

## 1. Datos Generales de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura:</b>	Metrología y Normalización
<b>Clave de la asignatura:</b>	AEH-1393
<b>SATCA<sup>1</sup>:</b>	1-3-4
<b>Carrera:</b>	Ingeniería Mecánica e Ingeniería Aeronáutica

## 2. Presentación

### Caracterización de la asignatura

Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero Mecánico y Aeronáutico los conocimientos necesarios para realizar la medición con exactitud y precisión de diferentes elementos mecánicos, utilizando para ello los instrumentos adecuados. Dará el conocimiento de la existencia de normas nacionales e internacionales que deben de aplicarse al diseñar, instalar y operar sistemas y dispositivos mecánicos. Además, se obtienen las competencias para la medición de longitudes, diámetros y características especiales (radios, acabado superficial, ángulos de planos inclinados, etc.) que sea necesario medir en alguna pieza o dispositivo utilizado en las prácticas relacionadas con las materias del área de diseño. La medición de presión, flujo, temperatura, nivel, etc., que sea necesario medir en las diferentes prácticas relacionadas con las materias del área de fluidos.

Puesto que esta asignatura otorga el soporte a otras más directamente vinculadas con desempeños profesionales; se inserta en la primera mitad de la trayectoria escolar; antes de cursar aquéllas a las que da soporte.

### Intención didáctica

La asignatura se conforma de seis temas los cuales permiten que el estudiante adquiera las competencias relacionadas con la medición y la normalización aplicados en la manufactura y diseño de elementos de máquinas.

En el primer tema se tratan aspectos básicos de la metrología como son la ciencia, la importancia y necesidades de las mediciones, así como los sistemas de unidades. En el segundo tema se abordan tópicos relacionados a los diferentes instrumentos de medición. El tercer tema se basa en la medición, verificación y tolerancia de roscas y engranes. El cuarto tema se enfocará a las mediciones de tiempo, temperatura, velocidad, presión etc., de los diferentes sistemas mecánicos. El quinto tema trata sobre las características, análisis y evaluación del acabado superficial en los procesos de fabricación. En el sexto tema conoce los procesos de normalización y los organismos de acreditación y certificación.

El enfoque sugerido para la materia requiere que las actividades prácticas promuevan el desarrollo de habilidades manuales y de conocimiento en instrumentos y normas, tales como: identificación, manejo y control de rangos y tolerancias; trabajo en equipo; asimismo, propicien procesos intelectuales como inducción-deducción y análisis-síntesis con la intención de propiciar madurez en el estudiante; por esta razón varias de las actividades prácticas se han descrito como actividades previas al tratamiento teórico

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

de los temas, de manera que sea una oportunidad para conceptualizar a partir de lo observado. En las actividades prácticas sugeridas, es conveniente que el profesor busque sólo guiar a sus estudiantes para que ellos hagan la elección a su criterio de los elementos a utilizar, y no que el profesor sea quien tenga la iniciativa.

La lista de actividades de aprendizaje no es exhaustiva, se sugieren sobre todo las necesarias para hacer más significativo y efectivo el aprendizaje. Algunas de las actividades sugeridas pueden hacerse como actividad extra clase y comenzar el tratamiento en clase a partir de la discusión de los resultados de las observaciones. Se busca partir de experiencias concretas, cotidianas, para que el estudiante se acostumbre a reconocer los fenómenos físicos en su alrededor y no sólo se hable de ellos en el aula. Es importante ofrecer escenarios distintos, ya sean construidos, artificiales o virtuales.

En las actividades de aprendizaje sugeridas, generalmente se propone la formalización de los conceptos a partir de experiencias concretas; se busca que el estudiante tenga el primer contacto con el concepto en forma concreta y sea a través de la observación, la reflexión y la discusión que se dé la formalización; la resolución de problemas se hará después de este proceso. Esta resolución de problemas no se especifica en la descripción de actividades, por ser más familiar en el desarrollo de cualquier curso. Pero se sugiere que se diseñen problemas con datos faltantes o sobrantes de manera que el estudiante se ejercite en la identificación de datos relevantes y elaboración de supuestos.

