minieolica-para-autoconsumo#

Las principales desventajas son:

1) Las velocidades del viento cerca del nivel del suelo son muy bajas, por lo que a pesar de que puede ahorrase la torre, sus velocidades de viento serán muy bajas en la parte más inferior de su rotor.

2) La eficiencia promedio de las máquinas de eje vertical no es impresionante.

3) La máquina no es de arranque automático (es decir, una máquina Darrieus necesitará un "empuje" antes de arrancar. Sin embargo, esto es sólo un inconveniente sin importancia, ya que puede utilizar el generador como motor absorbiendo corriente de red para arrancar la máquina).

4) La máquina puede necesitar cables tensores que la sujeten, aunque esta solución no es practicable en áreas muy cultivadas.

5) Para sustituir el cojinete principal del rotor se necesita desmontar el rotor, tanto en las máquinas de eje horizontal como en las de eje vertical. En el caso de las últimas, esto implica que toda la máquina deberá ser desmontada.

Aerogeneradores con rotor a barlovento/sotavento: Las turbinas con rotor a barlovento tienen el rotor de cara al viento, mientras que en sotavento las turbinas se mueven con el viento que sale tras la góndola.

Las máquinas con rotor a barlovento tienen el rotor de cara al viento. La principal ventaja de los diseños corriente arriba es que se evita el abrigo del viento tras la torre. Con mucho, la gran mayoría de los aerogeneradores tienen este diseño. Por otro lado, también hay algo de abrigo enfrente de la torre, es decir, el viento empieza a desviarse de la torre antes de alcanzarla, incluso si la torre es redonda y lisa. Así pues, cada vez que el rotor pasa por la torre, la potencia del aerogenerador cae ligeramente.

El principal inconveniente de los diseños corriente arriba es que el rotor necesita ser bastante inflexible, y estar situado a una cierta distancia de la torre. Además, una máquina corriente arriba necesita un mecanismo de orientación para mantener el rotor de cara al viento.

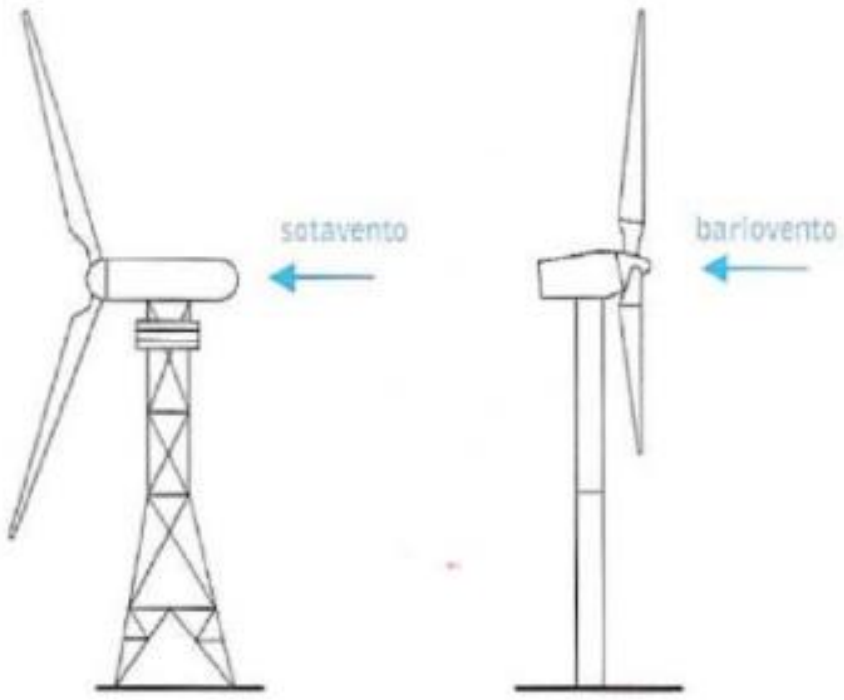

Fig. 3 Disposición sotavento y barlovento[5].

