

## PROGRAMA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y ADMINISTRACIÓN DE ENERGÍA EN INMUEBLES Y EMPRESAS

A Linares Enríquez<sup>1</sup>  
D. F. Diaz Piña<sup>2</sup>

### RESUMEN

El presente Programa de Eficiencia Energética y Administración de Energía (PEEAE), pretende mejorar la eficiencia energética y obtener beneficios económicos adicionales al costo de los energéticos ahorrados, determinando el conocer cuándo, dónde, cómo y por qué utiliza los energéticos, y establecer las estrategias para el mejor aprovechamiento de la energía, así como establecer la sustitución, a través de energías renovables y evaluar los equipos y sistemas enfocados a mantener la más alta eficiencia en el consumo, distribución, transformación y conversión de energéticos; estableciendo la vinculación institución-empresa, para poder desarrollar los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería Mecánica, como apoyo a los inmuebles para la eficiencia energética y administración de energía.

En la mayoría de los casos, el establecimiento de este punto de partida requiere de una inspección y de un análisis energético detallado para determinar, en dónde y cómo se está utilizando la energía, el programa ha desarrollado el análisis de facturación, revisión de la instalación eléctrica, elaboración de diagramas unifilares y propuestas encaminadas a la eficiencia energética en los inmuebles analizados.

Asimismo, de forma paralela con la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de Energía (CONUEE), definir y difundir los objetivos, metas y estrategias a realizarse, entre el personal administrativo y docente que participa en la institución, para capacitación, vínculos de participación, normatividad y estrategias de desarrollo.

### ANTECEDENTES

Las empresas o inmuebles han visto cómo la energía ha pasado a representar un factor importante de costos en su producción, por lo que han tenido que enfrentar el reto de administrar sus energéticos o, por lo menos, mantener su mismo nivel. En México, la eficiencia energética y administración de energía es relativamente nuevo. En 1989, se creó la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONUEE), por parte de la Secretaría de Energía (CONUEE, 2008).

La Secretaría de Energía, por conducto de la CONUEE, elaboró el Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía 2014-2018 (PRONASE, 2014), que fue aprobado por el Ejecutivo Federal y publicado en el Diario Oficial de la Federación. De acuerdo con la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, el PRONASE es un Programa Especial en términos de la Ley de Planeación, vinculado al Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, y congruente con el Programa Sectorial de Energía 2013-2018, la Estrategia Nacional de Energía 2013-2027 y el Plan Anual de Trabajo de la CONUEE.

El Programa consta de seis objetivos, 18 estrategias y 66 líneas de acción, que permitirán alcanzar el uso óptimo de la energía en todos los procesos y actividades para su explotación, producción, transformación, distribución y consumo. Asimismo, considera seis rubros que impulsarán y promoverán la eficiencia energética en el país, tales como:

- Programas de eficiencia energética.

<sup>1</sup> Profesor Investigador de Tiempo Completo Asociado C del Tecnológico de Estudios Superiores de Tianguistenco.  
alejandro.linares@test.edu.mx

<sup>2</sup> Alumno de la Carrera de Ingeniería Mecánica del Tecnológico de Estudios Superiores de Tianguistenco.  
feercho\_diaz@outlook.es

- Regulación de la eficiencia energética.
- Mecanismos de cooperación.
- Capacidades institucionales.
- Cultura del ahorro de la energía.
- Investigación y desarrollo tecnológico.

Es importante mencionar que el PRONASE está vinculado con el Programa Especial de Aprovechamiento de Energías Renovables 2014-2018, que también se constituye como un programa especial del sector energía, así como con el Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018, coordinado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, además de que los inmuebles participen en las certificaciones de la norma ISO 50001 sobre sistemas de gestión de energía (ISO 50001 y PRONASE, 2014).

El presente PEEAE pretende mejorar la eficiencia energética, y obtener beneficios económicos adicionales al costo de los energéticos ahorrados, junto con la posibilidad de reducir las emisiones contaminantes. En la mayoría de los casos, el establecimiento de este punto de partida requiere de una inspección, y de un análisis energético detallado para determinar en dónde y cómo se está utilizando la energía (Dalmau, 2013).

El Objetivo del Programa de Eficiencia Energética y Administración de Energía es reducir el desperdicio, tener la mejor utilización de los energéticos por parte de los consumidores y poder proponer la sustitución de energéticos, en pocas palabras este programa, se enfoca a mantener en el plantel la más alta eficiencia en el consumo, distribución, transformación y conversión de energéticos.

