



## **PROGRAMA DEL CURSO II-0806 METROLOGÍA Y NORMALIZACIÓN II SEMESTRE DEL 2018**

Docentes:

Dr-Ing. Alvaro Guillén Mora – Sede Rodrigo Facio (Coordinador de Cátedra)

Dr-Ing. Johanna Méndez Arias - Sede Interuniversitaria Alajuela

Lic. Javier Robles Cordero – Sede de Occidente

### **GENERALIDADES DEL CURSO**

#### **Sede de Occidente:**

GRUPO: 001

CRÉDITOS: 03

HORARIO: viernes 15:00 a 17:50. Teoría; viernes 18:00 a 20:00

AULA: 303 (sede occidente) Teoría, Laboratorio Metrología Sede Inter universitaria Alajuela, Laboratorio

HORARIO DE CONSULTA: sábados 13:00 a 15:00 (Previa coordinación)

REQUISITOS: II-0602 Diseño de experimentos

CORREQUISITOS: No tiene

### **DESCRIPCIÓN DEL CURSO**

El curso Metrología y Normalización es un curso del octavo semestre de la Licenciatura en Ingeniería Industrial, de gran impacto en la formación de los futuros ingenieros, considerando que, en el mundo globalizado actual, las mediciones están presentes en todos los campos de la ciencia y la técnica. El curso está diseñado para que los futuros ingenieros comprendan el papel de la Metrología en su interrelación con las diferentes actividades del Sistema Nacional para la Calidad, de manera que puedan tomar decisiones gerenciales bajo incertidumbre controlada, y que estas se transformen en soluciones normalizadas, especialmente a nivel empresarial.

Este curso forma parte del área de conocimiento de Calidad, y está relacionado a su vez con los temas de las otras áreas de conocimiento del programa de estudios, como lo son los de Ingeniería de Operaciones.

Las mediciones están presentes en todos los campos de la ciencia y la técnica. En el comercio, en la investigación, en la producción y en nuestras actividades diarias nos vemos confrontados con una medición o somos quienes la realizamos. Por lo tanto, es imprescindible para el desarrollo eficiente de dichas actividades la existencia de un sistema metrológico altamente desarrollado por medio del cual se garantice la confiabilidad de las mediciones. En Costa Rica la metrología aun presenta un nivel bajo de utilización, por lo que es imprescindible que los ingenieros contribuyan a lograr mayores niveles de aplicación en las organizaciones.

La normalización constituye una base de gran importancia para el desarrollo normal de las actividades productivas, comerciales, de protección al consumidor y del medio ambiente, entre otras. Las normas como resultado del trabajo de normalización sirven para la simplificación, la unificación y la racionalización tanto de objetos materiales como inmateriales.

Las normas se han constituido en los países industrializados en un elemento indispensable en todos los campos de la vida diaria, ya que éstas constituyen una fuente de información, fomentan la racionalización, contribuyen al mejoramiento de la calidad, garantizan la seguridad a las personas, permiten el mejoramiento de diferentes sectores de la vida humana, contribuyen al desarrollo y a la





humanización de la técnica, etc. En los países en vías de desarrollo por el contrario ha existido un estancamiento de las actividades de la normalización, razón por la cual la situación es bastante deficiente en lo que a la existencia y aplicación de normas se refiere. De hecho, el desconocimiento que sobre esta disciplina existe en los sectores productivos es alarmante. Esta situación contribuye cada vez más a incrementar el deterioro de la economía de nuestros países, por que amerita una pronta atención al problema con el fin de proponer y aplicar soluciones inmediatas.

Para el correcto aprendizaje de los conocimientos y habilidades esperados al finalizar este curso, se requiere que el estudiante posea de previo, conocimientos relacionados con las normas de gestión, específicamente con los requisitos de seguimiento y medición de procesos, así como las herramientas de la teoría de las probabilidades y de la estadística matemática, que aplicados consecuentemente a los modelos matemáticos que describen los procesos de interés para el ingeniero, les permita evaluar su incertidumbre.

## OBJETIVOS

### Objetivo general:

Al finalizar el curso, el estudiante será capaz de aplicar la metrología en las empresas, como herramienta para generar información que permita tomar decisiones en un ambiente normalizado, de incertidumbre y trazabilidad al SI conocidas.