[5] FUNES Ruiz, Jose-Félix. *Análisis simplificado de la respuesta estructural de una pala de aerogenerador.* Proyecto fin de carrera (Ingeniería Industrial- Tecnologías Energéticas). Universidad Carlos III, Madrid, España, Julio 2009. Disponible en: http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/8015/PFC_JoseFelix_Funes_Ruiz.pdf?sequence=2

Las máquinas con rotor a sotavento tienen el rotor situado en la cara a sotavento de la torre. La ventaja teórica que tienen es que pueden ser construidos sin un mecanismo de orientación, si el rotor y la góndola tienen un diseño apropiado que hace que la góndola siga al viento pasivamente. Sin embargo, en grandes máquinas ésta es una ventaja algo dudosa, pues se necesitan cables para conducir la corriente fuera del generador. ¿Cómo detorsiona los cables si la máquina ha estado orientándose de forma pasiva en la misma dirección durante un largo periodo de tiempo, si no dispone de un mecanismo de orientación?

Una ventaja más importante es que el rotor puede hacerse más flexible. Esto supone una ventaja tanto en cuestión de peso como de dinámica estructural de la máquina, es decir, las palas se curvarán a altas velocidades del viento, con lo que le quitarán parte de la carga a la torre.

El inconveniente principal es la fluctuación de la potencia eólica, debida al paso del rotor a través del abrigo de la torre. Esto puede crear más cargas de fatiga en la turbina que con un diseño corriente arriba.

Número de palas: Evitar construir máquinas con un número par de palas. Un rotor con un número par de palas puede dar problemas de estabilidad en una máquina que tenga una estructura rígida.

La mayoría de aerogeneradores modernos tienen diseños tripala, con el rotor a barloviento (en la cara de la torre que da al viento), usando motores eléctricos en sus mecanismo de orientación. A este diseño se le suele llamar el clásico "concepto danés", y tiende a imponerse como estándar al resto de conceptos evaluados. La gran mayoría de las turbinas vendidas en los mercados mundiales poseen este diseño. El concepto básico fue introducido por primera vez por el célebre aerogenerador de Gedser. Otra de las características es el uso de un generador asíncrono.

Los diseños bipala de aerogeneradores tienen la ventaja de ahorrar el coste de una pala y, por su puesto, su peso. Sin embargo, suelen tener dificultades para penetrar en el mercado, en parte porque necesitan una mayor velocidad de giro para producir la misma energía de salida. Esto supone

una desventaja tanto en lo que respecta al ruido como al aspecto visual. Últimamente, varios fabricantes tradicionales de máquinas bipala han cambiado a diseños tripala.

Fig. 4 Tipos de aerogeneradores según el número de palas.[6]

Las máquinas bi y monopala requieren de un diseño más complejo, con un rotor basculante (buje oscilante), es decir, el rotor tiene que ser capaz de inclinarse, con el fin de evitar fuertes sacudidas en la turbina cada vez que una de las palas pasa por la torre. Así pues el rotor está montado en el extremo de un eje perpendicular al eje principal, y que gira junto con el eje principal. Esta disposición puede necesitar de amortiguadores adicionales que eviten que las palas del rotor choquen contra la torre.

Los aerogeneradores monopala ahorran el coste de otra pala. Sin embargo, los aerogeneradores monopala no están muy extendidos comercialmente, pues los inconvenientes de los bipala también son aplicables, e incluso en mayor medida, a las máquinas monopala.

[6] Terrones-Guerrero, I. (Diciembre 2013). *Energía eólica* [Diapositivas de PowerPoint]. Recuperado 1 Agosto, 2018, de https://slideplayer.es/slide/3840788/

Además de una mayor velocidad de giro, y de los problemas de ruido y de intrusión visual, necesitan un contrapeso en el lado del buje opuesto a la pala que equilibre el rotor. Obviamente, esto anula el ahorro de peso comparado con un diseño bipala.

Eficiencia global de un aerogenerador: Es aquella que combina las eficiencias aerodinámica, mecánica y eléctrica. Es decir, considera los diferentes factores de pérdidas desde que el aire entra a las palas de una turbina eólica, hasta la salida de energía eléctrica producida.