## **METODOLOGÍA**

El PEEAE desarrollado por en el Tecnológico de Estudios Superiores de Tianguistenco (TEST), asegura la infraestructura técnica y administrativa para llevar a cabo con éxito las medidas tanto de conservación, uso eficiente, ahorro de energía y sustitución energética, esta se desarrolla con la vinculación del sector comercial, educativo e industrial, a través de solicitudes al TEST, encaminadas a que se dé la participación de alumnos de licenciatura en la solución de problemas o el análisis de oportunidades de mejora.

Con el PEEAE se pretende interactuar con inmuebles y empresas para incrementar la eficiencia energética y administración de energía, junto con la utilización de sistemas eficientes; como son motores de alta eficiencia, iluminación de inducción, led o fluorescente, entre otros equipos, además de aplicar energías limpias y concientizar por el cuidado del medio ambiente.

El Programa desarrolla los estudios, estableciendo el análisis energético que permita definir metas que sean retadoras y con fechas específicas, acordadas entre instituciones, y con resultados medibles y cuantificables. El trabajo de vinculación para la aplicación del programa se ha desarrollado en tres instituciones de educación pública, y en dos empresas privadas, los estudios se han dirigido por profesores investigadores (Linares, 2015).

Con el establecimiento de los proyectos se promueve la vinculación entre la institución con el sector público y privado para dar a conocer las actividades del programa para cubrir necesidades, generando e implementando propuestas de mejora, la estructuración de las etapas del programa, hasta la realización de proyectos e implementación relacionando los conocimientos con alumnos de licenciatura de ingeniería mecánica (Bolton, 2010; Budynas y Nisbett, 2008), dando el desarrollo de conocimientos a través de las actividades científicas y tecnológicas para resolver problemas regionales en las áreas del conocimiento de la ingeniería con el perfeccionamiento de sistemas.

El inmueble conoce la rentabilidad de adoptar los diferentes proyectos para aprovechar de mejor manera sus recursos y obtener la relación beneficio – costo de los proyectos rentables. La recopilación y el análisis de datos deberán representar un elemento fundamental para relacionar el consumo de energía con los equipos que se encuentran en el inmueble, (CONAE, 1995b), por lo que el profesor investigador y alumnos de licenciatura desarrollan las actividades.

La estructura del programa de eficiencia energética y administración de energía consiste en la creación de:

1. Representante de energéticos.
2. Comité de eficiencia y administración.
3. Grupos que realizan actividades.

Las funciones principales del representante de energéticos son:

1. Resumir los resultados mensuales sobre costos y consumos de energía.
2. Desarrollar un programa que incorpore a todo el personal del inmueble.
3. Revisar y reportar la compra, consumo y distribución de la energía en el inmueble y de que se efectuó una utilización eficiente y racional de la misma.

Las funciones principales del comité son:

1. Establecer un plan de acción por objetivos en el inmueble.
2. Preparar un programa anual de mejora y eficiencia energética para todo el inmueble.
3. Asesoramiento en lo que respecta a eficiencia energética y administración de energía.

Las funciones principales de los grupos son:

1. Identificar y evaluar oportunidades de eficiencia y administración.
2. Proponer alternativas tecnológicas de eficiencia.
3. Mantener en funcionamiento los equipos consumidores de energía conservando los rendimientos en su valor óptimo (CONAE, 1995c).

Programas de acción.

El programa de acción está compuesto por los siguientes programas:

1. Programa de administración energética.
2. Programa de inducción y capacitación.
3. Programa de difusión.
4. Programa de acciones para mejorar la eficiencia y administración.

El PEEAE, también integra el cumplimiento de normas como lo son la NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones Eléctricas, y certificaciones en la norma ISO 50001 que proporciona los beneficios para las organizaciones en los sectores público y privado, la norma tiene como finalidad proporcionar un reconocido marco de trabajo para la integración de la eficiencia energética en sus prácticas de gestión, además el TEST como estrategia para su desarrollo y

capacitación de alumnos participantes en el programa, ha establecido una vinculación con la CONUEE, estableciendo los temas de eficiencia energética y la normatividad para pequeñas y medianas empresas, donde se formaran a ingenieros con capacidad crítica para determinar la eficacia energética, y obtener beneficios académicos (CONUEE, 2008).