### Objetivos específicos:

Al finalizar el curso, el estudiante será capaz de:

1. Reconocer la interrelación de la Metrología con las actividades propias de la normalización, los ensayos y la gestión de la calidad, en el ámbito del Sistema Nacional para la Calidad.
2. Identificar los parámetros que definen los procesos productivos analizados en sus correspondientes modelos matemáticos, así como las principales fuentes de incertidumbres de sus mediciones.
3. Cuantificar la incertidumbre de las mediciones a partir de la elaboración de su presupuesto, utilizando herramientas propias de la teoría de las probabilidades y la estadística matemática.
4. Utilizar la incertidumbre expandida con fines inferenciales, aplicando indicadores de la consistencia metrológica de las mediciones del proceso analizado.
5. Gestionar la trazabilidad de las mediciones al Sistema Internacional de Unidades, realizando calibraciones de instrumentos de medición e interpretando sus resultados.
6. Diagnosticar problemas en empresas, especialmente de carácter metrológico, y proponer soluciones normalizadas, identificando los niveles de normalización internacional, regional y/o nacional que apliquen.
7. Comprender el proceso de elaboración de normas técnicas según las políticas del ente nacional de normalización, y su relación con los reglamentos técnicos.





## ATRIBUTOS DEL PERFIL DEL GRADUADO

La acreditación es un proceso de evaluación voluntario, que busca determinar si un programa formativo cumple los estándares de calidad establecidos. A nivel internacional existe el Acuerdo de Washington, el cual regula a las agencias de acreditación de programas de ingeniería, definiendo aspectos comunes a lograr en todos los programas de esta rama.

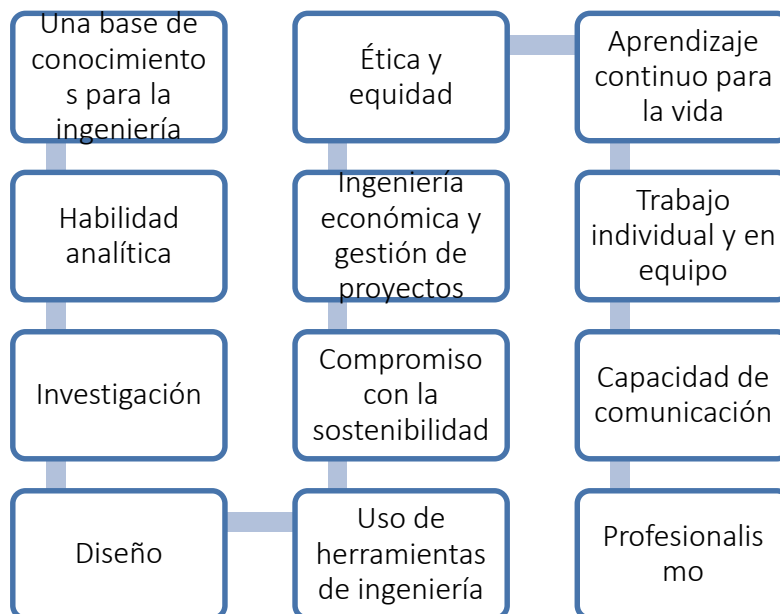
El acuerdo de Washington tiene adheridos más de 20 agencias de diferentes países, incluyendo la Canadian Accreditation Board (CEAB) y más recientemente de forma interina, la Agencia de Acreditación de Programas de Ingeniería (AAPIA) del Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos (CFIA).

El programa de Licenciatura en Ingeniería Industrial de la Universidad de Costa Rica es reconocido como sustancialmente equivalente desde el año 2000 por la CEAB. Desde el año 2000 se cuenta con la acreditación del Sistema Nacional de Acreditación de la Educación Superior (SINAES) y a partir de 2017 por la AAPIA.

Entre los aspectos comunes definidos por el Acuerdo de Washington, se encuentra el enfoque de formación de atributos y por tanto la definición de los atributos que todo graduado de un programa de ingeniería debe cumplir.

Los atributos de los graduados se definen como: "(...) conjunto de resultados individuales evaluables, que son los componentes indicativos del potencial del graduado para adquirir la competencia para la práctica profesional" (WA, 2015).