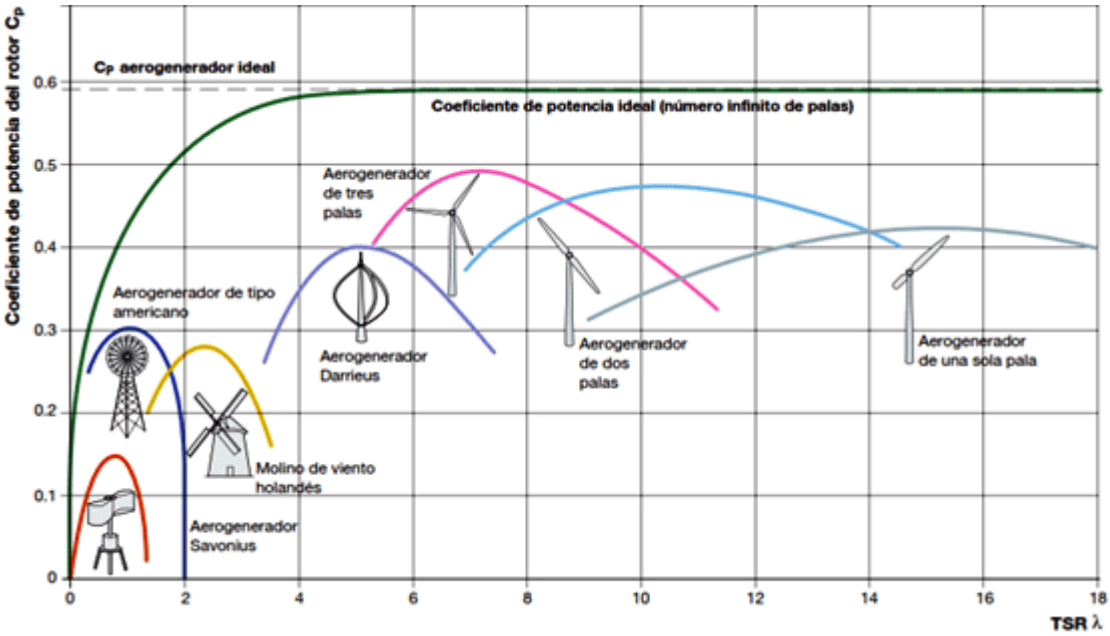

Figura 5. Coeficiente de potencia en función de la velocidad específica y el ángulo de paso de las palas.[7]

[7] López, Maximiliano and Barrero, Diego and Garzón, Sandra (2015). Sistema de Control para Aerogeneradores Empleando Lógica Difusa. Revista en Ingeniería y Tecnología, UAZ, vol. 8.

Los molinos de viento para bombear agua tienen un aspecto muy diferente al de los grandes aerogeneradores modernos. Sin embargo, están diseñados de forma bastante inteligente para el fin al que están destinados: el rotor muy sólido y con muchas palas significa que girará incluso a velocidades de viento muy bajas, por lo que bombeará una cantidad de agua razonable a lo largo de todo el año.

Claramente, serán muy ineficientes a altas velocidades del viento, y tendrán que pararse y orientarse fuera del viento para evitar daños en la turbina, debido a la solidez del rotor.

El diseño de un aerogenerador no está sólo determinado por la tecnología, sino por una combinación de tecnología y economía: los fabricantes de aerogeneradores quieren optimizar sus máquinas para producir la electricidad al menor coste posible por kilovatio-hora (kWh) de energía.
Aunque los fabricantes no se preocupan demasiado de si están utilizando los recursos eólicos de forma eficiente: a fin de cuentas, el combustible es gratis.

No es necesariamente una buena idea maximizar la producción anual de energía, si esto implica que se tiene que construir un aerogenerador muy caro.

Un generador pequeño (es decir, un generador con una baja potencia de salida nominal en kW) requiere menos fuerza para hacerlo girar que uno grande. Si se acopla un gran rotor a un generador pequeño, se estará produciendo electricidad durante una gran cantidad de horas al año, pero sólo se capturará una pequeña parte del contenido energético del viento a altas velocidades de viento.

Por otro lado, un generador grande será muy eficiente a altas velocidades de viento, pero incapaz de girar a bajas velocidades.

