

# CONSEJO NACIONAL DE RECTORES

Oficina de Planificación de la Educación Superior

DICTAMEN SOBRE LA CREACIÓN DE LA MAESTRÍA EN METROLOGÍA  
Y CALIDAD, CON ÉNFASIS EN ASEGURAMIENTO METROLÓGICO Y  
ÉNFASIS EN SISTEMAS INTEGRADOS DE GESTIÓN DE LA  
UNIVERSIDAD NACIONAL



TEC



Licda. Ana Yanci Alfaro Ramírez  
División Académica



*OPES ; no 18-2016*

# CONSEJO NACIONAL DE RECTORES

Oficina de Planificación de la Educación Superior

## DICTAMEN SOBRE LA CREACIÓN DE LA MAESTRÍA EN METROLOGÍA Y CALIDAD, CON ÉNFASIS EN ASEGURAMIENTO METROLÓGICO Y ÉNFASIS EN SISTEMAS INTEGRADOS DE GESTIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL



Licda. Ana Yanci Alfaro Ramírez  
División Académica

*OPES ; no 18-2016*

378.728.6  
AL385d

Alfaro Ramírez, Ana Yanci

Dictamen sobre la propuesta de creación de la maestría en metrología y calidad, con énfasis en aseguramiento metrológico y énfasis en sistemas integrados de gestión de la Universidad Nacional / Ana Yanci Alfaro Ramírez. -- San José, C.R. : CONARE - OPES, 2016.

53 p. ; 28 cm. -- (OPES ; no. 18-2016).

ISBN 978-9977-77-185-4

1. METROLOGÍA. 2. CALIDAD. 3. SISTEMAS INTEGRADOS DE GESTIÓN. 4. OFERTA ACADÉMICA. 5. MAESTRÍA UNIVERSITARIA. 6. EDUCACIÓN SUPERIOR. 7. UNIVERSIDAD NACIONAL. I. Título. II. Serie.

EBV



## PRESENTACIÓN

El presente estudio (OPES-18/2016) es el dictamen sobre la propuesta de creación de la Maestría en Metrología y Calidad, con énfasis en Aseguramiento Metrológico y énfasis en Sistemas Integrados de Gestión de la Universidad Nacional (UNA)

El dictamen fue realizado por Ana Yanci Alfaro Ramírez Investigadora de la División Académica de la Oficina de Planificación de la Educación Superior (OPES), con base en el documento *Plan de Estudios Maestría en Metrología y Calidad*, elaborado por Ligia Bermúdez Hidalgo Manfred Murrell Blanco y Karla Vetrani Chavarría académicos del Programa de Estudios en Calidad, Ambiente y Metrología (PROCAME), adscrito a la Escuela de Ciencias Ambientales de la UNA con la asesoría de María Agustina Cedeño Suárez del Programa de Diseño y Gestión Curricular de la UNA. La revisión del documento estuvo a cargo de Fabio Hernández Díaz, Jefe de la División Académica.

El presente dictamen fue aprobado por el Consejo Nacional de Rectores en la sesión 20-16, artículo 5, celebrada el 5 de julio de 2016.



Eduardo Sibaja Arias  
Director de OPES

**DICTAMEN SOBRE LA CREACIÓN DE LA MAESTRÍA EN METROLOGÍA Y CALIDAD, CON ÉNFASIS EN ASEGURAMIENTO METROLÓGICO Y ÉNFASIS EN SISTEMAS INTEGRADOS DE GESTIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL**

*Índice*

	Página
1. Introducción	1
2. Datos generales	2
3. Justificación	2
4. Desarrollo académico en el campo de la Maestría propuesta	5
5. Propósitos del posgrado	10
6. Perfil académico-profesional	11
7. Requisitos de ingreso	14
8. Requisitos de graduación	15
9. Listado de las actividades académicas del posgrado	16
10. Descripción de los cursos de las actividades académicas del posgrado	16
11. Correspondencia del equipo docente con las actividades académicas	16
12. Autorización de la unidad académica para impartir posgrados	16
13. Conclusiones	17
14. Recomendaciones	17
Anexo A1: Plan de estudios de la Maestría en Metrología y Calidad de la Universidad Nacional	18
Anexo A2: Plan de estudios de la Maestría en Metrología y Calidad con énfasis en Sistemas Integrados de Gestión de la Universidad Nacional	20
Anexo B: Programas de los cursos de la Maestría en Metrología y Calidad de la Universidad Nacional	22
Anexo C: Profesores de los cursos de la Maestría en Metrología y Calidad de la Universidad Nacional	48
Anexo D: : Profesores de los cursos de la Maestría en Metrología y Calidad de la Universidad Nacional y sus grados académicos	50

## 1. Introducción

La solicitud para impartir la *Maestría en Metrología y Calidad, con énfasis en Aseguramiento Metrológico y énfasis en Sistemas Integrados de Gestión* de la Universidad Nacional (UNA) fue solicitada al Consejo Nacional de Rectores por el señor Rector de la UNA, Dr. Alberto Salom Echeverría, en nota UNA-R-OFIC-955-2016, del 15 de abril de 2016, con el objeto de iniciar los procedimientos establecidos en el documento *Lineamientos para la creación de nuevas carreras o la modificación de carreras ya existentes*<sup>1</sup>.

Cuando se proponen posgrados nuevos, como es este caso, se utiliza lo establecido en los Lineamientos mencionados, los cuales señalan los siguientes temas, que serán la base del estudio realizado por la OPES para autorizar los programas de posgrado propuestos:

- Datos generales.
- Justificación del posgrado.
- El desarrollo académico en el campo de estudios en que se enmarca el posgrado.
- Propósitos del posgrado.
- Perfil académico-profesional.
- Requisitos de ingreso y de permanencia.
- Requisitos de graduación.
- Listado de las actividades académicas del posgrado.
- Descripción de las actividades académicas del posgrado.
- Correspondencia del equipo docente con las actividades académicas.
- Autorización para impartir posgrados.

A continuación, se analizarán cada uno de estos aspectos.

## 2. Datos generales

La unidad académica base de la *Maestría en Metrología y Calidad*, de la Universidad Nacional, es la Escuela de Ciencias Ambientales (EDECA) de la Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar (FCTM). La maestría será de la modalidad profesional. La duración total de la maestría será de cinco trimestres de doce semanas cada uno y se ofrecerán tres trimestres al año. Se abrirá la matrícula para 5 promociones.

Se impartirán dos énfasis, a saber: *Aseguramiento Metrológico y en Sistemas Integrados de Gestión*

Se otorgarán los títulos en:

- Maestría en Metrología y Calidad *con énfasis en Aseguramiento Metrológico*
- Maestría en Metrología y Calidad *con énfasis en Sistemas Integrados de Gestión*

## 3. Justificación

Sobre la justificación, la Universidad Nacional envió la siguiente información<sup>2</sup>:

La metrología es la ciencia e ingeniería de las mediciones, incluyendo el estudio, mantenimiento y aplicación del sistema de pesas y medidas. Su objetivo fundamental es la obtención y expresión del valor de las magnitudes, garantizando la trazabilidad de los procesos y la consecución de la exactitud requerida en cada proceso; empleando para ello instrumentos métodos y medios apropiados. En el tema ambiental tiene importancia, ya que un adecuado control en la producción, asegura que exista una disminución en la generación de residuos, y se cerciora transparencia de las transacciones comerciales, la salud y la seguridad de los ciudadanos.

En la actualidad, la importancia global de la metrología gira alrededor de tres aspectos fundamentales: la definición de unidades de medida internacionalmente aceptadas, la determinación de las unidades de medida por métodos científicos, el establecimiento de cadenas de trazabilidad, determinando y documentando el valor y exactitud de una medición y esparciendo dicho conocimiento en los diferentes campos del desarrollo comercial, social, ambiental y tecnológico. Por ejemplo, tanto empresarios como consumidores necesitan saber con suficiente exactitud cuál es el contenido exacto de un determinado producto. En este sentido, las empresas deben contar con instrumentos de medición adecuados (balanzas, termómetros, reglas, pesas, etc.), para obtener medidas confiables y garantizar la calidad en el proceso de fabricación

de un producto y por ende, la satisfacción de sus clientes potenciales y demás partes interesadas.

El sistema de calidad debe estar soportado por un gran número de partes interesadas para el desarrollo económico, social y científico, los actores claves de este sistema son el gobierno con sus agencias regulatorias, las micro, pequeñas, medianas y grandes empresas productoras de bienes, el comercio, los servicios, los laboratorios de ensayo y de calibración, los laboratorios clínicos, los consumidores y las organizaciones no gubernamentales (ONG) de protección del consumidor, las ONG de protección del ambiente, el mundo académico y las instituciones de investigación, desarrollo e innovación, entre otras.

En forma paralela, el desarrollo de políticas y estándares de calidad para comparar los resultados de las mediciones con valores límites ambientales definidos en estas normativas, ha sido el principal interés de los sistemas nacionales para la calidad y la metrología enfocados en el ambiente, en los cuales la organización (empresa o institución certificada) debe implementar y mantener uno o varios procedimientos para hacer el seguimiento y medir de forma regular las características fundamentales de sus operaciones que pueden tener un impacto significativo en el medio ambiente.

En Costa Rica, mediante la ley No. 5292 "Sistema Internacional de Unidades (SI)" promulgada en 1973, se crea la Oficina Nacional de Normas y Unidades de Medida (ONNUM) como ente independiente del Ministerio de Economía, Industria y Comercio (MEIC) y se dicta que la oficina sería el reemplazo del Comité de Normas y Asistencia Técnica Industrial, asumiendo sus funciones de ayudar al país en el desarrollo económico y social mediante la transferencia de tecnología, interrelacionando los campos básicos de la metrología, la formulación de reglamentos técnicos, gestión, verificación, control y la certificación de la calidad en la industria. Además, se decreta el reglamento del artículo 1° de la ley sobre unidades de medición, el cual se toma como sistema oficial de medidas al SI.

Esta ley fue reformada mediante la emisión de una nueva en la cual se establece el Sistema Nacional para la Calidad (Ley No. 8279, aprobada el 2 de mayo del 2002), con la que se dan una serie de cambios en relación con la forma de organización de la metrología a nivel nacional, entre las que se señalan:

- El nombre de la ONNUM se cambia por el LACOMET (Laboratorio Costarricense de Metrología) y éste se convierte en el laboratorio nacional de referencia, con la potestad de reconocer a otros laboratorios como laboratorios secundarios y/o unidades de verificación.
- Se permite al LACOMET financiarse mediante la venta de servicios, cuyos fondos se utilizarán para su mejoramiento, y la posibilidad de asignar presupuesto estatal para sus actividades.



El LACOMET tiene como objetivo primordial ayudar al país en su desarrollo metrológico y como parte de la ley de su creación se le asignaron las siguientes funciones:

- Actuar como organismo técnico y coordinar con otros organismos científicos y técnicos, públicos y privados, nacionales e internacionales en el campo de la metrología.
- Difundir y fundamentar la metrología nacional y promover el establecimiento de una estructura metrológica nacional.
- Promover el uso, la calibración, la verificación y el ajuste de los instrumentos de medición, así como la trazabilidad de patrones del SI y garantizar la trazabilidad de los instrumentos.
- Regular y vigilar las características de los instrumentos de medición empleados en las transacciones comerciales nacionales y la verificación del cumplimiento de los reglamentos.
- Participar en instancias internacionales de metrología, en particular la BIPM y la Organización Internacional de Metrología Legal.