Nuestro programa ha definido, a saber, 12 atributos; los cuales han sido desglosados cada uno, en un conjunto de indicadores medibles para demostrar que los estudiantes poseen este atributo.



Como parte del curso de Normalización y Metrología, se aporta en la formación de los atributos anteriores; sin embargo, no se realiza la medición específica de ninguno.





## ACTIVIDADES

### **SEMANA 1:** 13 de agosto al 17 de agosto

- Introducción al curso. Entrega de Programas. El sistema MNPC (Metrología, Normalización, Pruebas y Calidad). El Sistema Nacional para la Calidad.

### **SEMANA 2:** 20 de agosto al 24 de agosto

- Conceptos y definiciones básicos de metrología. Sistema internacional de medidas. Entrega de los integrantes para los grupos de trabajo.

### **SEMANA 3:** 27 de agosto al 31 de agosto

- Introducción al cálculo de incertidumbre de la medición. Cálculo de la incertidumbre de medida.

### **SEMANA 4:** 03 de setiembre al 07 de setiembre

- Cálculo de la incertidumbre de medida según la GUM.

### **SEMANA 5:** 10 de setiembre al 14 de setiembre

- Instrumentos de medición y métodos de calibración (Dimensional). **Práctica I Laboratorio (Incertidumbre)**

### **SEMANA 6:** 17 de setiembre al 21 de setiembre

- Instrumentos de medición y métodos de calibración (Masa). **Práctica II Laboratorio (Dimensional)**

### **SEMANA 7:** 24 de setiembre al 28 de setiembre

- Instrumentos de medición y métodos de calibración (Temperatura). **Práctica III Laboratorio (Masa)**

### **SEMANA 8:** 01 de octubre al 05 de octubre

- Instrumentos de medición y métodos de calibración (Volumen). **Práctica IV Laboratorio (Temperatura)**

### **SEMANA 9:** 08 de octubre al 12 de octubre

- Introducción a la normalización. Aspectos generales. **Práctica V laboratorio (Volumen)**

### **SEMANA 10:** 15 de octubre al 19 de octubre

- **I Examen Colegiado. Jueves 18 de octubre**

### **SEMANA 11:** 22 de octubre al 26 de octubre

- Normalización internacional, regional, nacional y empresarial. **Laboratorio de Normalización. Presentación Avance del Proyecto.**





**SEMANA 12:** 29 de octubre al 02 de noviembre

- Normalización y Calidad. Sistema de aseguramiento metrológico. La norma INTE-ISO 10012 y la INTE-ISO 17025.

**SEMANA 13:** 05 de noviembre al 09 de noviembre

- La norma ISO 10012 y la ISO 17025. Normalización y Legislación. **Laboratorio de Normalización.**

**SEMANA 14:** 12 de noviembre al 16 de noviembre

- Normalización Empresarial.

**SEMANA 15:** 19 de noviembre al 23 de noviembre

- **II Examen Colegiado.** Jueves 22 de noviembre

**SEMANA 16:** 26 de noviembre al 30 de noviembre

- Entrega y presentación de trabajo final.

**SEMANA 17:** 03 de diciembre al 21 de diciembre

- Examen de ampliación. (Horario y Aula de teoría).

## DOCENTES

**Sede Occidente San Ramón:**

**Nombre:** Lic. Javier Robles Cordero

**Teléfono:** 8323 1008

**Correo electrónico:** [javiroblesco@gmail.com](mailto:javiroblesco@gmail.com)

**Perfil profesional y académico del profesor:**

Costarricense, Licenciado en Químico Industrial. Posee experiencia en el desarrollo e implementación de Sistemas de Calidad en laboratorios de ensayo y calibración, en el uso de técnicas estadísticas y diseño de experimentos para optimización de métodos de ensayos y calibración. Representante del sector público en el Comité Asesor de Laboratorio del Ente Costarricense de Acreditación. Evaluador del Ente Costarricense de Acreditación en la norma INTE-ISO/IEC 17025 desde el 2014 a la fecha. Gestor de calidad del Centro de Investigación en Corrosión del ICE desde el 2009 a la fecha. Gestor de Calidad del Laboratorio Metrológico de Variables Eléctricas del ICE (Laboratorio Nacional designado en tiempo, frecuencia y electricidad) desde el 2017 a la fecha.





