



**PROGRAMA DEL CURSO
II-0806 METROLOGÍA Y NORMALIZACIÓN
II SEMESTRE DEL 2021**

Docentes:

Dr.-Ing. Álvaro Guillén Mora – Sede Rodrigo Facio
Dr-Ing. Johanna Méndez Arias – Sede Rodrigo Facio y Sede Interuniversitaria de Alajuela
Inga. Natalia Montero Rambla- Sede Rodrigo Facio (Laboratorio)
Lic. Javier Robles Cordero – Sede de Occidente

GENERALIDADES DEL CURSO

Sede Rodrigo Facio:

GRUPO: 001

CRÉDITOS: 03

HORARIO TEORÍA: J: 16:00 a 19:00

HORARIO LABORATORIO: J: 19:00 a 21:00 (Laboratorio)

HORARIO DE CONSULTA: J: 13:00 a 15:00, con previa cita

GRUPO: 002

CRÉDITOS: 03

HORARIO TEORÍA: K: 19:00 a 21:50

HORARIO LABORATORIO: J: 19:00 a 21:00 (Laboratorio)

HORARIO DE CONSULTA: J: 13:00 a 15:00, con previa cita, con previa cita

GRUPO: 003

CRÉDITOS: 03

HORARIO TEORÍA: K: 16:00 a 19:00

HORARIO LABORATORIO: J: 19:00 a 21:00 (Laboratorio)

HORARIO DE CONSULTA: J: 13:00 a 15:00, con previa cita, con previa cita

Sede Interuniversitaria de Alajuela:

GRUPO: 001

CRÉDITOS: 03

HORARIO TEORÍA: M: 10:00 a 13:00

HORARIO LABORATORIO: M: 14:00 a 16:00

HORARIO DE CONSULTA: M: 08:00 a 10:00, con previa cita

Sede de Occidente:

GRUPO: 001

CRÉDITOS: 03

HORARIO TEORÍA: S: 7:00 a 10:00

HORARIO LABORATORIO: S: 10:00 a 12:00

HORARIO DE CONSULTA: J: 18:00 a 20:00, con previa cita

REQUISITOS: II-0602 Diseño de experimentos

CORREQUISITOS: No tiene

MODALIDAD: alta virtualidad





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, 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: 16 de agosto al 20 de agosto.

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

Tema: asincrónica: Conceptos y definiciones básicos de metrología. Sistema Internacional de Unidades (SI).

SEMANA 2: 23 de agosto al 27 de agosto.

Clase sincrónica: Dudas de conceptos y definiciones de metrología y el SI. Introducción al cálculo de incertidumbre de la medición. Cálculo de la incertidumbre de medida. Entrega de los integrantes para los grupos de trabajo.

SEMANA 3: 30 de agosto al 03 de setiembre.

Clase sincrónica: Cálculo de la incertidumbre de medida según la GUM.

SEMANA 4: 06 de setiembre al 10 de setiembre.

Clase sincrónica: Instrumentos de medición y métodos de calibración (Dimensional). Práctica I Laboratorio (Incertidumbre).

SEMANA 5: 13 de setiembre al 17 de setiembre.

Clase sincrónica: Instrumentos de medición y métodos de calibración (Masa). Práctica II Laboratorio (Dimensional). Entrega Avance del Proyecto, máximo 3 páginas.





SEMANA 6: 20 de setiembre al 24 de setiembre.

Clase sincrónica: Instrumentos de medición y métodos de calibración (Temperatura). Práctica III Laboratorio (Masa).

SEMANA 7: 27 de setiembre al 01 de octubre.

Clase sincrónica: Instrumentos de medición y métodos de calibración (Volumen). Práctica IV Laboratorio (Temperatura).

SEMANA 8: 04 de octubre al 08 de octubre.

Clase sincrónica: Introducción a la normalización. Aspectos generales. Práctica V laboratorio (Volumen).