En el transcurso de las actividades programadas es muy importante que el estudiante aprenda a valorar las actividades que lleva a cabo y entienda que está construyendo su hacer futuro y en consecuencia actúe de una manera profesional; de igual manera, aprecie la importancia del conocimiento y los hábitos de trabajo; desarrolle la precisión y la curiosidad, la puntualidad, el entusiasmo y el interés, la tenacidad, la flexibilidad y la autonomía.

Es necesario que el profesor ponga atención y cuidado en estos aspectos en el desarrollo de las actividades de aprendizaje de esta asignatura.

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

<b>Lugar y fecha de elaboración o revisión</b>	<b>Participantes</b>	<b>Evento</b>
<p>Instituto Tecnológico de Aguascalientes del 15 al 18 de junio de 2010.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de:            Centro Interdisciplinario de Investigación y Docencia en Educación Técnica, Acapulco, Aguascalientes, Apizaco, Boca Río, Celaya, Chetumal, Chihuahua, Chilpancingo, Chiná, Cd. Cuauhtémoc, Cd. Juárez, Cd. Madero, Cd. Victoria, Colima, Comitán, Cautla, Durango, El Llano de Aguascalientes, Huixquilucan, Valle Bravo, Guaymas,</p>	<p>Elaboración del programa de estudio equivalente en la Reunión Nacional de Implementación Curricular y Fortalecimiento Curricular de las asignaturas comunes por área de conocimiento para los planes de estudio actualizados del SNEST.</p>

	<p>Huatabampo, Huejutla, Iguala, La Laguna, La Paz, La Zona Maya, León, Lerma, Linares, Los Mochis, Matamoros, Mazatlán, Mérida, Mexicali, Minatitlán, Nuevo Laredo, Orizaba, Pachuca, Puebla, Querétaro, Reynosa, Roque, Salina Cruz, Saltillo, San Luis Potosí, Tehuacán, Tepic, Tijuana, Tlaxiaco, Toluca, Torreón, Tuxtepec, Valle de Oaxaca, Veracruz, Villahermosa, Zacatecas, Zacatepec, Altiplano de Tlaxcala, Coatzacoalcos, Cuautitlán Izcalli, Fresnillo, Irapuato, La Sierra Norte Puebla, Macuspana, Naranjos, Pátzcuaro, Poza Rica, Progreso, Puerto Vallarta, Tacámbaro, Tamazula Gordiano, Tlaxco, Venustiano Carranza, Zacapoaxtla, Zongólica y Oriente del Estado Hidalgo.</p>	
<p>Instituto Tecnológico de Morelia del 10 al 13 de septiembre de 2013.</p>	<p>Representantes de los Institutos Tecnológicos de:          Aguascalientes, Apizaco, Boca del Río, Celaya, CRODE Celaya, Cerro Azul, Chihuahua, Cd. Cuauhtémoc, Cd. Hidalgo, Cd. Juárez, Cd. Madero, Cd. Valles, Coacalco, Colima, Iguala, La Laguna, Lerdo, Los Cabos, Matamoros, Mérida, Morelia, Motúl, Múzquiz, Nuevo Laredo, Nuevo León, Oriente del Estado de México, Orizaba, Pachuca, Progreso, Purhepecha, Salvatierra, San Juan del Río, Santiago Papasquiario, Tantoyuca, Tepic, Tlatlauquitpec, Valle de Morelia, Venustiano Carranza, Veracruz, Villahermosa, Zacatecas y Zacatepec.</p>	<p>Reunión Nacional de Seguimiento Curricular de las Asignaturas Equivalentes del SNIT.</p>

#### 4. Competencia(s) a desarrollar

<b>Competencia(s) específica(s) de la asignatura</b>
Realiza mediciones de elementos de máquinas y dispositivos utilizando los diferentes instrumentos de precisión, con la aplicación de la normatividad correspondiente.