## METODOLOGÍA DE LA ENSEÑANZA/APRENDIZAJE

- Exposición en clase de los diferentes temas. Se asignarán desde el principio del curso los temas que serán presentados y discutidos por el profesor y los estudiantes en cada una de las sesiones.
  - Exámenes cortos: Se realizarán durante las sesiones y están anunciados desde el primer día de clase.
  - Laboratorio: El curso tendrá prácticas de laboratorio, en las cuales se profundizará en relación con pruebas de calibración.
  - Proyecto: Se llevará a cabo en grupos (máximo 5 estudiantes) y consiste en la aplicación de la metrología y la normalización en la fabricación de un producto en una empresa de manufactura. (Ver **GUÍA PARA LA ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN DEL PROYECTO**)
  - Exámenes: Se realizarán dos exámenes acumulativos, con énfasis en el material no evaluado
- Las entregas de todos los trabajos solicitados (asignaciones, prácticas, ejercicios, etc.) deben hacerse en las fechas establecidas por el profesor. No se aceptarán entregas tardías.**

## EVALUACIÓN

Examen I:	30 %
Examen II:	20 %
Quices y asignaciones:	10 %
Proyecto:	25 %
Laboratorio:	15 %

## OTRA INFORMACIÓN IMPORTANTE

Los exámenes cortos se realizan sin aviso previo, cumpliendo con las disposiciones del Reglamento de Régimen Académico Estudiantil (Artículo 15), cubriendo la materia de forma acumulativa. Como parte de los criterios de evaluación, se tomará en cuenta que aquel estudiante o grupo de trabajo que incurra en alguna falta grave tal como, copia, plagio, utilización de material no autorizado o comunicación o actuación ilícita en cualquiera de las pruebas o parte de ellas, **perderá automáticamente el curso, con las consecuencias posteriores que establece la Universidad de Costa Rica. La no entrega del proyecto también representa la pérdida del curso automáticamente.**

### Entrega del Proyecto

#### Condiciones de entrega:

- 1) **Absolutamente puntual, entregado como máximo, hasta 5 minutos después de la hora fijada. Posterior a este rango de tiempo, no se aceptarán proyectos a menos que sea por causa certificada de accidente, enfermedad o fallecimiento de familiar cercano.**
- 2) **Entrega completa: No se admitirán proyectos incompletos bajo ninguna circunstancia.**
- 3) **Si se envía por correo electrónico los estudiantes deben corroborar que el profesor o asistente lo recibieron y lo pueden leer. De no recibirse el documento o no poder abrirse el archivo, se tomara como trabajo no entregado.**





#### 4) La no entrega de alguna de las partes o la no asistencia a la presentación final del proyecto significa pérdida del curso.