SEMANA 9: 11 de octubre al 15 de octubre. **Semana de desconexión**

SEMANA 10: 18 de octubre al 22 de octubre.

Examen Colegiado. **Jueves 21 de octubre**

SEMANA 11: 25 de octubre al 29 de octubre.

Clase sincrónica: Normalización internacional, regional, nacional y empresarial. Laboratorio de Normalización. Presentación sobre avance del Proyecto.

SEMANA 12: 01 de noviembre al 05 de noviembre

Clase asincrónica: La norma INTE-ISO 10012:2003 y la INTE/ISO/IEC 17025:2017. Laboratorio Normalización.

SEMANA 13: 08 de noviembre al 12 de noviembre

Clase sincrónica: La norma INTE/ISO/IEC 17025. Laboratorio de Normalización.

SEMANA 14: 15 de noviembre al 19 de noviembre.

Clase sincrónica: Normalización y Legislación y Normalización Empresarial.

SEMANA 15: 22 de noviembre al 26 de noviembre.

II Examen Colegiado. **Jueves 25 de noviembre**

SEMANA 16: 29 de noviembre al 03 de diciembre.

Entrega y presentación de trabajo final. Presentación sincrónica

SEMANA 17-18: 06 de diciembre al 17 de diciembre.

Examen de ampliación.





DOCENTE

Sede Rodrigo Facio:

Nombre: Dr. Ing. Álvaro Guillén Mora

Teléfono: 2511 6685

Correo electrónico: alvaro.guillen@ucr.ac.cr

Perfil profesional y académico de la profesora

Costarricense, Doctor en Ingeniería y Master en Ingeniería Industrial de la Universidad Helmut Schmitt, Hamburgo, Alemania. Consultor especialista en Gestión de la Calidad. Posee una amplia experiencia en el desarrollo e implementación de Sistemas de Calidad en empresas costarricenses de diferentes sectores industriales. Auditor para la Certificación de Sistemas de Gestión de Calidad. Profesor Asociado de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad de Costa Rica. Ex coordinador de la Carrera de Ingeniería Industrial de la Sede Interuniversitaria de Alajuela. Profesor de los cursos de Metrología, Normalización, Aseguramiento de la Calidad, Gestión Moderna de la Calidad, Probabilidad y Estadística, Ingeniería de Métodos y Medición del Trabajo. Ha participado como expositor en diferentes conferencias y seminarios con los temas de metrología, normalización, pruebas y gestión de la calidad a nivel nacional e internacional.

Laboratorios grupos 001 y 003

Nombre: Ing. Natalia Montero Rambla

Teléfono: 2511 6704

Correo electrónico: Natalia.monterorambla@ucr.ac.cr

Perfil profesional y académico del profesor: Costarricense, Ingeniera Química, egresada de la Maestría en Ingeniería Química con énfasis en ingeniería ambiental de la Universidad de Costa Rica. Más de 5 años de experiencia como docente e investigadora en la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de Costa Rica, se desempeña como tutora e investigadora en la Universidad Estatal a Distancia, miembro del Comité Técnico Nacional de Biocombustibles Sólidos CTN 41 SC 03, INTECO, participación en la elaboración de normativa técnica INTE en materia de biocombustibles sólidos. Profesora de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad de Costa Rica

Sede Rodrigo Facio (GRUPO 001) Y Sede Interuniversitaria de Alajuela:

Nombre: Ing. Johanna Méndez Arias

Teléfono: 2511 6704

Correo electrónico: johanna.mendezarias@ucr.ac.cr

Perfil profesional y académico del profesor:

Costarricense, Ingeniera Química, con maestría en Metrología y Calidad del Instituto Nacional de Metrología, Qualidade e Tecnologia, Inmetro, Brasil y con doctorado en Tecnología de Procesos Químicos y Bioquímicos de la Universidad Federal de Rio de Janeiro, UFRJ, Brasil. Posee experiencia de más de 10 años 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 procesos y en energías renovables. Profesora de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad de Costa Rica e Investigadora del Instituto de Investigaciones en Ingeniería, INII.