El propósito del PEEAE es permitir a las organizaciones, establecer los sistemas y procesos necesarios para mejorar los procesos y actividades profesionales, mejorar su rendimiento energético, tener un lugar seguro y adecuado, incluyendo la optimización del consumo, el uso y la administración. Asimismo, la aplicación de las normas tiene la finalidad de conducir a reducciones en las emisiones de gases de efecto invernadero, el costo de la energía, y otros impactos ambientales relacionados, a través de la gestión sistemática de la energía y su aprovechamiento racional de los recursos.

**Casos de Desarrollo.**

Tecnológico de Estudios Superiores de Tianguistenco.

Se llevo a cabo de septiembre 2014 a agosto 2015, los estudios para determinar la eficiencia energética en el TEST de la norma ISO 50001, en la cual se desarrollaron diagramas unifilares para cumplimiento de norma NOM-001-SEDE-2012, se revisaron instalaciones eléctricas para el proyecto de eficiencia energética, se desarrolló un análisis de facturación eléctrica y control de la demanda de energía eléctrica para disminución de facturación eléctrica, y optimización del consumo de energía, dando como resultado una disminución de la facturación, se realizó un proyecto de ahorro en sistemas de iluminación, desarrollado a través de una metodología, obteniendo los beneficios técnico económicos, además de las condiciones de luminosidad adecuada (Enríquez, 2010), con la participación del profesor investigador y 8 alumnos de licenciatura para la integración del programa como se muestra en la Figura 1. El desarrollo de este proyecto proporciono los elementos para los beneficios al TEST.

| TABLERO<br>NG63L100F | AMPERAJE<br>(I) | LONGITUD<br>(m) | ALIMENTADOR                   | e<br>(%) |   |                            |  |
|----------------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|----------|---|----------------------------|--|
|                      | 14              | 10 m            | Cable THW 5x25mm2, 1F2H+10AWG | 0.887    | M | BOMBA                      |  |
|                      | 1               | 13 m            | Cable THW 3x31mm2, 1F2H+12AWG | 0.130    | ⊙ | ILUMINACIÓN 100W CONTACTOS | FOCO EXTERIOR DE SALÓN 8                           |
|                      | 13              | 27 m            | Cable THW 3x31mm2, 1F2H+12AWG | 3.534    | ⊙ | ILUMINACIÓN 100W CONTACTOS | SALÓN 7,8, BIBLIOTECA, SALA DE JUNTAS Y COMPUTADOR |
|                      | 11              | 13 m            | Cable THW 3x31mm2, 1F2H+12AWG | 1.440    | ⊙ | ILUMINACIÓN 100W CONTACTOS | SALÓN 9, 10 Y BODEGA                               |
|                      | 15              | 18 m            | Cable THW 3x31mm2, 1F2H+12AWG | 2.719    | ⊙ | ILUMINACIÓN 100W CONTACTOS | SALÓN 3, 4, 5                                      |
|                      | 5               | 5 m             | Cable THW 3x31mm2, 1F2H+12AWG | 0.251    | ⊙ | ILUMINACIÓN 100W CONTACTOS | DIRECCIÓN Y SALÓN 6                                |
|                      | 9               | 27 m            | Cable THW 3x31mm2, 1F2H+12AWG | 2.447    | ⊙ | ILUMINACIÓN 100W CONTACTOS | SALÓN 1, 2   |

Figura 1. Diagrama Unifilar del TEST.

Se llevó a cabo de enero 2017 a mayo 2017, una revisión al sistema de bombeo que se encuentra ubicado en el edificio de gobierno de esta institución, en la cual se propone realizar un sistema renovable de energía eólica para el bombeo de agua, a través de un trabajo de investigación de acuerdo con un análisis, modelado y simulación del sistema a implementar.

Además, con la participación de un profesor investigador y 4 alumnos de licenciatura se desarrolló el proyecto eléctrico para los edificios E y F, para establecer las necesidades de realizar el diseño e implementación de la instalación eléctrica, de modo que cumpla con las necesidades de los equipos a instalar, para lo cual el proyecto de la instalación eléctrica establece las necesarias para siete laboratorios, elaboración de diagramas unifilares, y la memoria de cálculo para los tableros de alimentación; el calibre de conductores y protecciones necesarias, de acuerdo con los equipos a instalar, con una carga de 112 kW a la normatividad vigente (Enríquez, 2012), ver Figura 2.