La demanda de un programa de maestría ha ido en aumento con la creación de legislación que faculta y define las funciones de la metrología ambiental y la calidad en las instituciones públicas y privadas del país, además de la inclusión del tema ambiental en las políticas de desarrollo y la rigurosidad de los mercados y el sector productivo. Desde esa óptica, los profesionales que cursen la Maestría en Metrología y Calidad estarán en la capacidad de aplicar la reglamentación vigente en materia de metrología y calidad, y a su vez podrán implementar dentro de sus organizaciones los objetivos del SNC, aspecto que se encuentra en proceso de regulación a nivel nacional.

El objeto de estudio del programa de maestría gira en torno a los problemas relacionados con las diferentes ramas de las mediciones de variables correspondientes al Sistema Internacional de Unidades de Medidas y su impacto en la calidad y el ambiente, buscando el cumplimiento de las especificaciones y procedimientos normalizados de acuerdo con las necesidades actuales a nivel nacional e internacional. Dado que el objeto de estudio es complejo en su naturaleza, el abordaje se debe hacer fundamentalmente desde dos énfasis de la maestría:

- Aseguramiento metrológico: se basa en el estudio de los sistemas de administración de las mediciones para asegurar que el equipo y proceso de medición sean adecuados para su uso esperado, siendo de vital importancia la administración de riesgos por resultados de mediciones incorrectas.
- Sistemas integrados de gestión: se basa en el desarrollo de sistemas relacionados con todos los aspectos de la organización, desde el aseguramiento de la calidad del producto e incremento de la satisfacción del cliente, pasando por el mantenimiento de las operaciones dentro de un esquema de prevención de la contaminación y el control de los riesgos de salud y seguridad ocupacional.

#### 4. Desarrollo académico en el campo de la Maestría propuesta

La Universidad Nacional envió la siguiente información sobre el desarrollo académico de la unidad base en el campo de la Maestría propuesta:

El principal reto de las instituciones de educación superior, es contextualizar su misión a la sociedad del siglo XXI y por defecto a los desafíos en temas como: calidad universitaria, pertinencia de la oferta académica, currículos flexibles, gestión y planificación académica administrativa, retos de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, generación de ciencia y tecnología, relación universidad-sector privado, cambio climático, equidad de género y la diversidad cultural, entre otros.

En este marco de acción y con el fin de potenciar los conocimientos y la aplicación de las tendencias a escala internacional, en el campo de la normalización, metrología, calidad y ambiente, es que se firma en el año 2004 un convenio específico de cooperación<sup>1</sup> entre la Escuela de Ciencias Ambientales y la Oficina Nacional de Normalización del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente de Cuba.

Con lo anterior, la Universidad Nacional incursiona en el campo metrológico como la primer institución de educación superior costarricense en potenciar la metrología como una disciplina académica para el desarrollo de proyectos e investigaciones capaces de aportar soluciones técnicas-ingenieriles a problemas relacionados con la calidad de los procesos y las mediciones, mediante la investigación y la aplicación innovadora de tecnologías, prácticas y servicios enfocados en la calidad de vida de sus usuarios.

Además, de formar personal académico clave a través del Programa de Estudios en Calidad, Ambiente y Metrología (PROCAME), dirigido al fomento y desarrollo de una cultura ambiental metrológica y de calidad en Costa Rica, en cooperación con otras entidades del mismo sector, brindando servicios confiables a instituciones y a empresas públicas y privadas.

El personal del PROCAME está capacitado, entrenado y posee amplia experiencia práctica para realizar servicios de forma integral en consultoría en metrología (sistemas de confirmación metrológica basados en la norma INTE-ISO 10012), calibración de instrumentos de medición utilizando patrones trazables hasta los patrones internacionales, elaboración de procedimientos de calibración, cálculos de incertidumbre de las mediciones, consultoría según normas INTE-ISO 9000 y en acreditación de laboratorios de calibración y ensayo de acuerdo con los requisitos de INTE-ISO/IEC 17025, órganos de inspección bajo la norma INTE-ISO 17020, consultoría en INTE-ISO 14000, capacitación general y específica en metrología, gestión de la calidad, normalización y gestión ambiental. Igualmente están en capacidad de realizar trabajos específicos relacionados con el control estadístico de la

---

<sup>1</sup> Con el acuerdo se promueve la cultura por la calidad, facilitando el trabajo de las organizaciones del país y promoviendo el intercambio de experiencias para enfrentar las barreras técnicas al comercio internacional.

calidad, costos de la calidad, programas de mejora continua y otros temas que resulten de interés para la empresa.

Para desarrollar su trabajo, PROCAME utiliza la documentación técnica internacional más actualizada de los organismos anteriormente relacionados y trabaja en caso de ser necesario en alianza estratégica con importantes firmas consultoras y auditoras tanto nacionales como internacionales. Los diferentes servicios que PROCAME está en capacidad de brindar son: capacitación; consultoría (en la Elaboración e Implantación de los Sistemas de la Calidad, Confirmación Metrológica y Gestión Ambiental basados en las INTE-ISO 9000, INTE-ISO 10012 y INTE-ISO14000) y calibración de instrumentos de medición.

La UNA ha definido una serie de ejes orientadores de la planificación estratégica, entre los cuales se puede mencionar la pertinencia y la calidad, que a su vez se pone de manifiesto mediante la diversificación e innovación de su oferta académica, la articulación del quehacer académico (inter, multi y transdisciplinar), el fortalecimiento de los programas de posgrado, la calidad de los resultados y la productividad e internacionalización del quehacer académico mediante una oferta diferenciadora.

Históricamente, la Escuela de Ciencias Ambientales (EDECA) fue una de las primeras unidades académicas creada con la misión de contribuir con la sociedad costarricense y de otras naciones, especialmente centroamericanas, a forjar un desarrollo humano con mejores relaciones entre el ambiente y la sociedad, mediante la formación de profesionales competitivos y con una visión holística, en los campos de las ciencias forestales, educación ambiental y gestión del ambiente (FCTM, 2014). En este sentido, a partir de la década de los 90's, mediante convenio con el Ministerio de Salud oferta un programa de estudios para la profesionalización de sus funcionarios en temas relacionados con la gestión ambiental y se genera una carrera universitaria con ese nombre.

Actualmente, la EDECA ofrece la carrera de Ingeniería en Ciencias Forestales, acreditada por el Sistema Nacional de Acreditación de la Educación Superior (SINAES) desde el año 2009, reconociendo la calidad y pertinencia de esta oferta académica, para lo cual se ha establecido en la unidad académica un sistema de gestión de la calidad que asegura el cumplimiento de una serie de criterios de calidad universitaria establecidos por esa agencia acreditadora.

En el año 2011, esta escuela crea una nueva carrera denominada Bachillerato y Licenciatura en Ingeniería en Gestión Ambiental, cuyo objeto de estudio son los problemas de contaminación ambiental, teniendo en cuenta las dimensiones ecológicas, sociales, económicas y tecnológicas, también el diagnóstico y la evaluación de los impactos sobre la calidad del agua, del aire, residuos, suelos, ruido y que afectan al ser humano y las otras especies del planeta. Al respecto, las áreas estratégicas que la EDECA desarrolla son el manejo y comercio bienes y servicios ambientales, el recurso hídrico y calidad ambiental.

En cuanto al Programa de Maestría en Metrología y Calidad con énfasis en Aseguramiento Metroológico y énfasis en Sistemas Integrados de Gestión, este surge como una propuesta académica a nivel de posgrado basada en la experiencia desarrollada, durante los últimos ocho años, por académicos del PROCAME y de sus programas y proyectos dirigidos al fomento y desarrollo de una cultura ambiental, metroológica y de calidad en Costa Rica.

El Programa de Estudios en Calidad, Ambiente y Metrología se creó en el año 2004 con el propósito de desarrollar actividades de investigación, capacitación (docencia y extensión), asesorías, consultorías y servicios de apoyo en los campos de la metrología, normalización, la calidad y la gestión ambiental, para apoyar el desarrollo tecnológico del país en esos campos. Se conforma de tres proyectos:

- Educación Continua: esta actividad permite a las empresas nacionales, instituciones públicas y universidades contar con un servicio de capacitación para optar por una certificación o acreditación en las normas ISO 9000, ISO 14000, ISO 17025 e INTE 18000, entre otras. Precisamente la alta demanda de los cursos, establecen los criterios para desarrollar esta propuesta de maestría, orientada a la formación de profesionales capaces de enfrentar los retos de las tendencias comerciales internacionales y colaborar con la mejora continua de los sistemas de calidad y metrología de las empresas y laboratorios que operan en el país.
- Laboratorio de Metrología (LabMet): brinda servicios en la calibración de instrumentos de medición y patrones de trabajo a nivel externo, permitiendo a las empresas nacionales contar con un servicio de calibración de los equipos, con miras a aumentar su productividad y competitividad. Este laboratorio se compone a su vez del Laboratorio de Masa y Balanzas, el cual se encuentra acreditado desde el 11 de agosto del 2011 bajo la norma ISO 17025:2005, para las pruebas de calibración de balanzas, hasta una tonelada.
- Laboratorio de Investigaciones en Salud Ocupacional: este laboratorio tiene como objetivo desarrollar las competencias individuales, colectivas y técnicas requeridas en la dinámica laboral, actual y futura, generando oportunidades de formación que promuevan condiciones favorecedoras del cambio institucional.
- En forma adicional, para las carreras que se imparten en la EDECA, el personal del PROCAME imparte cursos como:
  - Formulación y evaluación de proyectos
  - Análisis de procesos ecoeficientes
  - Sistemas de gestión de la calidad y ambiente
  - Dibujo e interpretación de planos

- Auditorías ambientales (optativo)
- Metrología ambiental (optativo)
- Métodos y mediciones de las condiciones del trabajo

La Escuela de Ciencias Ambientales (EDECA) en un entorno de globalización se propone formar profesionales capaces de actuar con eficiencia y eficacia en el campo de la metrología ambiental y la calidad, para lo cual se procura que dicho profesional reciba una adecuada formación teórica, metodológica y técnica que le permita desarrollar su capacidad para el trabajo en equipo contribuyendo con el fortalecimiento de las capacidades organizacionales y la toma de decisiones en el corto, mediano y largo plazo. En consecuencia, la propuesta de Maestría se nutre de los casi 40 años de experiencia en docencia, investigación y extensión de esta unidad académica como se indica en la justificación de la propuesta del plan de estudio.

Los proyectos y programas de extensión, investigación y docencia que han sido desarrollados por PROCAME - EDECA, han contribuido con actividades innovadoras en los procesos de enseñanza aprendizaje que fundamentan los principios de la maestría que se propone, generadas a partir de los proyectos de extensión, investigación aplicada y docencia del PROCAME. EDECA. UNA. A la fecha se cuenta con un total de 20 proyectos.