Así pues, los fabricantes mirarán la distribución de velocidades de viento y el contenido energético del viento a diferentes velocidades para determinar cuál será la combinación ideal de tamaño de rotor y de tamaño de generador en los diferentes emplazamientos de aerogeneradores.

Adaptar una turbina con dos (o más) generadores puede ser ventajoso en algunas ocasiones, aunque si vale o no la pena depende realmente del precio de la electricidad.

Torre: El elemento que soporta la góndola y el rotor. En los grandes aerogeneradores las torres tubulares pueden ser de acero, de celosía o de hormigón. Las torres tubulares tensadas con vientos sólo se utilizan en aerogeneradores pequeños (cargadores de baterías, etc.).

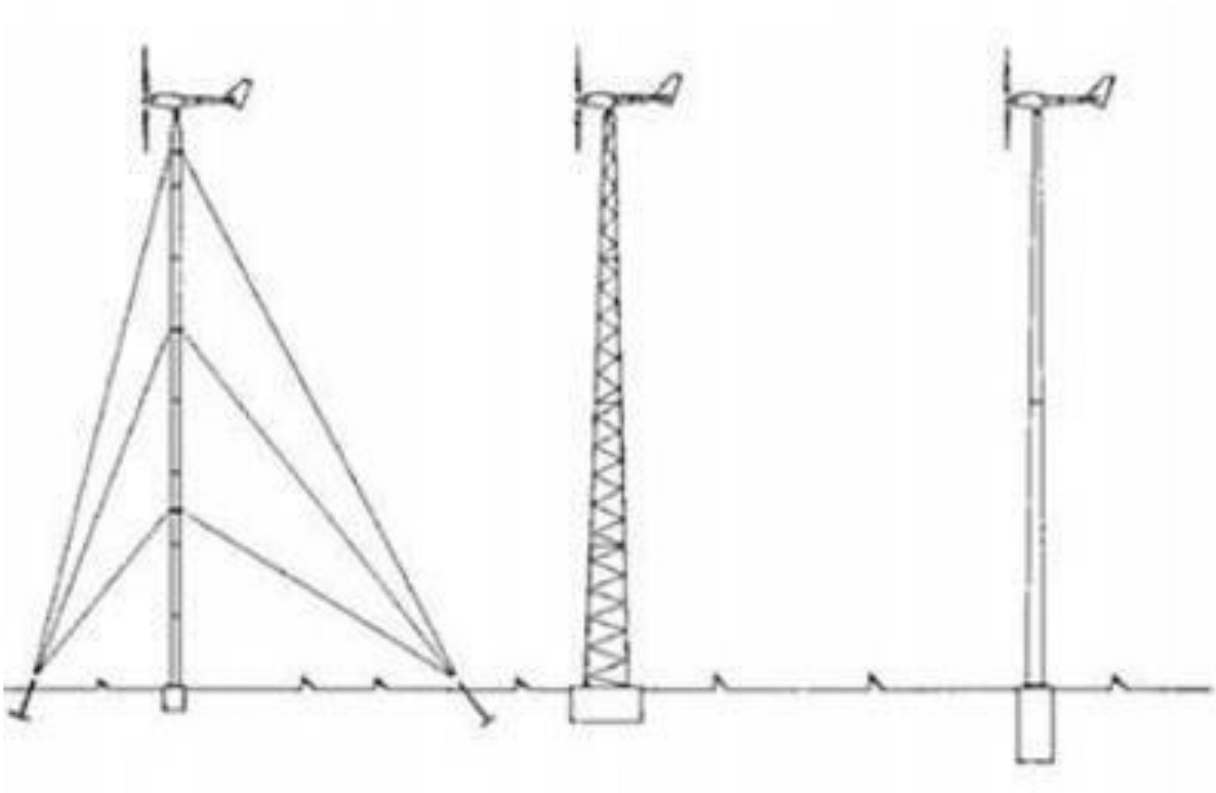

Fig. 6 Torres *pipe, truss* y *pole.*[8]

[8] Orozco, J., Colin, J. 2013. Soportes para pequeños Aerogeneradores: Método de selección. Memorias del XIX Congreso Internacional Anual de la SOMIM. 25 al 27 de septiembre, 2013, Pachuca, Hidalgo, México.