#### NORMAS DE TRABAJO PARA EL CURSO (para ser aplicado a todos los trabajos)

- Todos los trabajos deben de llevar el nombre completo del (los) autor(es) del mismo. Así como la fecha de entrega.
  - Cada uno de los participantes es responsable de verificar que su nombre aparezca en el trabajo, luego no se aceptan reclamos porque no aparecían en la lista.
  - EL NOMBRE DEBE APARECER EN FORMA EXPLÍCITA Y CLARA. Aquellos trabajos donde aparezcan solo iniciales, alias, apodos, etc. y no el nombre completo, no serán calificados.
- Todos los trabajos deben ser entregados en forma impresa a menos que se indique lo contrario.
  - Si así se indica, pueden ser impresos en doble cara o en papel "reciclado".
  - Con excepción de trabajos finales, no hace falta utilizar empaste, pero si deben venir BIEN ENGRAPADOS, no se permite ni clips, o "doblar" las puntas para mantener las hojas juntas.
  - Deben venir con la numeración en cada página (no incluye portadas, tablas de contenido, índices).
- **El profesor recibe los trabajos durante los primeros 15 minutos de clase**, (el límite puede variar si así lo dispone el profesor). Los trabajos fuera de este límite queda a criterio del profesor si son aceptados o no. [*El profesor no tiene la obligación de pedir los trabajos, deben ser entregados por los estudiantes en este rango de tiempo*].
  - Si por algún motivo considera que no podrá entregar a tiempo, se puede enviar digitalmente el trabajo por correo electrónico al asistente antes de la hora límite y POSTERIORMENTE DEBE PRESENTAR EL TRABAJO EN PAPEL SI ASÍ FUE SOLICITADO.
- Los trabajos donde participe más de un estudiante, deben llevar un desglose de participación en el trabajo.
- En los trabajos grupales, el profesor tiene la potestad de escoger la(s) persona(s) que va(n) a explicar o exponer una parte o la totalidad del trabajo. El desempeño de la(s) persona(s) en la exposición afecta directamente la nota grupal, hasta en un 75% del total del valor del trabajo.
- Cualquier trabajo sin referencias, o mal realizados según los estándares del formato APA, serán calificados en forma automática con un CERO (0).
  - Si no toman partes textuales, sino solo las ideas, igual tienen que identificarlas explícitamente en el documento.
- Si se usa material textual dentro del documento, este debe ser claramente identificado y referenciado, no se permite que los trabajos sean más de un 10% de material textual o parafraseado.
- Si durante las presentaciones de los trabajos, algún compañero realiza actos de falta de respecto como interrumpir, silbar, hacer comentarios burlistas, hacer trabajos, leer material, chatear, navegar durante el acto, entre otros, podrá ser sancionado con puntos en su trabajo, hasta por un valor de un 50%.
  - Si durante la presentación de trabajos (papers, proyectos, investigaciones, etc.) se dura más de una sesión, y los que ya expusieron faltan a la otra sesión, se considerará como falta de respeto e intereses hacia los compañeros.
- Al inicio de curso se les indicará el correo oficial para el envío de trabajos, si se envían a otro correo no serán considerados, sin reclamos.
  - Los estudiantes son responsables de guardar una copia de los trabajos enviados, estos van a ser utilizados como prueba que los enviaron y sin ellos no se admiten reclamos.

#### Crterios sobre la copia, plagio o la ayuda no permitida en evaluaciones







Cualquier alumno que incurra en actos de copia, plagio o ayudas no permitidas a otros en cualquier evaluación o trabajo, automáticamente perderá el curso y se expone a las sanciones reglamentarias que exige la Universidad. Igualmente, la no entrega del proyecto implica la pérdida automática del curso.

### **Información de Referencia Importante sobre Plagios**

Como parte de los criterios de evaluación, se tomará en cuenta que aquel estudiante o grupo de trabajo que incurra en alguna falta grave tal como, copia, plagio, utilización de material no autorizado o comunicación ilícita en cualquiera de las pruebas o parte de ellas, **perderá automáticamente el curso. La no entrega del proyecto también representa la pérdida del curso automáticamente.**

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **Referencia principal de consulta:**

BIPM, IEC, IFCC, ILAC, ISO, IUPAC, IUPAP y OIML, Expresión de la incertidumbre de medida: 2008, JCGM 100: 2008, 3ª edición, 2009.

BIPM, IEC, IFCC, ILAC, ISO, IUPAC, IUPAP y OIML, Vocabulario Internacional de Metrología, Conceptos Fundamentales y Generales, y Términos asociados (VIM) JCGM 200:2008, 2008

### **Referencias adicionales de consulta**

Fluke: Calibration: Philosophy in Practice.

González Carlos, Zeleny Ramón, Metrología. Mc Graw Hill, 1995

González Carlos, Zeleny Ramón, Metrología Dimensional. Mc Graw Hill, 1999

INTE-ISO, ISO 10012, Sistemas de gestión de las mediciones. Requisitos para los procesos de medición y los equipos de medición. 2003

INTE-ISO/IEC, ISO 17025, Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración. 2005

Hesser, Feilzer, Standardization in Companies and Markets. Hamburgo 2006

Hesser, W., Inklaar, A., An introduction to Standards and Standardization. BeuthVerlag, Berlin, 1997

Jack P. Holman, Métodos Experimentales para Ingenieros, Mc Graw Hill, 1994

John P. Bentley, Sistemas de Medición, CECSA, 1993

Marbán, Rocío M. Metrología para no metrologos, 2002, segunda edición.

EURAMET, Metrología Abreviada, 2008, segunda edición.







UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA

**EII** Escuela de  
Ingeniería Industrial