Para la implementación de un programa de maestría en un tema tan especializado como es el campo de la metrología ambiental y la calidad, se hace necesario contar con alianzas estratégicas a nivel institucional (tanto a nivel público como privado) con personal competente y la infraestructura necesaria para la ejecución de actividades prácticas requeridas que complementan la formación profesional para el desarrollo de competencias y destrezas de los estudiantes del programa. Por lo tanto, y como parte de los esfuerzos realizados en la consolidación de este proyecto, a lo interno del PROCAME se han establecido los siguientes contactos/convenios con organismos como:

- Laboratorio Costarricense de Metrología (LACOMET): es un órgano de desconcentración máxima, con personalidad jurídica instrumental para el desempeño de sus funciones, adscrito al Ministerio de Economía, Industria y Comercio que se rige por las normas nacionales e internacionales aplicables con el objetivo de garantizar la trazabilidad de las mediciones que se ejecutan en el país acorde con lo establecido por el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El LACOMET tiene como compromiso el desarrollar y mantener la mejora continua de la metrología nacional; brindando servicios metrológicos como laboratorio nacional de referencia y de ensayo de calidad a sus clientes, acorde con la Ley 8279; soportados con un sistema de gestión de calidad conforme a los requisitos INTE-ISO/IEC 17025:2005 (LACOMET 2011). Por medio de este

laboratorio nacional se ven fortalecidos los cursos del eje de metrología ambiental relacionados con:

- Mecánica de cuerpos (dimensional, fuerza, masa, acústica y vibraciones).
- Metrología físico-química (física, orgánica, inorgánica).
- Refinadora Costarricense de Petróleo (RECOPE): tiene como visión ser un pilar de la competitividad de Costa Rica, cuya política empresarial es “orientar la actividad empresarial hacia el aseguramiento continuo de la calidad y el servicio al cliente”, lo anterior lo fundamenta la gestión que realizan en cuatro áreas básicas:
  - Normalización: que se basa en la estandarización de los procesos.
  - Calidad: aspectos relacionados con la cultura y comportamiento organizacional, además, factores de soporte del sistema de calidad, tales como la Contraloría de Servicios.
  - Metrología: se refiere a la confiabilidad de los sistemas de medición utilizados en el Empresa.
  - Pruebas: se ocupa de los métodos de comprobación del cumplimiento de las especificaciones normadas de los productos que comercializa la empresa.

Debido a lo anterior, se destaca que la organización está capacitada, entrenada y posee amplia experiencia práctica para realizar servicios de forma integral en el campo de la metrología mediante el Laboratorio Nacional de Metrología de Grandes Masas y Volumen, el cual fue inaugurado el 11 de junio de 2003, logrando de esta forma que Costa Rica cuente con una cadena de trazabilidad de las mediciones en grandes masas y volumen al Sistema Internacional de Unidades mediante un convenio firmado con el Laboratorio Costarricense de Metrología (LACOMET), además cuenta con el Laboratorio Metrológico empresarial en donde como parte de su alcance atiende equipos de medición en las magnitudes de temperatura, masa de bajo alcance (balanzas), densidad, presión y tiempo (RECOPE 2012).

Ambos laboratorios basan su actividad en los lineamientos de las normas guías ISO 17025 e ISO 10012, contribuyendo a que RECOPE y la industria dispongan en forma oportuna de equipo calibrado para la determinación de las características físico-químicas tanto de las materias primas, como las de los productos correspondientes a las especificaciones establecidas por ley. Por medio de este laboratorio se ven fortalecidos los cursos del eje de metrología ambiental relacionados con:

- Termofísica de fluidos (temperatura, humedad, presión y flujo).
- Instituto Costarricense de Electricidad (ICE): es una organización estatal creada el 8 de abril de 1949, comprometida con el desarrollo del país, líder en la cobertura de servicios para los mercados de la industria eléctrica, telecomunicaciones e información, por lo que busca brindar soluciones integrales e innovadoras generando acciones que contribuyen al mejoramiento de la calidad de vida de los clientes, la sostenibilidad del ambiente y el fortalecimiento de la industria (ICE 2012), debido a esto el ICE desarrolló el Laboratorio Metrológico de Variables Eléctricas.

Este laboratorio tiene la responsabilidad de mantener los patrones primarios de las magnitudes físicas fundamentales, vinculadas con la energía eléctrica con trazabilidad al Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI), dando con estos patrones trazabilidad a las mediciones que contribuyen a lograr los niveles de calidad internacional en los servicios que brinda el ICE.

Desde el año 2006 el Laboratorio cuenta con certificado de acreditación de calibraciones No. LC-036, ya que el mismo ha cumplido con el procedimiento de evaluación y acreditación y los requisitos correspondientes conforme con la Norma INTEC-ISO/IEC 17025:2000 (ICE 2012). Por medio de este laboratorio se ven fortalecidos los cursos del eje de metrología ambiental relacionados con:

- Electromagnetismo (mediciones eléctricas, potencia, energía, tiempo, frecuencia y magnetismo).
- Radiación Ionizante (radioactividad).

## 5. Propósitos del posgrado

Objetivos generales:

- Favorecer el desarrollo de procesos educativos, desde una perspectiva inter y multidisciplinaria, capaces de generar condiciones para la investigación de necesidades y demandas institucionales y sociales específicas de la metrología ambiental y la calidad a nivel nacional e internacional.
- Formar profesionales con una base sólida en Metrología y Calidad, bajo un enfoque integral, donde se contemple el entendimiento de las condiciones del entorno para la selección de soluciones viables a los problemas ambientales relacionados con la producción de bienes y la prestación de servicios.
- Establecer vínculos con instituciones nacionales e internacionales afines al objeto de estudio, de modo que las experiencias adquiridas por estas instituciones enriquezcan el proceso de enseñanza-aprendizaje en esta maestría.

## Objetivos específicos

### Énfasis en Aseguramiento Metrológico

- Formar el recurso humano con capacidad para crear y diseñar procesos de producción tradicional y limpia, que permitan resolver necesidades sociales donde se involucre el tema ambiental y metrológico.
- Incentivar la investigación y la experimentación en la formación profesional, para lograr el entendimiento de procesos que conllevan a la producción de bienes y servicios, y la posibilidad de adaptarse a cambios organizativos y tecnológicos.
- Promover el desarrollo de competencias para gestionar proyectos que faciliten la toma de decisiones y la investigación de sistemas que mejoren los procesos productivos y las mediciones.

### Énfasis en Sistemas Integrados de Gestión

- Formar un recurso humano capaz de gestionar proyectos de investigación en su área de trabajo, reconociendo las diferentes dimensiones socio-ambientales que intervienen en la viabilidad de los proyectos, la administración de calidad y el control ambiental.
- Promover en la formación profesional competencias para desarrollar estrategias tendientes a fortalecer el quehacer de las organizaciones, productores y comunidades, que aseguren la calidad del producto, el incremento de la satisfacción del cliente, y su mejora.

## 6. Perfil académico-profesional

La persona graduada de la Maestría en Metrología y Calidad con énfasis en *Aseguramiento Metrológico* y con énfasis en *Sistemas de Integrados de Gestión* cuenta con bases sólidas para brindar alternativas viables que permitan optimizar los procesos productivos e iniciativas de desarrollo. Su formación académica tiene un enfoque investigativo que busca evitar y reducir la generación de impactos mediante estrategias de control y optimización de recursos metrológicos y ambientales; así mismo, está capacitado para interpretar, analizar estudios técnicos e implementar tecnologías para la corrección de problemas.

### **Perfil académico-profesional del énfasis en Aseguramiento Metrológico**

#### **Saber conceptual:**

- Comprenderá los hechos relacionados con las ciencias exactas y naturales vinculados con el comportamiento social de la organización a la que pertenece.



- Interpretará los planos, gráficos y tendencias de las mediciones con el fin de tomar decisiones objetivas con base en los datos disponibles.
- Usará de forma apropiada teorías, procedimientos y herramientas de administración para proyectos e iniciativas relacionadas con la metrología ambiental y la calidad.
- Determinará los principales aspectos de la problemática de la interacción entre el sector público, las organizaciones locales y organismos no gubernamentales en torno a experiencias de desarrollo en el área de estudio a nivel nacional en asuntos de la metrología ambiental y de calidad.
- Identificará el instrumental teórico metodológico de los diferentes enfoques para la formulación y gestión participativa de proyectos de Metrología y Calidad.
- Identificará los nuevos enfoques de la economía mundial, el mercadeo, las finanzas, las inversiones internacionales y su aplicación en el campo metrológico.
- Pensará reflexiva y coherentemente con un conjunto de definiciones, axiomas y reglas.
- Comprenderá la lógica de los sistemas y procesos de diferentes organizaciones con un enfoque metrológico y de calidad.
- Entenderá los procesos legales que interfieren en la solución de diversos problemas metrológicos y ambientales e identificación de las instancias gubernamentales relacionadas y sus funciones.

- 

### **Saber procedimental:**

- Desarrollará habilidades de investigación en temas de actualidad relacionados con estadística y comportamiento de organizaciones.
- Incrementará la terminología técnica con conceptos de Metrología y Calidad.
- Utilizará correctamente los equipos de medición según procedimientos y normas internacionales adaptados al contexto de diferentes organizaciones y la realidad nacional.
- Aplicará herramientas de análisis de información estadística de las mediciones realizadas, así como de presentación de datos
- Aplicará cálculos matemáticos a los problemas relacionados con la metrología y calidad de determinados métodos o procesos.
- Interpretará los datos recolectados y determinación de acciones para hacer más eficientes y/o eficaces los procesos o métodos estudiados relacionados con la metrología ambiental.
- Analizará problemas de calidad y metrológicos en los procesos productivos y proponer alternativas, considerando aspectos administrativos, financieros, sociales y ambientales.

## **Perfil académico-profesional del énfasis en Sistemas Integrados de Gestión**

### **Saber conceptual:**

- Dominará aspectos teóricos de las diferentes disciplinas que conforman el plan de estudio, para el estudio e investigación en su área de trabajo.
- Dominará los aspectos teóricos y conceptuales de las diversas técnicas de producción empleadas en el análisis de sistemas integrados de gestión.
- Conocerá las principales tendencias y evolución de la gestión de la calidad como actividad socioeconómica, para su abordaje, desde una perspectiva multidisciplinaria e interdisciplinaria a fin de lograr el desarrollo sostenible de actividades basadas en la metrología ambiental y de calidad.
- Conocerá distintas perspectivas teóricas y metodológicas para desarrollar procesos de interacción, negociación y concertación de estrategias, recursos y voluntades entre actores institucionales y locales, para la identificación, formulación y ejecución participativa de iniciativas de desarrollo en sistemas integrados de gestión.
- Determinará estrategias para crear condiciones para la participación local a partir de las circunstancias en que las comunidades conceptualizan, organizan y expresan su realidad en torno al desarrollo y manejo de certificaciones y auditorías.

### **Saber procedimental:**

- Aplicará el análisis instrumental de gestión de proyectos profundizando en técnicas de implantación de sistemas integrados de gestión.
- Demostrará el desarrollo de habilidades para el manejo, recuperación y análisis de procesos y servicios.
- Formulará juicios a partir de una información que siendo incompleta o limitada incluya dictámenes sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- Explicará y defenderá sus ideas, conclusiones y resultados de manera clara, coherente y sin ambigüedades ante las autoridades competentes.
- Desarrollará trabajos de investigación en el ámbito de los sistemas integrados de gestión determinados por el contexto local, regional, nacional e internacional.
- Obtendrá los datos necesarios para realizar investigaciones de la realidad local, nacional e internacional en el ámbito de las certificaciones y las auditorías ambientales.
- Planificará, implementará y evaluará estudios para la acreditación o certificación de sistemas integrados de gestión.