#### 5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplica fundamentos de física, mecánica, hidráulica, eléctrica y térmica relacionados con las mediciones.</li> <li>• Aplica la normativa del dibujo mecánico referente a simbología, escalas y acotamientos en los procesos de medición.</li> <li>• Interpreta dibujos técnicos para realizar mediciones.</li> </ul>
--

#### 6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1.	Introducción y conceptos básicos	1.1. La metrología como ciencia 1.2. Importancia y necesidades de las mediciones 1.3. Sistemas de unidades y patrones. 1.4. Conceptos de medidas, precisión y exactitud. 1.5. Sensibilidad – Incertidumbre 1.6. Errores en las mediciones 1.7. Calibración y verificación de los instrumentos de medición
2.	Instrumentos de medida y verificación de magnitudes lineales y angulares	2.1. Instrumentos básicos. (Regla, compás, lainas, cuenta hilos, patrones de radios 2.2. Calibrador de pie de rey, de carátula, electro digitales, de profundidad 2.3. Micrómetros (de interiores de profundidades, digitales) 2.4. Instrumentos de comparación. 2.5. Instrumentos para medición angular (escuadra universal, goniómetro, regla de senos)
3.	Medición, verificación y tolerancia de roscas y engranes	3.1. Roscas 3.1.1. Forma geométrica de sistemas de Roscas. 3.1.2. Control de paso y de perfil de la rosca 3.1.3. Tolerancias y posiciones normalizadas 3.2. Engranes 3.2.1. Medición del espesor del diente 3.2.2. Comprobación del perfil del diente 3.2.3. Comprobación del paso circular 3.3. Comprobación de la concetricidad

		3.4. Comprobación del diámetro primitivo 3.5. Tolerancias normalizadas
4.	Medición de tiempo, temperatura, velocidad, caudal, presión y nivel	4.1. Medición del tiempo 4.2. Medición de temperatura 4.3. Medición de la velocidad 4.3.1. Velocidad lineal 4.3.2. Velocidad angular 4.4. Medición de caudal 4.4.1. Contadores con estrangulamiento 4.4.2. Contadores de velocidad de fluido 4.5. Medición de presión 4.5.1. Presión diferencial, manómetro de tubo en U.
5.	Medición de acabado superficial	5.1. Características del estado superficial. 5.2. Sistemas para evaluar el estado superficial 5.3. Elementos del símbolo de superficie. 5.4. Rugosidades obtenidas en los diferentes procesos de fabricación
6.	Procesos de normalización	6.1. Normalización 6.1.1. Filosofía y principios de normalización. 6.2. Clasificación de normas 6.2.1. Normas mexicanas (NOM y NMX) 6.2.2. Normas internacionales

## 7. Actividades de aprendizaje de los temas

Nombre de tema <b>1. Introducción y conceptos básicos de metrología</b>	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b> Conoce los factores que intervienen para realizar una medición adecuada.</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimientos básicos de la carrera</li> <li>• Comunicación oral y escrita</li> <li>• Habilidades básicas de manejo de instrumentación</li> <li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas</li> <li>• Crítica y autocrítica</li> <li>• Trabajo en equipo</li> <li>• Habilidades interpersonales.</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar investigación bibliográfica referente a la importancia de las mediciones y los sistemas de unidades en la práctica profesional.</li> <li>• Analizar los fundamentos metrológicos, sistemas de unidades y errores en las mediciones.</li> <li>• Analizar la definición de patrón, precisión, exactitud, sensibilidad, error en la medición y calibración de un instrumento de medida.</li> <li>• Resolver problemas de ajustes y tolerancias en la solución de problemas.</li> </ul>