En general las torres más altas aumentan la producción de energía de un aerogenerador. Una vez más, discernir si vale o no la pena el coste adicional que supone una torre más alta depende tanto de la clase de rugosidad como del coste de la electricidad.

A una gran altura de la superficie del suelo, alrededor de un kilómetro, la superficie terrestre apenas ejerce influencia alguna sobre el viento. Sin embargo, en las capas más bajas de la atmósfera, las velocidades del viento se ven afectadas por la fricción con la superficie terrestre. En la industria eólica se distingue entre rugosidad del terreno, la influencia de los obstáculos, y la influencia del contorno del terreno, también llamada orografía del área. Trataremos de la orografía cuando investigamos los llamados efectos aceleradores, a saber, el efecto túnel y el efecto de la colina.

4. Procedimiento.

Etapa 1: Antecedentes y marco teórico.

a) Investigar y recolectar de material bibliográfico de energía eólica poniendo especial atención en el diseño y construcción de turbinas eólicas de baja potencia que contengan información sobre la captación y transformación de la energía eólica.
b) Repasar los principios físicos y mecánicos involucrados en el diseño, construcción y puesta en marcha del prototipo de aerogenerador.

Etapa 2: Metodología del diseño de la turbina eólica

a) Establecer la aplicación de la turbina eólica.
b) Elegir topología para la turbina eólica como orientación del eje, control de potencia, velocidad específica y numero de palas del rotor, velocidad especifica del generador, estructura de torre.
c) Determinar de esfuerzos que debe soportar la turbina eólica.
d) Hacer propuestas de diseño aerogeneradores.
e) Seleccionar diseño de aerogenerador a construir.
f) Plantear especificaciones de diseño como área del rotor, velocidad de viento nominal, perfil aerodinámico, densidad del aire, etc.
g) Desarrollar el diseño conceptual del prototipo de a construir.
h) Generar los planos de diseño con los detalles de los elementos del prototipo de a construir.
i) Estimación del Rendimiento
j) Evaluación de costos de construcción del prototipo.
k) Estimación de la tasa de retorno.

Etapa 3: Construcción del aerogenerador.

a) Construir cada uno de los elementos de los subsistemas de captación, transmisión mecánica, eléctrico, orientación, soporte y regulación de la turbina eólica.
b) Acoplar todos los elementos de la turbina eólica
c) Pruebas de operación del aerogenerador

Etapa 4: Presentación prototipo funcional terminado.

a) Redactar un reporte técnico de la construcción del prototipo con materiales, costos, diseño, caracterización eléctrica del prototipo, figuras, tablas y fotografías de construcción, etc.
b) Grabar video con el aerogenerador operando donde se muestra mediciones eléctricas.
c) Presentar el proyecto funcional en forma física para ser evaluados por jurado compuesto de profesores de la carrera de Ing. en Energías Renovables y de Eléctrica. Se evaluará mediante una rúbrica los conocimientos teóricos, antecedentes, ingeniería de diseño, materiales de construcción, creatividad y funcionalidad del prototipo.

3. Bibliografía

- Mathew, S. Wind Energy: Fundamentals, resource analysis and economics. Ed. Springer, 2006
- Harper, E. “Tecnologías de generación de energía eléctrica”. Limusa, 2009.
- Carta, J., Calero, R., Colmenar, A. y Castro, M. “Centrales de energías renovables”. Pearson Educacion, 2009.
- Gipe, P. Energía Eólica Práctica. Ed. Progensa, 2000.
- Burton, T., D. Sharpe, N. Jenkins and E. Bossanyi. Wind Energy Handbook, John Wiley and Sons, 2001.
- Manwell, J. F., J. G. McGowan and A. L. Rogers. Wind Energy Explained, Ed. John Wiley and Sons, 2004
- Danish Wind Industry Association (2003, Mayo 4). Recuperado de http://drømstørre.dk/wp-content/wind/miller/windpower%20web/es/tour/wres/index.htm.
- Mendoza-Ceron, N. N. (2017). Diseño de un aerogenerador eólico de eje vertical tipo Darrieus helicoidal de 3 kW (Tesis de maestría). Instituto Tecnológico de Pachuca, Pachuca de Soto, Mexico.