- Aplicará técnicas que le permitan acercarse a la comunidad para participar y elaborar estudios de mejora de la calidad ambiental en la región.
- Identificará, reaccionará e integrará conceptualizaciones y métodos de las diversas disciplinas para el desarrollo de proyectos empresariales.

### **Saber actitudinal general**

El presente plan de estudios promueve una actitud racional y un comportamiento expresivo en la resolución de problemas, lo que le permitirá a la persona graduada ser rigurosa, ética, objetiva, responsable, honesta y sistemática al formular juicios sobre una determinada situación.

Al finalizar el plan de estudios cada estudiante:

- Poseerá una actitud crítica y reflexiva en torno a la situación actual de la actividad metrológica y de calidad tanto a nivel local como nacional e internacional.
- Desarrollará su capacidad para trabajar en equipos inter y multidisciplinarios, locales, nacionales o internacionales, en aspectos relacionados con la implementación de sistemas integrados de gestión y de metrología ambiental.
- Promoverá una conciencia social sostenible con su entorno y su medio laboral.
- Será líder en su grupo de trabajo y mantendrá una actitud vigilante para que se apliquen los principios de equidad, justicia, sostenibilidad ambiental y cultural.
- Asumirá como parte integral de su quehacer, una ética centrada en el desarrollo humano, laboral y conservación de la naturaleza.
- Respetará a las personas de la comunidad, el trabajo comunitario y su promoción.
- Tendrá disposición para resolver problemas con los recursos disponibles a su alcance.

### 7. Requisitos de ingreso

Según la Universidad Nacional, los interesados en ingresar a la Maestría en Metrología y Calidad deberán contar con los siguientes requisitos:

- Poseer grado académico de Bachillerato o Licenciatura Universitaria en las siguientes áreas: gestión ambiental, ingeniería en gestión ambiental, ingeniería forestal, ingeniería mecánica, ingeniería metalúrgica, ingeniería en materiales, ingeniería industrial, ingeniería química, física, físico-matemáticas, ingeniería electrónica.
- Se podrá permitir el ingreso de estudiantes con bachillerato o licenciatura de otras disciplinas afines a las ciencias exactas y naturales, en donde exista evidencia de que se cuenta con conocimientos en matemáticas y estadística; en tanto él o la candidata, a criterio del CGA y por recomendación de la Comisión de Admisión de

la Maestría, demuestre afinidad a estas disciplinas en el proceso de ingreso. En estos casos, de ser necesario, los y las candidatas se deberán ajustar al plan de nivelación que determine el CGA, de acuerdo a los procedimientos establecidos para estos efectos.

- Manejo integrado del idioma inglés, comprobado por medio de cursos aprobados a nivel universitario o por medio de la aprobación de los exámenes que para tales efectos ofrece la UNA. En caso de no cumplir con este requisito la o el estudiante deberá de certificar el manejo integrado del idioma ante la Escuela de Literatura y Ciencias del Lenguaje de la Facultad de Filosofía y Letras de la UNA.
- Experiencia laboral, profesional o personal en actividades relacionadas con el objeto de estudio de la maestría. Se dará prioridad a personas que se encuentren insertas en el campo laboral, en áreas relacionadas con las Temáticas de interés del posgrado.
- Proceso de selección según las disposiciones del Comité de Gestión Académica. Se tomarán en cuenta: calificación de atestados, hoja de vida, record académico, experiencia laboral y entrevista.
- Presentación de los documentos que estime la universidad como parte del proceso de admisión.

#### 8. Requisitos de graduación

- Aprobar los cursos y actividades establecidas en el Plan de Estudios.
- Estar al día con las obligaciones económicas que demanda el posgrado.
- Elaborar, presentar y aprobar el Trabajo Final de Graduación (TFG) como resultado de las actividades de los cursos Taller de Investigación I y II, el cual consiste en una Investigación Aplicada en la que se utiliza alguna de las siguientes modalidades: estudios de caso, diagnósticos, propuestas, producción didáctica, entre otras.
- En los cursos Taller de Investigación I y II, las y los estudiantes diseñarán e implementarán el TFG con el apoyo de las y los docentes de estos cursos, evidenciado por la entrega de uno o varios informes y en una exposición de resultados final que será evaluada de acuerdo con las disposiciones establecidas por un comité integrado por profesionales expertos en la materia.
- La presentación del TFG se realizará al finalizar cada uno de los Talleres de Investigación I y II siguiendo las disposiciones del Reglamento General sobre los Procesos de Enseñanza y Aprendizaje de la Universidad Nacional.
- Realizar una Pasantía, la cual se llevará a cabo en un laboratorio de Metrología o en alguna organización. Deberá presentarse un informe que documente el trabajo realizado.

9. Listado de las actividades académicas del posgrado

El listado de las actividades académicas que desarrollará el programa de Maestría en Metrología y Calidad de la UNA, se presenta en forma detallada en el Anexo A.

El programa comprende un total de 60 créditos, cada énfasis cuenta con un total de 24 créditos lo que corresponde a un 40% de los créditos, por lo tanto, se cumple con la normativa vigente.

10. Descripción de las actividades académicas del posgrado

Los programas de los cursos y demás actividades académicas se muestran en el Anexo B.

11. Correspondencia del equipo docente con las actividades académicas.

En la normativa universitaria se establece que para ser docente en una maestría profesional los docentes deben poseer al menos el grado de maestría.

Los nombres de los profesores de cada uno de los cursos de la carrera propuesta aparecen en el Anexo C. Dichos docentes tienen al menos el grado académico de Maestría en áreas afines a las asignaturas que impartirán.

En el Anexo D se presentan los nombres y los grados académicos de los profesores de la maestría propuesta. Esta Oficina considera que las normativas vigentes sobre el personal docente se cumplen.

12. Autorización de la unidad académica para impartir posgrados

La Escuela de Ciencias Ambientales fue autorizada para impartir posgrados cuando se aprobó el Doctorado de Ciencias Naturales para el Desarrollo (OPES 26/2003), en

la sesión 39-03 del Consejo Nacional de Rectores celebrada el 25 de noviembre del 2003.

### 13. Conclusiones

- La propuesta cumple con la normativa aprobada por el CONARE en el *Convenio para crear una nomenclatura de grados y títulos de la Educación Superior Estatal*<sup>3</sup>, en el *Convenio para unificar la definición de crédito en la Educación Superior*<sup>4</sup> y con los procedimientos establecidos por el documento *Lineamientos para la creación de nuevas carreras o la modificación de carreras ya existentes*.

### 14. Recomendaciones

Con base en las conclusiones del presente estudio, se recomienda lo siguiente:

- Que se autorice a la Universidad Nacional para que imparta la *Maestría en Metrología y Calidad* con los siguientes énfasis:
  - *Aseguramiento Metrológico*
  - *Sistemas Integrados de Gestión*
- Que la Universidad Nacional realice evaluaciones internas durante el desarrollo del posgrado.

---

<sup>1</sup> Aprobado por el Consejo Nacional de Rectores en la sesión N°27-2013, artículo 3, inciso g) y h), celebrada el 22 de octubre de 2013

<sup>2</sup> Propuesta de apertura de la Maestría en Metrología y Calidad, Universidad Nacional, 2015

<sup>3</sup> Aprobado por el CONARE el 4 de mayo de 2004 y ratificado por los Consejos Universitarios e Institucional

<sup>4</sup> Aprobado por el CONARE el 10 de noviembre de 1976.

**ANEXO A**

**PLANES DE ESTUDIOS DE LA MAESTRÍA EN METROLOGÍA Y CALIDAD  
DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL**

## ANEXO A.1

### PLAN DE ESTUDIOS DE LA MAESTRÍA EN METROLOGÍA Y CALIDAD CON ÉNFASIS EN ASEGURAMIENTO METROLÓGICO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL

<b>CICLO LECTIVO Y CURSO</b>	<b>CRÉDITOS</b>
<u>Primer ciclo</u>	<u>12</u>
Certificación de la calidad: Black Belt 6 Sigma	4
Aseguramiento metrológico	4
Sistemas integrados de gestión	4
<u>Segundo ciclo</u>	<u>12</u>
<i>Estadística para metrólogos</i>	4
<i>Mecánica de cuerpos</i>	4
<i>Termofísica de fluidos</i>	4
<u>Tercer ciclo</u>	<u>12</u>
<i>Electromagnetismo</i>	4
<i>Físico-química</i>	4
<i>Radiación ionizante</i>	4
<u>Cuarto ciclo</u>	<u>11</u>
Taller de investigación I	5
Curso optativo I	3
Seminario de actualidad: metrología, calidad y ambiente	3
<u>Quinto ciclo</u>	<u>13</u>
Taller de investigación II	5
Curso optativo II	3
Pasantía	5
<b>Total de créditos de la maestría</b>	<b>60</b>

**Nota:** Los cursos escritos en *italica* corresponden a los cursos del énfasis.



## ANEXO A.2

### PLAN DE ESTUDIOS DE LA MAESTRÍA EN METROLOGÍA Y CALIDAD CON ÉNFASIS EN SISTEMAS INTEGRADOS DE GESTIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL

<b>CICLO LECTIVO Y CURSO</b>	<b>CRÉDITOS</b>
<u>Primer ciclo</u>	<u>12</u>
Certificación de la calidad: Black Belt 6 Sigma	4
Aseguramiento metrológico	4
Sistemas integrados de gestión	4
<u>Segundo ciclo</u>	<u>12</u>
<i>Análisis estadístico de la calidad</i>	4
<i>Buenas prácticas de manufactura</i>	4
<i>Gestión total de la calidad</i>	4
<u>Tercer ciclo</u>	<u>12</u>
<i>Gestión integrada de proyectos</i>	4
<i>Herramientas para el mejoramiento continuo</i>	4
<i>Auditoría de sistemas integrados</i>	4
<u>Cuarto ciclo</u>	<u>11</u>
Taller de investigación I	5
Curso optativo I	3
Seminario de actualidad: metrología, calidad y ambiente	3
<u>Quinto ciclo</u>	<u>13</u>
Taller de investigación II	5
Curso optativo II	3
Pasantía	5
<b>Total de créditos de la maestría</b>	<b>60</b>

**Nota:** Los cursos escritos en itálica corresponden a los cursos del énfasis

<b><i>Cursos optativos de ambos énfasis</i></b>	
<b>Cursos</b>	<b>Créditos</b>
Metodología de la investigación	3
Diseño de experimentos para medición	3
Gestión de laboratorios de ensayo/calibración	3
Metrología y calidad: política y legislación	3

**ANEXO B**

**PROGRAMAS DE LOS CURSOS DE LA MAESTRÍA EN METROLOGÍA Y CALIDAD DE  
LA UNIVERSIDAD NACIONAL**

## ANEXO B

### **PROGRAMAS DE LOS CURSOS DE LA MAESTRÍA EN METROLOGÍA Y CALIDAD DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL**

#### ***Cursos comunes***

Nombre del curso: Certificación de la calidad: Black Belt 6 Sigma

Créditos: 4

Propósitos generales:

El curso promueve el desarrollo de habilidades en los participantes para implementar los principios, prácticas y técnicas de la metodología Six Sigma para la certificación de la calidad en organizaciones que elaboran un producto o brindan un servicio, a fin de obtener beneficios máximos con una mínima inversión.