<p>en la práctica</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de aprender</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> </ul>	
Instrumentos de medida y verificación de magnitudes lineales y angulares	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b> Utiliza diversos instrumentos de medición para verificar las magnitudes lineales y angulares en elementos mecánicos.</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimientos básicos de la carrera</li> <li>• Comunicación oral y escrita</li> <li>• Habilidades básicas de manejo de instrumentación</li> <li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas</li> <li>• Capacidad crítica y autocrítica</li> <li>• Trabajo en equipo.</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Capacidad de aprender</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar los diferentes instrumentos básicos de medición (reglas, calibradores de espesores, de radios, de ángulos).</li> <li>• Realizar mediciones con el calibrador Vernier y sus diferentes tamaños y tipos.</li> <li>• Efectuar mediciones con el micrómetro y sus diferentes tamaños y tipos.</li> <li>• Utilizar instrumentos para la medición de ángulos (escuadra universal, goniómetro, mesa de senos).</li> <li>• Realizar prácticas de medición utilizando instrumentos tales como calibradores de tolerancias, galgas, escuadra universal.</li> </ul>
Medición, verificación y tolerancias de roscas y engranes	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específica(s):</b> Realiza mediciones de elementos roscados y engranes para verificar sus parámetros característicos con los instrumentos adecuados.</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimientos básicos de la carrera</li> <li>• Comunicación oral y escrita</li> <li>• Habilidades básicas de manejo de instrumentación</li> <li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas</li> <li>• Capacidad crítica y autocrítica</li> <li>• Trabajo en equipo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar investigación bibliográfica para identificar las magnitudes más usuales en los elementos roscados y engranes y discutir en grupalmente.</li> <li>• Verificar mediante galgas o Vernier el paso de elementos roscados</li> <li>• Verificar mediante comparador óptico el perfil de filete de una rosca</li> <li>• Medir el diámetro de flancos de los filetes mediante el sistema de los tres alambres y mediante el micrómetro para roscas.</li> <li>• Medir mediante calibrador especial para engranes, el espesor del diente y emplear fórmulas para calcular el valor teórico</li> <li>• Comprobar mediante proyector de perfiles,</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Capacidad de aprender</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma</li> </ul>	<p>el perfil del diente (detectando error negativo- positivo de la envolvente).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobar mediante aparato especial la concentricidad de un engrane</li> <li>• Medir el diámetro primitivo de un engrane</li> <li>• Realizar una clasificación de las tolerancias geométricas y dimensionales.</li> </ul>
<b>Medición de tiempo, temperatura, velocidad, caudal, presión y nivel</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p><b>Específica(s):</b>          Utiliza apropiadamente los instrumentos para la medición de tiempo, temperatura, velocidad, caudal y presión.</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis y síntesis.</li> <li>• Conocimientos básicos de la carrera</li> <li>• Comunicación oral y escrita</li> <li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas</li> <li>• Trabajo en equipo</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Capacidad de aprender</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar investigación bibliográfica acerca de los conceptos de tiempo, temperatura, velocidad, caudal, y presión</li> <li>• Analizar los principios básicos de funcionamiento de los diversos instrumentos utilizados para medir las propiedades referidas (diversos tipos de cronómetros, termómetros, velocímetros, tacómetros, contadores de caudal, contadores de velocidad de fluido, contadores volumétricos y manómetros)</li> <li>• Realizar prácticas de medición que le permitan al alumno familiarizarse con los instrumentos de medida de las propiedades referidas.</li> </ul>
<b>Medición de acabado superficial</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p><b>Específica(s):</b>          Interpreta adecuadamente las lecturas de los rugosímetros basándose en las teorías de los acabados superficiales.</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimientos básicos de la carrera</li> <li>• Comunicación oral y escrita</li> <li>• Habilidades básicas de manejo de instrumentación</li> <li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas.</li> <li>• Capacidad crítica y autocrítica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigar y discutir en grupo los principios fundamentales de los estados superficiales</li> <li>• Utilizar los diversos instrumentos para medir estados superficiales</li> <li>• Identificar los elementos del símbolo de rugosidad según las normas establecidas sobre el tema.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajo en equipo</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Capacidad de aprender</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> </ul>	
<b>Procesos de normalización</b>	
<b>Competencias</b>	<b>Actividades de aprendizaje</b>
<p><b>Específica(s):</b> Aplica los conceptos fundamentales y la normatividad vigente en la medición de materias primas, productos y materiales utilizados en los procesos industriales.</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimientos básicos de la carrera</li> <li>• Comunicación oral y escrita</li> <li>• Habilidades básicas de manejo de instrumentación</li> <li>• Habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas</li> <li>• Capacidad crítica y autocrítica</li> <li>• Trabajo en equipo</li> <li>• Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica</li> <li>• Capacidad de aprender</li> <li>• Habilidad para trabajar en forma autónoma.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar investigación bibliográfica de los conceptos de norma y normalización.</li> <li>• Analizar y presentar un trabajo relacionado a los diferentes tipos de normas</li> <li>• Presentar una exposición respecto a las normas nacionales en grupo.</li> <li>• Elaborar un diagnóstico de un producto de acuerdo con la aplicación de la norma</li> <li>• Comparar las normas aplicadas a distintos productos.</li> </ul>