Sede de Occidente:

Nombre: Ing. Javier Robles Cordero

Teléfono: 8323 1008

Correo electrónico: Javier.robles@ucr.ac.cr; javiroblesco@gmail.com





Perfil profesional y académico de la profesora:

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 y formación en lean black belt. Fue Representante del sector público en el Comité Asesor de Laboratorio del Ente Costarricense de Acreditación desde el 2014 hasta el 2019. 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 al 2019. Gestor de Calidad del Laboratorio Metrológico de Variables Eléctricas del ICE (Laboratorio Nacional designado en tiempo, frecuencia y electricidad) desde el 2017 al 2020. Encargado de la Unidad de Laboratorios Químicos del Negocio de Generación desde febrero de 2019 a la fecha.

METODOLOGÍA DE LA ENSEÑANZA/APRENDIZAJE

Plataforma: mediación virtual.

- Clases sincrónicas de los diferentes temas mediante zoom. Se asignarán desde el principio del curso los temas que serán presentados y discutidos por el profesor y los temas que se estudiarán de forma asincrónica.
- Asignaciones: El profesor puede durante el curso pedir asignaciones relacionadas con el curso, que serán subidas a la plataforma de mediación virtual en el día y horario indicado por el profesor.
- Quices: Se realizarán durante las sesiones y están anunciados desde el primer día de clase.
- Laboratorio: El curso tendrá videos de los procesos de calibración y clases sincrónicas donde serán presentados el juego de datos y la guía de las diferentes magnitudes. Datos que serán posteriormente utilizados por los estudiantes para elaborar el informe respectivo.
- 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. 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, informes, ejercicios, etc.) deben hacerse en las fechas establecidas por el profesor. No se aceptarán entregas tardías.

Dos ausencias a prácticas de laboratorio, causan la pérdida del curso. Las llegadas tardías se contabilizan como media ausencia.

Cuando se requiera por causa justificada, usted podrá reponer solamente una de las prácticas de laboratorio. Debe presentar por escrito la solicitud de reposición, aportando la documentación que justifique la ausencia.

EVALUACIÓN

Examen I:	35 %
Examen II:	15 %
Quices/asignaciones:	10 %
Proyecto:	25 %
Laboratorio:	15 %

OTRA INFORMACIÓN IMPORTANTE

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, se recibe como máximo, hasta 5 minutos después de la hora fijada. Pero se considera entrega tardía. 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.
- 1) Entrega completa: No se admitirán proyectos incompletos bajo ninguna circunstancia.
- 2) Los estudiantes deben corroborar que el profesor o asistente reciban el proyecto y lo pueden leer. De no recibirse el documento o no poder abrirse el archivo, se tomara como trabajo no entregado.
- 3) La no entrega de alguna de las partes o la no asistencia a la presentación final del proyecto significa pérdida del curso.

Entrega de los exámenes y asignaciones

Condiciones de entrega:

- 2) Absolutamente puntual, se recibe como máximo, hasta 5 minutos después de la hora fijada. Pero se considera entrega tardía. Posterior a este rango de tiempo, no se aceptarán entregas a menos que sea por causa certificada de accidente, enfermedad o fallecimiento de familiar cercano.
- 3) Los estudiantes deben corroborar que el profesor o asistente reciban el examen o asignación y lo pueden leer. De no recibirse el documento o no poder abrirse el archivo, se tomara como trabajo no entregado.

Normas de trabajo para el curso

(para ser aplicado a todos los trabajos, asignaciones, informes, etc)

- 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.
- Deben venir con la numeración en cada página (no incluye portadas, tablas de contenido, índices). 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 la referencia.
- 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 respeto 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.
- Durante las presentaciones de los trabajos se evalúa la participación de los compañeros en las presentaciones de los otros grupos.
- 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.

Criterios 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:

Material del curso

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.2017

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

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





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

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

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

EURAMET, Metrología Abreviada, 2008, segunda edición.