La certificación de calidad bajo esta metodología se basa en el liderazgo comprometido de la alta dirección; se enfoca en la implementación de procesos de mejora proyecto por proyecto; con el objeto de reducir la variabilidad de los procesos, productos y/o servicios y los defectos asociados hasta un valor objetivo de excelencia y en la eliminación de los desperdicios, utilizando los mejores recursos humanos de la organización, con el propósito de producir impactos económicos significativos en la rentabilidad y/o en el crecimiento del negocio. El componente práctico consiste en elaborar un modelo de gestión que integre el marco conceptual de la calidad.

Objetivo general:

Aplicar la metodología Six Sigma como herramienta para la certificación de la calidad en las organizaciones que elaboran un producto o brindan un servicio.

Objetivos específicos:

- Identificar los pasos en la implantación de la certificación de la calidad bajo la metodología Black Belt 6 Sigma.
- Discutir las variadas herramientas y técnicas para la detección de oportunidades de mejora en pro de un mayor liderazgo competitivo.
- Establecer perfiles organizacionales para la ejecución de proyectos bajo la metodología Lean Six Sigma.

Temática:

- Producción, calidad, ventas y planificación.
- Control de la producción, mantenimiento y operaciones.
- Diseño de experimentos con respuestas múltiples.
- Optimización y método de la función de deseabilidad.
- Herramientas gráficas avanzadas.
- Análisis de datos no paramétricos.
- Herramientas analíticas avanzadas.

Nombre del curso: Aseguramiento metrológico

Créditos: 4

Propósitos generales:

El curso se enfoca en el uso de los dispositivos de medición y la función de estos en la planificación, ejecución y evaluación de los procesos con el fin de aumentar la eficiencia de los Sistemas de Gestión de Calidad Ambiental.

Se analiza la estructura de las organizaciones, internacionales y nacionales, que abordan el tema de la metrología y la importancia creciente del aseguramiento de la calidad ambiental. También se discutirá la norma SCM ISO 10012 “Sistema de Gestión de las Mediciones”, específicamente los requisitos para los procesos y los equipos de medición.

El componente práctico consiste en realizar un diagnóstico sobre el sistema de gestión de las mediciones en una organización.

Objetivo general:

Analizar la importancia y funcionamiento de los sistemas de gestión de las mediciones y la relación que existe con los sistemas de gestión de la calidad ambiental.

Objetivos específicos:

- Identificar los conceptos y normas relacionadas con los sistemas de medición tanto a nivel nacional como internacional para la gestión de los procesos legales, industriales y científicos.
- Analizar la importancia del Sistema Internacional de Medidas (SI) en la medición y calibración para el mejoramiento continuo.

- Describir los métodos y las herramientas utilizadas para la medición y calibración con el fin de aumentar la eficiencia de los sistemas de gestión de calidad ambiental.
- Aplicar los conceptos y las técnicas de normalización que rigen sobre los laboratorios de calibración y ensayo relativos a los sistemas de gestión de las mediciones para el aseguramiento de la trazabilidad de los procesos.

Temática:

- Función de la metrología en los sistemas de calidad ambiental.
- Normalización y metrología.
- Sistema Internacional de Medidas.
- Variabilidad en las mediciones e instrumentos de medición.
- Ajuste y tolerancia en tecnologías ambientales.
- Tipos de laboratorios según OIML.
- Normalización ambiental.
- Norma ISO 10012 “Sistema de Gestión de las Mediciones”
- Sistema de control metrológico.
- Sistema de laboratorios de calibración.

Nombre del curso:                                  Sistemas Integrados de Gestión

Créditos:    4

Propósitos generales:

En el curso se enfatiza en la identificación de los mecanismos utilizados para el mejoramiento continuo de los bienes y servicios: procesos, sistemas de gestión integrados (calidad, ambiente, metrología y responsabilidad social) y el control de operaciones. La práctica consiste en la elaboración de una propuesta para el diseño de sistemas de control de procesos.

Objetivo general:

Analizar la lógica de los procesos, sistemas de gestión integrados (calidad, ambiente, metrología y responsabilidad social) y el control de operaciones como herramientas para la mejora continua de los procesos tendientes a elaborar un producto u ofrecer un servicio.

#### Objetivos específicos:

- Describir los procesos y subprocesos elementales de una entidad o unidad productiva y las interrelaciones que existen para la gestión del ambiente y la calidad.
- Analizar la relación entre el control de procesos y los sistemas de Gestión Integrados para la mejora continua.
- Diseñar sistemas de control de procesos, con base en la identificación efectiva de problemas de calidad y ambiente.

#### Temática:

- Sistemas de gestión integrados (calidad, ambiente, metrología y responsabilidad social)
- Procesos y herramientas para la gestión de procesos.
- Gestión de las mejoras reactivas relacionadas con la eficacia.
- Ingeniería de la calidad y la metrología.
- Control de Operaciones.
- Certificaciones privadas y públicas.
- Tendencias de los sistemas integrados de gestión de la calidad ambiental.
- Técnicas estadísticas de control de calidad

Nombre del curso: Seminario de actualidad: metrología, calidad y ambiente

Créditos: 3

#### Propósitos generales:

El curso se orienta a brindar al estudiante conocimientos de actualidad en el campo de la metrología ambiental, especialmente instrumentos y técnicas novedosas de aplicación práctica. A lo largo del seminario, los estudiantes deberán desarrollar las destrezas para incorporar el conocimiento adquirido en la resolución de un problema específico de la realidad nacional en el campo de la metrología y el ambiente.

#### Objetivo general:

Analizar el instrumental metodológico que se aplica en la resolución de problemas ambientales en organizaciones públicas y/o privadas.

Objetivos específicos:

- Analizar los principios de la metrología ambiental y la calidad según las tendencias de su desarrollo en diferentes tipos de organizaciones.
- Analizar críticamente el impacto de la implementación de las herramientas de la metrología ambiental y la calidad en las organizaciones.

Temática:

- Dispositivos de control inteligentes y sistemas metrológicos in-situ y remotos
- Equipamiento para mediciones de alta precisión de procesos/productos
- Tecnologías software automatizadas para soluciones de metrología computacional 3D
- Sistemas integrados de gestión no tradicionales
- Metrología aplicada a medición del ruido
- Aplicaciones nanotecnológicas de la metrología
- Recursos naturales y medio ambiente

Nombre del curso: Taller de investigación I

Créditos: 5

Propósitos generales:

El Taller de Investigación I es el punto de partida para que el estudiante elabore la propuesta de una investigación aplicada en la cual utilice en forma coherente y lógica, los enfoques actuales, conceptos, teorías, metodologías, métodos e instrumentos de la metrología ambiental y la calidad.

Este es un curso eminentemente práctico; es común para los énfasis de la maestría en el tanto, se brinda una base conceptual de los principales fundamentos y estrategias de la investigación aplicada.

Objetivo general:

Analizar los fundamentos de la investigación aplicada que permitan el diseño de una propuesta de investigación dirigida al ámbito de la metrología ambiental y la calidad.

Objetivos específicos:

- Comprender los fundamentos conceptuales y metodológicos de la investigación aplicada.



- Determinar los alcances de la investigación que se gesta en el ámbito de la metrología ambiental y la calidad y áreas temáticas.
- Diseñar una propuesta de investigación aplicada en el ámbito de la Metrología y Calidad.

Temática:

El curso parte de un enfoque sistémico, donde la tecnología y el instrumental son un medio y no el fin del sistema (teoría de sistemas). Se discuten temas relativos a medición y predicción de problemas metrológicos ambientales, identificación de soluciones metrológicas y de calidad ambiental, avances y limitaciones de las tecnologías de punta. Se brindan además los elementos y componentes de la investigación aplicada para que el estudiante elaborare su proyecto.

Nombre del curso: Taller de investigación II

Créditos: 5

Propósitos generales:

El Taller de investigación II tiene como propósito que el estudiante desarrolle la propuesta elaborada en el Taller de investigación I y analice los resultados obtenidos. Se dispondrá de una batería de herramientas estadísticas para el análisis y sistematización de los resultados obtenidos durante el período de investigación. Además, se hará énfasis en la aplicación de metodologías que aseguren la calidad de la información generada. Este es un curso eminentemente práctico; los resultados se presentarán en un conversatorio.

Objetivo general:

Implementar una propuesta de investigación en el ámbito de la metrología ambiental y la calidad.

Objetivo específico:

- Analizar y sistematizar la información obtenida durante el proceso de investigación

Temática:

Varían acorde con las necesidades del grupo de estudiantes. Se partirá de la propuesta formulada en el Taller investigación I.

Nombre del curso: Pasantía

Créditos: 5

Propósitos generales:

Durante el curso cada estudiante realizará una pasantía en algún laboratorio de metrología o una organización, para lo cual deberá escoger un tema para su análisis, relacionado con el énfasis de su elección. Deberá presentar un informe del estudio que realizó, en un documento en formato de manuscrito científico, para ser sometido a alguna revista especializada en el área de conocimiento. El curso contará con dos docentes (uno por cada énfasis), que guiarán a los estudiantes en el proceso de pasantía.

Objetivo general:

Promover en el estudiantado la aplicación de los referentes que sustenta la metrología, mediante el estudio de caso en un laboratorio metrológico.

Temática:

Las temáticas estarán relacionadas con los énfasis escogidos y estarán enmarcadas en ellos, por lo tanto, se desarrollarán en aseguramiento metrológico y sistemas integrados de gestión.

### **Cursos del énfasis en Aseguramiento metrológico**

Nombre del curso: Estadística para metrólogos

Créditos: 4

Propósitos generales:

En el curso se analiza el tema de la estadística y la probabilidad aplicada en los procesos de calibración y el instrumental para la estimación de la incertidumbre de las mediciones. Se aplicarán las herramientas estadísticas para el aseguramiento de las mediciones y la validación de métodos por medio de prácticas en el laboratorio de cómputo utilizando software estadístico para demostrar la confiabilidad de los servicios de calibración y asegurar la calidad ambiental de los procesos y de las mediciones realizadas. Asimismo, se utilizarán las diferentes técnicas para realizar el cálculo en incertidumbre a partir de modelos matemáticos en diferentes magnitudes.

Objetivo general:

Aplicar las técnicas y procedimientos estadísticos requeridos para el aseguramiento metrológico y el mejoramiento de la capacidad técnica de las operaciones en las organizaciones del país.

Objetivos específicos:

- Identificar los procedimientos estadísticos aplicables para la calibración o verificación de equipos en la metrología ambiental.
- Describir las herramientas estadísticas utilizadas en el aseguramiento y gestión de las mediciones.
- Aplicar los cálculos de las incertidumbres en la metrología ambiental de acuerdo a los diferentes modelos matemáticos utilizados en las magnitudes estudiadas.

Temática:

- Evaluación y expresión de incertidumbres con estudios R & R
- Determinación de intervalos de calibración (Métodos de análisis de intervalo y verificaciones intermedias)
- Metrología e incertidumbres y requerimientos sistema de calidad
- Desarrollo de ensayos de aptitud y estudios R & R
- Herramientas estadísticas para el aseguramiento de las mediciones
- Análisis de sistemas de medición
- Control estadístico de procesos
- Validación de métodos

Nombre del curso: Mecánica de cuerpos

Créditos: 4

Propósitos generales:

En el curso se analiza el tema de la metrología ambiental en relación con equipos dimensionales, de fuerza, masa, acústica y vibraciones, para que cada participante comprenda los procesos de calibración y el instrumental para la estimación de la incertidumbre de las mediciones.