Se llevó a cabo la revisión del sistema de tierras, así como establecer un programa de revisión de la instalación eléctrica y tierras, que los sistemas estén con las capacidades de corrientes necesarias para su correcto funcionamiento y de protección del sistema de pararrayos, en estos proyectos se contó con la participación del profesor investigador y 4 alumnos de licenciatura.

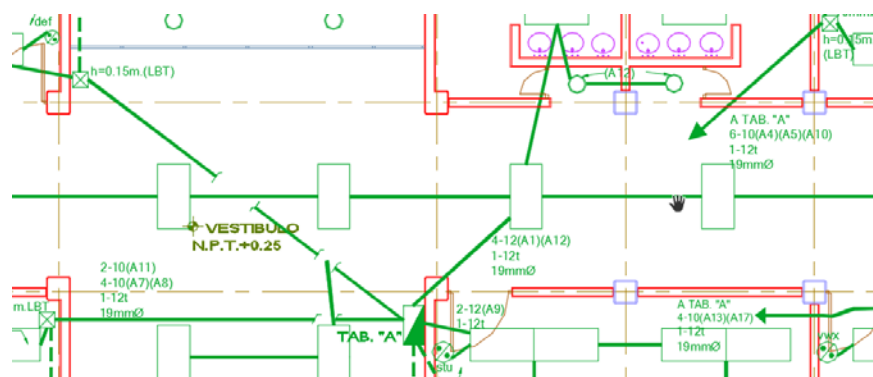


Figura 2. Proyecto Eléctrico del TEST.

De noviembre 2015 a junio 2016, a través de una vinculación institución-empresa se llevó a cabo los Proyectos que darán atención a las necesidades en una industria textil de confección de trajes, ubicada en Santiago Tianguistenco, Estado de México (CONAE, 1995a). Ver Figura 3.

El PEEAE vinculado con esta empresa textil desarrolló los proyectos con la participación del profesor investigador, y 6 alumnos de licenciatura del TEST:

1. Proyecto para la revisión de la instalación eléctrica de acuerdo con la Norma NOM-001-SEDE-2012, diagramas unifilares y de trayectorias (Enríquez, 2012).
2. Proyecto de solución en el Área Eléctrica con los estudios (CONAE, 1995c):
  - Revisión de Instalación eléctrica, Análisis de facturación eléctrica y tarifa eléctrica.
  - Estudios de Sistema de Iluminación.
  - Estudió de Control de la demanda de energía eléctrica.

|                                  |        |
|----------------------------------|--------|
| Consumo kWh                      | 83,460 |
| Demanda en periodo Intermedio kW | 260.70 |
| Demanda en periodo Punta KW      | 219.60 |

|                          |            |
|--------------------------|------------|
| Demanda Facturable kW.   | 230.20     |
| Tarifa Eléctrica         | HM         |
| Facturación Eléctrica \$ | 188,000.00 |

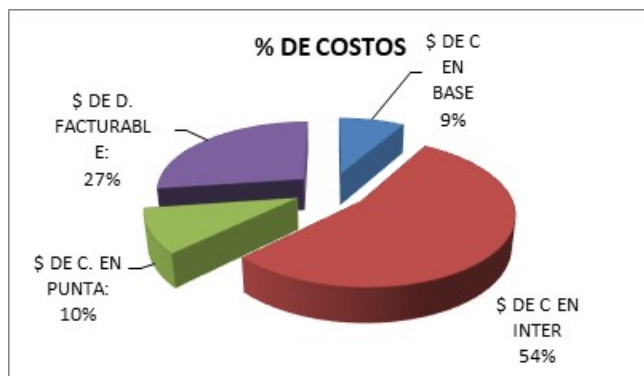


Figura 3. Datos Energéticos de la Industria Textil.

De noviembre 2016 a junio 2017 se vinculó a una institución de educación media, donde se llevó a cabo los proyectos que darán atención a las necesidades identificadas en Preparatoria, ubicada en Almoloya del Rio, Estado de México como se muestra en la Figura 4.

El PEEAE desarrolló los proyectos con la participación del profesor investigador y 5 alumnos de licenciatura del TEST:

1. Proyecto para la Revisión de la Instalación Eléctrica de acuerdo con la Norma NOM-001-SEDE-2012 y estudios de instalaciones eléctricas, diagramas unifilares y de trayectorias.
2. Proyecto Hidráulico.
3. Proyecto de solución en el Área Eléctrica con los estudios (CONAE, 1995b):
4. Análisis de facturación eléctrica y tarifa eléctrica.
5. Proyecto de Sistema de Iluminación.