### 8.- Práctica (s)

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medición con Vernier, micrómetros, flexómetros, galgas.</li> <li>• Uso de manómetros, termómetros, cronómetros, pirómetros, barómetros.</li> <li>• Mediciones con máquina de coordenadas.</li> <li>• Mediciones con proyector de perfiles.</li> <li>• Mediciones de acabado superficial.</li> <li>• Calibración de diversos instrumentos.</li> <li>• A partir de un elemento mecánico real elaborar los planos para manufactura, considerando, medición, trazo, vistas y tolerancias del mismo.</li> <li>• Tomas de datos de instrumentos de medición en sistemas termo fluidos.</li> <li>• Visitas a la industria local.</li> </ul>
---



## 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 correcta aplicación de las mediciones en elementos y dispositivos para la operación de sistemas industriales considerando la normatividad vigente
- Reportes escritos de las observaciones hechas durante las actividades, así como las conclusiones obtenidas de dichas observaciones.
- Información obtenida durante las investigaciones solicitadas plasmada en documentos escritos.
- Descripción de otras experiencias concretas que podrían realizarse adicionalmente.
- Exámenes escritos para comprobar el manejo de aspectos teóricos y declarativos.

## 11. Fuentes de información

1. CENAM. (2013). *Centro Nacional de Metrología*. Recuperado el 12 de septiembre de 2013
2. Compain, L. (1974). *Metrología de taller*. España.: Ed. Urmo.
3. Ford, H. (1983). *Teoría del taller*. España.: Ed. G. Gili.
4. GOBMX. (2013). *Secretaría de Economía*. Recuperado el 11 de Septiembre de 2013, de Laboratorios de Calibración: <http://www.economia.gob.mx/comunidad-negocios/competitividad-normatividad/normalizacion/nacional/evaluacion-de-conformidad/laboratorio-de-calibracion>
5. GOBMX. (2013). *Secretaría de Economía México*. Recuperado el 11 de septiembre de 2013, de Catalogo Mexicano de Normas: <http://www.economia.gob.mx/comunidad-negocios/competitividad-normatividad/normalizacion/catalogo-mexicano-de-normas>
6. González González, C., & Zeleny Vázquez, R. (1999). *Metrología Dimensional*. México: Mc Graw Hill.
7. González Gonzalez, C., & Zeleny Vázquez, R. (2004). *Metrología*. México: Mc Graw Hill.
8. Jack P. Colman. *Métodos experimentales para ingenieros* Editorial Mc Graw Hill
9. ISO. (2013). *Organización Internacional de Normalización*. Recuperado el 11 de septiembre de 2013, de Normas Internacionales ISO: [http://www.iso.org/iso/catalogue\\_ics](http://www.iso.org/iso/catalogue_ics)
- a. Stefanelli, E. J. (2003-2012). *Metrología*. Recuperado el 2012 de septiembre de 2013 <http://www.stefanelli.eng.br/es/index.html>