Se discutirán los requisitos que debe cumplir un laboratorio de calibración para demostrar la confiabilidad de los servicios de calibración y asegurar de esta forma la calidad ambiental de los procesos y de las mediciones realizadas. Asimismo, se utilizarán las diferentes técnicas para realizar el cálculo en incertidumbre a partir de modelos matemáticos en las magnitudes fuerza, masa, acústica y vibración.

Objetivo general:

Analizar los fundamentos de la metrología ambiental con aplicación en la mecánica de cuerpos para el mejoramiento de la capacidad técnica de las operaciones en las organizaciones del país.

Objetivos específicos:

- Discutir los procedimientos para la calibración o verificación de equipos en la metrología ambiental.
- Describir los patrones utilizados en la magnitud dimensional de fuerza, masa, acústica y vibración para la gestión de las mediciones.
- Identificar los requisitos específicos de metrología ambiental en la mecánica de cuerpos para laboratorios de calibración.
- Aplicar los cálculos de las incertidumbres en la metrología ambiental de acuerdo a los diferentes modelos matemáticos utilizados en la magnitud dimensional de fuerza, masa, acústica y vibración.

Temática:

- Clasificación de la metrología dimensional, de fuerza, masa, acústica y vibración.
- Instrumentos de medidas en la metrología ambiental en la magnitud dimensional, de fuerza, masa, acústica y vibraciones, y su trazabilidad.
- Magnitudes macro-geométricas en metrología ambiental en la magnitud dimensional, de fuerza, masa, acústica y vibración.
- Procedimientos basados en normas internacionales para la calibración o verificación de equipos en la metrología ambiental en la magnitud dimensional, de fuerza, masa, acústica y vibración.
- Cálculo de incertidumbre en la metrología ambiental en la magnitud dimensional, de fuerza, masa, acústica y vibración.

Nombre del curso: Termofísica de fluidos

Créditos: 4

Propósitos generales:

En el curso se analiza el tema de la metrología ambiental en relación con las magnitudes de temperatura, humedad, presión y flujo, para que cada participante comprenda los procesos de calibración y los instrumentos para estimar la incertidumbre de las mediciones. Se discutirán los requisitos que debe cumplir un laboratorio de calibración para demostrar la confiabilidad de los servicios de calibración y asegurar de esta forma la calidad ambiental de los procesos y de las mediciones

realizadas. Además, se utilizarán las diferentes técnicas para realizar el cálculo en incertidumbre a partir de modelos matemáticos en las magnitudes temperatura, humedad, presión y flujo.

Objetivo general:

Analizar los fundamentos de la metrología ambiental específicamente en las magnitudes relacionadas con la termofísica de fluidos para el mejoramiento de la capacidad técnica de las operaciones en las organizaciones del país.

Objetivos específicos:

- Describir los patrones utilizados en las magnitudes temperatura, humedad, presión y flujo para la gestión de las mediciones.
- Identificar los requisitos específicos de metrología ambiental, en las magnitudes temperatura, humedad, presión y flujo.
- Identificar los instrumentos de medidas en las magnitudes temperatura, humedad, presión y flujo.
- Aplicar los cálculos de las incertidumbres de acuerdo a los diferentes modelos matemáticos utilizados en las magnitudes de temperatura, humedad, presión y flujo.

Temática:

- Patrones primarios en las magnitudes temperatura, humedad, presión y flujo.
- Clasificación de la metrología en las magnitudes temperatura, humedad, presión y flujo.
- Consideraciones en las magnitudes masa, volumen y flujo en la metrología ambiental.
- Instrumentos de medidas en la metrología ambiental en las magnitudes temperatura, humedad, presión y flujo y su trazabilidad.
- Procedimientos basados en normas internacionales para la calibración o verificación de equipos en la metrología ambiental en las magnitudes temperatura, humedad, presión y flujo.
- Cálculo de incertidumbre en la metrología ambiental en las magnitudes temperatura, humedad, presión y flujo.

Nombre del curso: Electromagnetismo

Créditos: 4

Propósitos generales:

En el curso se analiza el tema de la metrología ambiental en relación con las magnitudes de mediciones eléctricas, potencia y energía, tiempo, frecuencia y magnetismo, para que cada participante comprenda los procesos de calibración y los instrumentos para estimar la incertidumbre de las mediciones. Se discutirán los requisitos que debe cumplir un laboratorio de calibración para demostrar la confiabilidad de los servicios de calibración y asegurar de esta forma la calidad ambiental de los procesos y de las mediciones realizadas. Además, se utilizarán las diferentes técnicas para realizar el cálculo en incertidumbre a partir de modelos matemáticos en las magnitudes eléctricas, potencia y energía, tiempo, frecuencia y magnetismo.

Se hará uso del laboratorio con el fin de que cada participante comprenda y aplique conceptos relacionados con la metrología ambiental enfatizando en las magnitudes de mediciones eléctricas, potencia y energía, tiempo, frecuencia y magnetismo.

Objetivo general:

Analizar los fundamentos de la metrología ambiental, específicamente en las magnitudes relacionadas con el electromagnetismo para el mejoramiento de la capacidad técnica de las operaciones en las organizaciones del país.

Objetivos específicos:

- Describir los patrones utilizados en las magnitudes de mediciones eléctricas, potencia y energía, tiempo, frecuencia y magnetismo, para la gestión de las mediciones.
- Identificar los requisitos específicos de metrología ambiental en las magnitudes de mediciones eléctricas, potencia y energía, tiempo, frecuencia y magnetismo.
- Identificar los instrumentos de medidas en las magnitudes de mediciones eléctricas, potencia y energía, tiempo, frecuencia y magnetismo.
- Aplicar los cálculos de las incertidumbres en la metrología ambiental de acuerdo a los diferentes modelos matemáticos utilizados en las magnitudes de mediciones eléctricas, potencia y energía, tiempo, frecuencia y magnetismo.

Temática:

- Patrones primarios en las magnitudes de mediciones eléctricas, potencia y energía, tiempo, frecuencia y magnetismo.
- Clasificación de la metrología en las magnitudes de mediciones eléctricas, potencia y energía, tiempo, frecuencia y magnetismo.

- Consideraciones en las magnitudes de mediciones eléctricas, potencia y energía, tiempo, frecuencia y magnetismo en la metrología ambiental.
- Instrumentos de medidas en la metrología ambiental en las magnitudes de mediciones eléctricas, potencia y energía, tiempo, frecuencia y magnetismo y su trazabilidad.
- Procedimientos basados en normas internacionales para la calibración o verificación de equipos en la metrología ambiental en las magnitudes de mediciones eléctricas, potencia y energía, tiempo, frecuencia y magnetismo.
- Cálculo de incertidumbre en la metrología ambiental en las magnitudes de mediciones eléctricas, potencia y energía, tiempo, frecuencia y magnetismo.

Nombre del curso: Físico-química

Créditos: 4

Propósitos generales:

En el curso se aborda el análisis de la metrología ambiental en relación con la magnitud físico-química, para que cada participante comprenda los procesos de calibración y los instrumentos para estimar la incertidumbre de las mediciones. Se discutirán los requisitos que debe cumplir un laboratorio de calibración para demostrar la confiabilidad de los servicios de calibración y asegurar de esta forma la calidad ambiental de los procesos y de las mediciones realizadas. Se hará uso del laboratorio y se utilizarán las diferentes técnicas para realizar el cálculo en incertidumbre a partir de modelos matemáticos en la magnitud físico-química.

Objetivo general:

Analizar los fundamentos de la metrología ambiental específicamente en las magnitudes relacionadas con físico-química para el mejoramiento de la capacidad técnica de las operaciones en las organizaciones del país.

Objetivos específicos:

- Describir los patrones utilizados en la magnitud físico-química para la gestión de las mediciones.
- Identificar los requisitos específicos de metrología ambiental en la magnitud físico-química (física, orgánica, inorgánica).
- Identificar los instrumentos de medidas en la magnitud físico-química (física, orgánica, inorgánica).

- Aplicar los cálculos de las incertidumbres en la metrología ambiental de acuerdo a los diferentes modelos matemáticos utilizados en la magnitud físico-química (física, orgánica, inorgánica).

Temática:

- Patrones primarios en la magnitud físico-química.
- Clasificación de la metrología en la magnitud físico-química.
- Consideraciones en la magnitud físico-química.
- Instrumentos de medidas en la metrología ambiental en la magnitud físico-química y su trazabilidad.
- Procedimientos basados en normas internacionales para la calibración o verificación de equipos en la metrología ambiental en la magnitud físico-química.
- Cálculo de incertidumbre en la metrología ambiental en la magnitud físico-química.

Nombre del curso: Radiación ionizante

Créditos: 4

Propósitos generales:

En este curso se analiza el tema de la metrología ambiental en relación con radioactividad, para que cada participante comprenda los procesos de calibración y los instrumentos para estimar la incertidumbre de las mediciones. Se discutirán los requisitos que debe cumplir un laboratorio de calibración para demostrar la confiabilidad de los servicios de calibración y asegurar de esta forma la calidad ambiental de los procesos y de las mediciones realizadas. Se hará uso del laboratorio y se utilizarán las diferentes técnicas para realizar el cálculo en incertidumbre a partir de modelos matemáticos en radioactividad.

Objetivo general:

Analizar los fundamentos de la metrología ambiental, específicamente en las magnitudes radioactivas para el mejoramiento de la capacidad técnica de las operaciones en las organizaciones del país.



Objetivos específicos:

- Describir los patrones utilizados en las magnitudes relacionadas con radiaciones ionizantes para la gestión de las mediciones.
- Identificar los requisitos específicos de metrología ambiental en la magnitud físico-química (física, orgánica, inorgánica).
- Identificar los instrumentos de medidas en las magnitudes radioactivas y sus efectos.
- Aplicar los cálculos de las incertidumbres en la metrología ambiental de acuerdo a los diferentes modelos matemáticos utilizados en las magnitudes radioactivas.

Temática:

- Patrones primarios en la magnitud de radiación.
- Clasificación de la metrología en las magnitudes de radiación.
- Consideraciones en la magnitud de radiación.
- Instrumentos de medidas en la metrología ambiental en las magnitudes de radiación.
- Procedimientos basados en normas internacionales para la calibración o verificación de equipos en la metrología ambiental en las magnitudes de radiación.
- Cálculo de incertidumbre en la metrología ambiental en las magnitudes de radiación.

### **Cursos del énfasis en Sistemas Integrados de Gestión**

Nombre del curso: Análisis estadístico de la calidad

Créditos: 4

Propósitos generales:

En este curso se analiza la estadística y la probabilidad en los procesos de producción de bienes y servicios con el fin de aplicar la mejora continua en las organizaciones implicadas en dichas actividades. Se implementarán las herramientas estadísticas para el aseguramiento de la calidad por medio de prácticas utilizando software estadístico y el análisis de casos para demostrar la confiabilidad en los productos obtenidos.

Objetivo general:

Aplicar las técnicas y procedimientos estadísticos requeridos para el aseguramiento de la calidad para el mejoramiento de las organizaciones que producen bienes y servicios en el país.

Objetivos específicos:

- Identificar los procedimientos estadísticos aplicables para la mejora de la calidad ambiental.
- Describir las herramientas estadísticas utilizadas en el control de los productos.
- Aplicar los cálculos de acuerdo a los diferentes modelos matemáticos utilizados en la mejora continua.