Figura 4. Preparatoria Almoloya del Rio.

De agosto 2017 a febrero 2018, se vinculó con una institución de educación media superior, donde se llevó a cabo los Proyectos que darán atención a las necesidades identificadas en el CBT Ocoyoacac, Estado de México.

PEEAE, desarrollando los proyectos con la participación de 4 alumnos de licenciatura del TEST, como se muestra en la Figura 5:

1. Realizar la revisión de la instalación eléctrica y estudios de Instalaciones eléctricas, diagramas unifilares y de trayectorias, NOM-001-SEDE-2012.
2. Análisis de Facturación, Mediciones Eléctricas y Tarifa Eléctrica.
3. Estudios de Sistema de Iluminación.



*Figura 5. CBT Ocoyoacac.*

Además de la generación de proyectos, se debe tener capacitación en el tema de eficiencia energética y administración de energía que es parte del programa, vinculando con la CONUEE, la capacitación y proyectos también, darán otra alternativa que es el desarrollo de conocimientos, a través de las actividades científicas y tecnológicas para resolver problemas regionales en las áreas del conocimiento de la Ingeniería Mecánica con el perfeccionamiento de sistemas mecánicos y se encuentra trabajado, con la estructuración de estudios de eficiencia entre los que están (Budynas y Nisbett, 2008):

- Diagnósticos Energéticos.
- Revisión de Instalación Eléctrica.
- Propuesta a Inmuebles del Programa de Eficiencia Energética y Administración de Energía (CONAE, 1995a).
- Eficiencia en Sistemas de Iluminación, Administración y Ahorro de Energía.
- Control de la Demanda de Energía Eléctrica.
- Factor de Potencia.
- Eficiencia Energética en Motores Eléctricos.
- Estudios de Ingeniería Mecánica para la eficiencia de sistemas (Budynas y Nisbett, 2008).
- Desarrollo de sistemas para energías renovables.

## RESULTADOS

El PEEAE ha podido vincular al Tecnológico de Estudios Superiores de Tianguistenco con inmuebles, teniendo como resultados que se ha implementado en tres instituciones de educación y en dos empresas, considerando el desarrollo de estudios, propuestas de mejora, como son diagramas unifilares, instalaciones eléctricas, sistemas de iluminación, motores y energías alternas, algunos proyectos están en etapa de liberación de presupuestos, y uno en la implementación del programa; además estamos trabajando con la CONUEE para contar con certificación en la ISO 50001, estableciendo en la semana de ingeniería del mes de julio, un taller de eficiencia energética con la participación de empresarios y académicos en el TEST.



Es importante dentro del programa, elegir el tipo de organización que permita definir metas para lograr los objetivos que entre otras cosas deben reunir las siguientes características:

- Retadoras y con un plan para la obtención de resultados, y proyectos a desarrollar, esto se ha obtenido con la industria textil y las instituciones, a través de los planes de trabajo y los reportes de resultados entregados.
- Acordadas por las instituciones, esto se establece con los convenios de vinculación que se dan cuando se inician actividades dentro del PEEAE en el que, a través de las autoridades se concreta esta participación para obtener beneficios mutuos, además de formar ingenieros con la solución de casos, de acuerdo con la problemática presentada en cada inmueble.
- Medibles, estas se desarrollan a través del equipamiento con que cuenta el TEST para poder comprobar los beneficios que se obtiene después de aplicar medidas de eficiencia energética, y mostrar a los inmuebles que contamos con ingenieros capacitados y capaces de desarrollar su actividad profesional.

Los resultados del programa de acuerdo con la aplicación de proyectos en cada inmueble son:

- Los proyectos desarrollados en el TEST han tenido beneficios para que la institución inicie con la certificación en la norma ISO 50001, además de los resultados de los estudios desarrollados dan como mejora, la sustitución paulatina de sistemas de iluminación por sistemas eficientes, manteniendo el mismo nivel de iluminación a la actividad de trabajo, que se conozca la capacidad instalada de energía eléctrica, y que se cuente con un sistema adecuado de protección de tierras y pararrayos.
- En el TEST los laboratorios instalados cuentan con las características que cumplen con la norma de instalaciones eléctricas, la NOM-001-SEDE-2012.
- El proyecto desarrollado en la industria textil tendrá beneficios al realizar la sustitución de sistemas de iluminación, representando una disminución de demanda y consumo de energía, conservando los mismos niveles de iluminación, también al realizar los diagramas unifilares conocer la capacidad de potencia con la que cuenta la industria y cuente con condiciones de seguridad para las instalaciones eléctricas.
- El proyecto de la preparatoria de Almoloya del Rio dio como resultado que algunos cables alimentadores están mal calculados y representa un riesgo a la instalación eléctrica, además de que se entregó la propuesta para colocar las protecciones eléctricas faltantes.
- El proyecto en el CBT Ocoyoacac determinó que se tiene que hacer mejorar en la instalación eléctrica, el estudio de iluminación mostro que la sustitución de sistemas representa una disminución en el consumo de energía, por lo que se está desarrollando la segunda etapa para la implementación de estas medidas.
- En los proyectos desarrollados se da un imparto a los alumnos de licenciatura, actualmente hemos tenido la participación de 27 alumnos de licenciatura, los cuales son capacitados y desarrollan una actividad profesional, la cual es una herramienta que les será útil cuando ejerzan su carrera, concientizándolos en la importancia de la eficiencia energética, las normas aplicables y los organismos que pueden apoyar para obtener beneficios.

Los proyectos establecen la vinculación con el sector público y privado para dar a conocer las actividades del programa, además se proyecta establecer la generación de investigación

científica y tecnológica para cubrir necesidades, generando e implementando propuestas de mejora. Como parte de los servicios que se preste, esta el realizar trabajos con organizaciones externas en investigación y cubrir necesidades, haciendo uso de la instrumentación y equipos disponibles.

## CONCLUSIONES

El PEEAE, de acuerdo con los inmuebles donde se desarrollaron los estudios, ha mostrado que es útil para determinar la eficiencia y el uso de energía.

El PEEAE está encaminado a que los inmuebles busquen, además de eficientar sus actividades y procesos, cumplir normas oficiales mexicanas y buscar certificaciones como lo es la norma ISO 50001.

Los beneficios están encaminados a tener mejoras en el aprovechamiento de la energía y poder saber de nuevas tecnologías que serán más eficientes cumpliendo con estándares contando con equipos como sistemas de iluminación más eficaces, además de que cumplan con los niveles de iluminación requeridos para la actividad de trabajo.

El programa encamina a que se cuente con alumnos de licenciatura mejor preparados técnicamente, y con la conciencia de que se puede trabajar de manera eficiente, aprovechando mejor los recursos energéticos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (1995a). Bases para el Ahorro de Energía en la Industria. Secretaria de Energía. México, 1995.
- Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (1995b). Diagnósticos Energéticos, Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE). Secretaria de Energía, México, 1995.
- Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (1995c). Procesos Productivos y Sus Aplicaciones. Secretaria de Energía, México. 1995.
- CONUEE (2008). Comisión Nacional para el Uso Eficiente de Energía CONUEE. <https://www.gob.mx/conuee>.
- Bolton, W. (2010). *Mecatrónica, Sistemas de Control Electrónico en la Ingeniería Mecánica y Eléctrica*. editorial Alfaomega, cuarta ed.
- Budynas, G. y Nisbett, J. K. (2008). *Diseño de Ingeniería Mecánica de Shigley*. Ed. Mc Graw Hill, novena ed.
- Dalmau, A. (2013). *Plan integral para el desarrollo de las energías renovables en México 2013-2018*. PWC Climate Works Foundation Iniciativa Mexicana para las Energías Renovables (IMERE) y el World Wildlife Fund (WWF).
- Diario Oficial de la Federación de México (2012, 18 octubre). NOM-001-SEDE-2012. Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones Eléctricas (Utilización). Recuperado de: [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle\\_popup.php?codigo=5280607](http://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5280607)
- Enríquez, Harper G, (2010). *El ABC de las Instalaciones Eléctricas Industriales*. Ed. Limusa
- Enríquez, Harper G. (2012). *Guía Práctica para el Cálculo de Instalaciones Eléctricas*. Ed. Limusa.
- ISO 50001. Sistema de Gestión de la Energía. Recuperado de: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:50001:ed-1:v1:es>

- Linares, E, A. (2015). Control del Sistema Electromecánico de un Sistema Eólico. *Revista Ideas de Ciencia*, Año 24 Num.43 53-68. ISSN: 2007-5197.
- PRONASE (2018). Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía 2014-2018.  
<https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/224/PRONASEpendt.pdf>