Temática:

- Técnicas estadísticas para el estudio de variables: análisis de varianza (ANOVA) y diseño de experimentos (DOE)
- Introducción a la Ingeniería Robusta
- Herramientas de muestreo
- Análisis Bayesiano de datos
- Técnicas de la calidad. Análisis de la varianza y Diseño de experimentos
- Técnicas de la calidad. Control estadístico de los procesos y análisis de mejora
- Técnicas estadísticas para el estudio de variables: análisis de varianza (ANOVA) y diseño de experimentos (DOE):

Nombre del curso: Buenas prácticas de manufactura

Créditos: 4

Propósitos generales:

El curso tiene como propósito analizar los principios en que se sustentan las buenas prácticas de manufactura, específicamente las prácticas de higiene en la manipulación, preparación, elaboración, envasado, almacenamiento, transporte y distribución de alimentos para consumo humano, de manera que se garantice que los productos se fabriquen en condiciones sanitarias adecuadas y se disminuyan los riesgos inherentes a la producción.

Se pretende que cada participante aplique los conceptos relacionados con las buenas prácticas de manufactura en una organización, asegurando la calidad ambiental de los procesos y de las mediciones realizadas.

Objetivo general:

Analizar los fundamentos en que se sustentan las buenas prácticas de manufactura para garantizar que los productos se fabriquen en condiciones sanitarias adecuadas y se disminuyan los riesgos inherentes a la producción.

Objetivos específicos:

- Identificar los requisitos para la fabricación de productos para consumo humano.
- Analizar las técnicas para la manipulación, preparación, elaboración, envasado, almacenamiento, transporte y distribución de alimentos para consumo humano.
- Discutir los elementos relacionados con la cadena de valor en todo el ciclo de vida de los productos y su manufactura.
- Aplicar las buenas prácticas de manufactura partiendo de normas, métodos o procedimientos internacionales avalados.

Temática:

- Disposiciones generales y normativa para aplicar buenas prácticas de manufactura
- Requisitos higiénicos de fabricación
- Aseguramiento y control de calidad
- Saneamiento ambiental
- Edificación, instalaciones, equipos y utensilios
- Personal manipulador
- Distribución de alimentos

Nombre del curso: Gestión total de la calidad

Créditos: 4

Propósitos generales:

En el curso se analiza y discute la gestión de la calidad total en aspectos relacionados con la eficiencia y competitividad, a largo plazo, de las organizaciones. El concepto de gestión de la calidad total va más allá de la idea de calidad de producto y/o servicio:

- a. Afecta a todos los procesos y agentes involucrados en la empresa
- b. Parte de la premisa básica de que la satisfacción de las necesidades de los clientes y el logro de los objetivos organizativos son inseparables

- c. Asume la necesidad del compromiso ineludible de toda la organización con la calidad
- d. Pretende garantizar la satisfacción completa del cliente con la oferta, así como, en última instancia, su lealtad a la organización
- e. Hace extensivos estos principios a los clientes internos, o empleados, para los que se prevé el diseño de políticas proactivas orientadas a su satisfacción.

Los aspectos mencionados serán valorados de manera práctica por los participantes del curso, enfatizando en la adopción y diseño de una estrategia para la gestión de calidad en alguna organización.

Objetivo general:

Analizar los fundamentos de la gestión de la calidad total, específicamente para el logro de ventajas competitivas de las organizaciones.

Objetivos específicos:

- Determinar los requisitos específicos para la implementación de sistemas de gestión de la calidad total en las organizaciones.
- Discutir los alcances de los diferentes sistemas de gestión de la calidad total en el rendimiento empresarial.
- Identificar las técnicas para optimizar el tiempo y los recursos en las organizaciones.
- Diseñar procesos para la gestión de la calidad total en alguna organización, tomando en consideración aspectos como tiempo y recursos.

Temática:

- Selección y aplicación de procedimientos en las organizaciones que afectan la gestión de la calidad total
- Instrumentos para mejorar la competitividad y el liderazgo empresarial
- Planificación estratégica
- Gestión de recursos humanos
- Gestión de procesos
- Análisis de resultados clave

Nombre del curso: Gestión integrada de proyectos

Créditos: 4

Propósitos generales:

El curso aborda la gestión integral de proyectos y su desarrollo en una organización con el propósito de optimizar recursos y mitigar riesgos e impactos en los procesos y su entorno. El componente práctico del curso se centra en identificar y mejorar las diferentes etapas de los proyectos, especialmente nivel de alcance, objetivos, ejecución y seguimiento de los resultados obtenidos.

Objetivo general:

Discutir los fundamentos para el diseño de un modelo de gestión integrada de proyectos que considere la calidad ambiental de los productos y servicios ofrecidos por la organización.

Objetivos específicos:

- Identificar los conceptos relacionados con la gestión integrada de proyectos tomando en consideración aspectos tales como: normativa interna y externa (ISO); licitaciones, dirección administrativa y de recursos, redes eléctricas y telecomunicaciones, construcción, control de gestión y finanzas.
- Discutir los procedimientos de la gestión integral de proyectos en los diferentes niveles de la organización y sus alcances.
- Diseñar modelos de gestión integrada de proyectos incorporando aspectos relativos a calidad y medio ambiente.

Temática:

- Procedimientos para la implementación de proyectos integrados en las organizaciones.
- Ciclo de vida de los proyectos: planificación, control, evaluación y mejora continua en la gestión de proyectos integrados.
- Requerimientos ambientales, laborales, económicos y sociales para la ejecución de proyectos integrados
- Sistema de indicadores
- Temporalidad y resultados esperados

Nombre del curso: Herramientas para el mejoramiento continuo

Créditos: 4

Propósitos generales:

El mejoramiento continuo propone actuar sobre los problemas que se tienen, para refinar el proceso y lograr un mejor desempeño del proceso productivo, que quiere decir tomar acciones para reducir las variaciones en una meta propuesta de productividad.

Por ello, el curso se orienta a la discusión de los conceptos relacionados con la mejora continua, las acciones correctivas, preventivas y el análisis de la satisfacción de los clientes de una organización y demás partes interesadas en los bienes y servicios de consumo. El componente práctico se desarrollará a través de análisis de casos y la elaboración de informes técnicos.

Objetivo general:

Analizar los fundamentos del ciclo de la mejora continua para la generación de organizaciones más eficientes y competitivas.

Objetivos específicos:

- Determinar los conceptos relacionados con calidad, medio ambiente, salud y seguridad ocupacional y la inocuidad alimentaria, en los procesos de mejora continua en las organizaciones.
- Discutir los requerimientos para la innovación en la elaboración de productos y servicios de las organizaciones.
- Identificar políticas, objetivos, procesos y acciones necesarias para mejorar el rendimiento de las organizaciones

Temática:

- Árbol de problemas y de objetivos
- Diagrama de Pareto y causa-efecto
- Análisis de problemas y toma de decisiones
- Metodología de mantenimiento integrado en producción
- Sistemas de sugerencias
- Metodología Kanban
- Análisis de rendimiento global de una máquina o instalación
- Lean Manufacturing
- Cambio rápido de herramientas (SMED)
- Análisis de valor de los procesos (VSM, Value Stream Mapping)
- Sistema Pull para la cadena productiva

Nombre del curso: Auditoría de sistemas integrados

Créditos: 4

Propósitos generales:

El curso tiene como finalidad abordar el tema de la auditoría de los sistemas integrados para gestionar la calidad, medio ambiente y la seguridad y salud en el trabajo, en todo tipo de empresas y organizaciones, independientemente del sector al que pertenezcan. Tiene un componente práctico con el fin de que el estudiante aplique el marco conceptual y metodológico en la auditoría de sistemas integrados de gestión, en particular, los requisitos que debe cumplir una organización para llevar a cabo auditorías de sus propios sistemas integrados de gestión (calidad, ambiente y seguridad laboral).

Objetivo general:

Discutir el marco conceptual y metodológico en la auditoría de sistemas integrados de gestión en cualquier tipo de organización.

Objetivos específicos:

- Identificar los requisitos de un sistema de gestión de la calidad, ambiente y salud y seguridad laboral.
- Discutir los procedimientos de auditoría de los sistemas de gestión y de los procesos de integración de los sistemas.
- Determinar los instrumentos para mejorar el desempeño de los auditores durante el procedimiento de auditoría.
- Utilizar las diferentes técnicas para realizar el proceso de auditoría en sistemas integrados de gestión (calidad, ambiente y seguridad laboral).

Temática:

- Principios de los sistemas integrados de gestión.
- Normativa de aplicación a las auditorías de los sistemas integrados de gestión
- Ciclo PDCA. Mejora continua.
- Integración de sistemas: ventajas, inconvenientes y alternativas
- Metodología de auditoría integrada
- Informe de auditoría y programa de mejora

### **Cursos optativos:**

Nombre del curso: Metodología de la investigación

Créditos: 3

#### Propósitos generales:

En el curso se analiza el marco conceptual y metodológico que subyace en los procesos de investigación, las diferentes etapas y las aplicaciones prácticas de ésta. El componente práctico consiste en el diseño de una propuesta para atender aspectos clave de los impactos ambientales que se generan en instituciones o empresas.

#### Objetivo general:

Comprender la importancia de la sistematización en toda fase del proceso de investigación, a fin de incorporar los conocimientos generados durante el desarrollo del posgrado en las actividades de mejora continua de las organizaciones.

#### Objetivos específicos:

- Orientar en el descubrimiento, propósitos generales y exposición de problemas de investigación.
- Indicar la forma de concebir un proyecto de investigación científica, en torno a un problema de la realidad objetiva.

#### Temática:

- Fases y formas del conocimiento
- El trinomio: verdad – evidencia – certeza
- Las clases de métodos en ciencia
- Características de la investigación como práctica científica
- El sujeto y el objeto en la investigación
- Fases fundamentales de la investigación
- Los métodos de la investigación científica
- Diseño de la estrategia de la investigación
- Planteamiento de la investigación
- Investigación cualitativa e investigación cuantitativa



Nombre del curso: Diseño de experimentos para medición

Créditos: 3

Propósitos generales:

El propósito del curso es brindar una visión práctica sobre la utilidad del Diseño de Experimentos aplicada en problemas de la metrología ambiental y la calidad. En él se explican los conceptos clave de esta herramienta como aleatorización, ruido o error experimental, análisis de varianza y se detalla el proceso de diseño, realización y análisis de experimentos que contemplan una única variable independiente. Es de aplicación a todos aquellos estudios y situaciones en las que se necesita ensayar hipótesis sobre una posible relación causa-efecto. Su utilización será beneficiosa para el desarrollo y seguimiento de los proyectos abordados por los equipos de mejora y por todos aquellos individuos u organismos que estén implicados en proyectos de mejora de la calidad en las que concurren estas circunstancias.

Objetivo general:

Definir las reglas básicas a seguir para el diseño, la realización y análisis de experimentos, resaltando las situaciones en que puede o debe ser utilizado.

Objetivos específicos:

- Desarrollar el diseño y la validación de diferentes experimentos relacionados con los métodos de medición que pueden causar afectación en la calidad ambiental.
- Desarrollar técnicas de diseño y validación de experimentos para resolver problemas reales en los métodos de medición que pueden causar afectación en la calidad ambiental
- Desarrollar la capacidad del estudiante para crear nuevos modelos de diseño de experimentos.
- Obtener conclusiones probadas a partir de la validación de los experimentos para su comprensión y adecuada toma de decisiones.

Temática:

- La variabilidad experimental y modelo de referencia
- Planes para caracterizar un tratamiento
- Toma de decisiones por intervalos de confianza.
- Tamaño de muestra, error de precisión y potencia de un test

- Experimentar con múltiples factores a varios niveles para optimizar la media: estrategias, pros y contras
- Diseños factoriales completos 2 K, fraccionados 2 K-P y ANOVA
- Tácticas para incorporar conocimiento y restricciones en experimentación: asignación factores, DOE secuencial, etc.
- Interpretación por gráficos de interacciones y contornos. Modelos para predecir
- Gestión de riesgos en la experimentación: factores ruido, réplicas, evidencias esperadas, tamaños de muestra.

Nombre del curso: Gestión de laboratorios de ensayo / calibración

Créditos: 3

Propósitos generales:

Este curso ofrece las herramientas para desarrollar el proceso de acreditación de los laboratorios de inspección, ensayo y calibración de acuerdo con normas internacionales como las ISO 17020, ISO 17025. Se enfatiza en la discusión de la documentación requerida según el ente acreditador: en este caso el Ente Costarricense de Acreditación. El componente práctico se basa en la aplicación de estos instrumentos por parte de cada estudiante, en la organización o sistema de su interés.

Objetivo general:

Analizar la lógica de los procesos y los sistemas de gestión de los laboratorios para acceder a la acreditación de laboratorios de inspección, ensayo y calibración.

Objetivos específicos:

- Discutir las relaciones existentes entre control de procesos y sistemas de gestión.
- Identificar la documentación requerida para cumplir con las normas ISO 17020 e ISO 17025.
- Identificar los requisitos y los procesos necesarios para la acreditación de laboratorios de calibración e inspección, según las políticas del ECA.
- Diseñar sistemas de control de procesos en laboratorios, con base en la identificación efectiva de problemas de calidad y ambiente.

Temática:

- Laboratorio de calibración e inspección.
- Tipo de laboratorios y procesos relacionados con los sistemas de gestión.
- Normas INTE ISO 17025 e INTE ISO 17020.
- Documentación de un Sistema de Gestión de Calidad de laboratorios de calibración o de inspección.
- Políticas del Ente Costarricense de Acreditación.
- Proceso de acreditación y auditorías de Sistemas de Gestión de Calidad.

Nombre del curso: Metrología y calidad: política y legislación.

Créditos: 3

Propósitos generales:

En el curso se discute y analizan las políticas, leyes, normas y reglamentos que rigen la metrología y la calidad a nivel mundial, específicamente en cuanto a los criterios que regulan la producción de bienes o la prestación de servicios. Como parte de las actividades a desarrollar, el estudiante podrá conocer los diferentes aspectos que se deben tomar en consideración para el aseguramiento de las mediciones relacionadas con la ley y el comercio, con el fin de proteger al consumidor, al medio ambiente y a la sociedad en general.

Objetivo general:

Analizar la normativa internacional y nacional sobre la cual se fundamentan las políticas, reglamentos y leyes que definen los criterios de calidad metrológica para la protección del consumidor, el ambiente y la sociedad.

Objetivos específicos:

- Analizar la legislación relacionada con la metrología y la calidad y como esta delimita las actividades productivas.
- Conocer y aplicar los fundamentos de la metrología legal y las normas internacionales de calidad relacionándolos con la realidad nacional

Temática:

En este curso se describen y desarrollan conceptos relacionados con metrología legal, aspectos e impactos ambientales, normativas ambientales, reglamentos técnicos de metrología legal en relación con el control de la calidad ambiental, casos reales en donde fue aplicada la metrología legal ambiental para el aseguramiento de los resultados de las mediciones.

**ANEXO C**

**PROFESORES DE LOS CURSOS DE LA MAESTRÍA EN METROLOGÍA Y CALIDAD  
DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL**

## ANEXO C

### PROFESORES DE LOS CURSOS DE LA MAESTRÍA EN METROLOGÍA Y CALIDAD DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL

#### CURSO

#### PROFESOR

##### ***Cursos comunes***

Certificación de la calidad: black belt 6 sigma	Ligia Bermúdez Hidalgo
Aseguramiento metrológico	Roberto Coto Rojas
Sistemas integrados de gestión	Jorge Herrera Murillo
Seminario de actualidad: metrología, calidad y ambiente	Jorge Herrera Murillo
Taller de investigación I	Rita Hernández Gómez
	José Vega Baudrit
Taller de investigación II	Federico Picado Alvarado
	Manuel Spinola Parallada
Pasantía	Sergio Molina Murillo
	Ligia Bermúdez Hidalgo

##### ***Énfasis en Aseguramiento Metrológico***

Estadística para metrólogos	Manfred Murrell Blanco
Mecánica de cuerpos	Humberto Tioli Mora
Termodinámica de fluidos	Harold Sánchez Vargas
Electromagnetismo	Humberto Tioli Mora
Físico - química	Harold Sánchez Vargas
Radiación ionizante	Esteban Picado Sandí

##### ***Énfasis en Sistemas integrados de gestión***

Análisis estadístico de la calidad	José Vega Baudrit
Buenas prácticas de manufactura	Manfred Murrell Blanco
Gestión total de la calidad	Magaly Sánchez Brenes
Gestión integrada de proyectos	Igor Zúñiga Garita
Herramientas para el mejoramiento continuo	Ligia Bermúdez Hidalgo
Auditoría de sistemas integrados	Magaly Sánchez Brenes

##### ***Cursos optativos***

Metodología de la investigación	Rita Hernández Gómez
Diseño de experimentos para medición	Manuel Spinola Parallada
Gestión de laboratorios de ensayo/calibración	Federico Picado Alvarado
Metrología y calidad: política y legislación	Roberto Coto Rojas

**ANEXO D**

**PROFESORES DE LOS CURSOS DE LA MAESTRÍA EN METROLOGÍA Y CALIDAD DE  
LA UNIVERSIDAD NACIONAL Y SUS GRADOS ACADÉMICOS**

## ANEXO D

### **PROFESORES DE LOS CURSOS DE LA MAESTRÍA EN METROLOGÍA Y CALIDAD DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL Y SUS GRADOS ACADÉMICOS**

#### **LIGIA BERMÚDEZ HIDALGO**

Doctorado en Ingeniería Industrial. Universidad Autónoma de Centroamérica. Costa Rica.

Maestría en Ingeniería Industrial. Universidad Interamericana de Costa Rica.

Licenciatura en Ingeniería Industrial. Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología, Costa Rica.

Bachillerato en Ingeniería Industrial. Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología, Costa Rica.

Bachillerato en Salud Ocupacional. Universidad Latinoamericana de Ciencia y Tecnología, Costa Rica.

#### **ROBERTO COTO ROJAS**

Maestría en Administración de Negocios con énfasis en Mercadeo. Universidad Interamericana de Costa Rica

Licenciatura en Ingeniería Química. Universidad de Costa Rica

#### **RITA HERNÁNDEZ GÓMEZ**

Doctorado en Ciencias de la Educación con énfasis en Investigación Educativa. Universidad Latina de Costa Rica

Licenciatura en Ciencias de la Educación con énfasis en Administración Educativa. Universidad Latina de Costa Rica

Bachillerato en Ciencias de la Educación en I y II ciclo. Universidad Latina de Costa Rica

#### **JORGE HERRERA MURILLO**

Doctorado en Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. Equiparado con el grado de Doctorado por la Universidad de Costa Rica.

Maestría en Química. Universidad de Costa Rica

Bachillerato en Química. Universidad de Costa Rica

#### **SERGIO MOLINA MURILLO**

Doctorado en Economía y Manejo de Recursos Naturales. Universidad de Minnesota, Estados Unidos de América. Equiparado con el grado de Doctorado en Economía y Manejo de Recursos Naturales de la Universidad Nacional, Costa Rica.

Maestría en Ciencias. Universidad de Minnesota, Estados Unidos de América. Equiparado con el grado de Maestría (Áreas profesionales de desempeño: Ciencias Forestales, Ciencias Ambientales, Comercio de productos Forestales, Comercio Internacional y Manejo de Recursos Naturales) de la Universidad Nacional, Costa Rica.



Bachillerato en Ingeniería en Ciencias Forestales con énfasis en Manejo Forestal.  
Universidad Nacional de Costa Rica

**MANFRED MURRELL BLANCO**

Maestría en Ingeniería en Recursos. Instituto Tecnológico de Karlsruhe. Equiparado con el grado de Maestría de la Universidad Estatal a Distancia, Costa Rica.  
Bachillerato en Ingeniería en Biotecnología. Instituto Tecnológico de Costa Rica

**FEDERICO PICADO ALVARADO**

Doctorado en Ingeniería Industrial. Universidad de Purdue, Illinois, Estados Unidos de América. Equiparado al grado de Doctorado del Instituto Tecnológico de Costa Rica.  
Bachillerato en Ingeniería Técnico en Maderas. Instituto Tecnológico de Costa Rica

**ESTEBAN PICADO SANDÍ**

Doctorado en Física Nuclear. Universidad Complutense de Madrid, España. Equiparado con el grado de Doctor de la Universidad de Costa Rica.  
Bachillerato en Física. Universidad de Costa Rica

**HAROLD SÁNCHEZ VARGAS**

Doctorado en Ingeniería en Sistemas Electrónicos. Universidad de Essex, Inglaterra. Equiparado al grado de Doctorado de la Universidad de Costa Rica.  
Maestría en Ciencias de la Ingeniería. Universidad de Manchester, Inglaterra. Equiparado al grado de Maestría de la Universidad de Costa Rica.  
Bachillerato en Ingeniería Eléctrica. Universidad de Costa Rica

**MAGALY SÁNCHEZ BRENES**

Maestría en Sistemas Modernos de Manufactura. Instituto Tecnológico de Costa Rica  
Bachillerato en Ingeniería en Producción Industrial. Instituto Tecnológico de Costa Rica

**MANUEL SPINOLA PARALLADA**

Doctorado en Ecología de Vida Silvestre. Universidad Estatal de Pennsylvania, Estados Unidos de América. Equiparado al grado de Doctorado en la Universidad Nacional, Costa Rica.  
Maestría en Manejo de Vida Silvestre. Universidad Nacional de Costa Rica

**HUMBERTO TIOLI MORA**

Maestría en Ingeniería Mecánica con énfasis en Sistemas Térmicos y de Energía. Universidad de Costa Rica  
Bachillerato en Ingeniería Mecánica. Universidad de Costa Rica

**JOSÉ VEGA BAUDRIT**

Doctorado en Ciencias de los Materiales. Universidad de Alicante, España. Equiparado al grado de Doctorado por la Universidad de Costa Rica.  
Maestría en Ciencias en Ingeniería Química. Universidad de Guadalajara, México. Equiparado al grado de Maestría en Ingeniería Química de la Universidad de Costa Rica

Licenciado en Química. Universidad de Costa Rica  
Bachiller en Química. Universidad de Costa Rica

**IGOR ZÚÑIGA GARITA**

Maestría en Administración de Proyectos. Universidad para la Cooperación  
Internacional de Costa Rica

Bachillerato en Ingeniería en Ciencias Forestales con énfasis en Manejo Forestal.  
Universidad Nacional, Costa Rica.



TEC

UNA  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
COSTA RICA



UTN  
Universidad  
Técnica Nacional