UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
SAN MARTÍN

Actuación CS Nº: 249/16
RESOLUCION Nº 281 / 16
San Martín, 27 DIC 2016

VISTO, el Expediente Nº 7355/2016 del registro de la Secretaría Administrativa de la Universidad Nacional de San Martín, y

CONSIDERANDO:

Que a fojas 1 del Expediente citado en el Visto, obra la presentación efectuada por el Decano del Instituto de la Calidad Industrial (INCALIN), solicitando la creación del Doctorado en Calidad e Innovación Industrial, que contempla la formación de recursos humanos de excelencia en un área crítica para el desarrollo del país y de la región, así como la transferencia de resultados a los ámbitos productivos.

Que el Doctorado en Calidad e Innovación Industrial viene a completar la oferta académica del Instituto, que desde el año 1996 desarrolla carreras de especialización y maestría en temas de calidad industrial, entendida en sentido integral y amplio incluyendo tanto los pilares de Metrología, Ensayos Industriales, Normalización y Gestión Integral de los procesos, como también la Innovación Tecnológica asociada al desarrollo de nuevos productos y servicios.

Que desde el punto de vista académico, la creación del Doctorado en Calidad e Innovación Industrial es consistente con el actual proyecto del Instituto de la Calidad Industrial y de la Universidad Nacional de San Martín en general, en cuanto a ser un referente en innovación, desarrollo y transferencia tecnológica con impacto económico y social, a nivel nacional e internacional, a través del emprendimiento y la interacción con el sector público y privado.

Que la creación de la carrera es un desafío importante enfocado a generar un espacio de formación que vincule más eficazmente la investigación científica y tecnológica con el sistema productivo, generando la posibilidad de brindarle valor agregado a los productos nacionales, contemplando tanto tecnologías maduras, como nuevas tecnologías emergentes en el contexto de la llamada Cuarta Revolución Industrial.

Que no existe en el sistema universitario argentino una oferta académica de posgrado equivalente al Doctorado en Calidad e Innovación Industrial.

UNSAM
INTERVINO

UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
SAN MARTÍN

Que conforme a los acuerdos celebrados con el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), esta carrera contará con la posibilidad adicional de utilizar sus instalaciones.

Que se cuenta con un cuerpo docente integrado por profesionales nacionales e internacionales del más alto nivel en las diferentes ramas del saber vinculadas con temas de la carrera.

Que a fojas 47 y 48 ha tomado intervención la Dirección General de Asuntos Jurídicos y a fojas 81, la Dirección de Posgrado de la Secretaría General Académica.

Que el proyecto propuesto cuenta con dictámenes favorables de las Comisiones de Administración y Presupuesto y de Enseñanza, Investigación y Extensión, emitidos en su sesión conjunta del 19 de diciembre del 2016.

Que asimismo, el proyecto que motiva la presente Resolución, fue considerado y aprobado por este Consejo Superior en su 10ª reunión ordinaria del 22 de diciembre del corriente.

Que conforme a lo establecido por el Artículo 48 inciso d) del Estatuto de la Universidad Nacional de San Martín, el Consejo Superior tiene atribuciones para el dictado de la presente Resolución.

Por ello,

EL CONSEJO SUPERIOR
DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE GENERAL SAN MARTÍN
RESUELVE:

ARTÍCULO 1°.- Aprobar la creación del Doctorado en Calidad e Innovación Industrial, dependiente del Instituto de la Calidad Industrial (INCALIN) de la Universidad Nacional de San Martín, cuyos objetivos, diseño y organización curricular se adjuntan como Anexo único de la presente Resolución.

ARTÍCULO 2°: Presentar ante la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU) en los términos que esa Comisión determine.

UNSAM
INTERVINO

281 / 16

UNIVERSIDAD
NACIONAL DE
SAN MARTÍN

ARTICULO 3º: Registrar, comunicar a quien corresponda y archivar.

RESOLUCIÓN Nº 281/16

Dr. Carlos RUTA
Rector

UNSAM
INTERVINO

Doctorado en Calidad e Innovación Industrial

El INCALIN - Instituto de la Calidad Industrial (UNSAM - INTI) presenta a continuación un proyecto de Doctorado en Calidad e Innovación Industrial, en el cual los temas de tesis estarán referidos a la realización de tareas de investigación y desarrollo relacionadas con innovaciones en el diseño y desarrollo de productos o servicios, instrumentos y métodos de medición, equipos para ensayos industriales, o cuestiones científicas y técnicas novedosas que conduzcan a la mejora de la calidad industrial.

Plan de estudios

Identificación de la carrera

Denominación: Doctorado en Calidad e Innovación Industrial
Titulo que otorga: Doctor o Doctora en Calidad e Innovación Industrial
Áreas de conocimiento involucradas: Ingeniería, Ciencias Físicas, Ciencias Químicas, Diseño Industrial, Calidad Industrial, Management Tecnológico.

Antecedentes

Desde hace varios años se viene considerando la posibilidad de lanzar un Doctorado del INCALIN utilizando toda la infraestructura del INTI. Se trata de avanzar en una lógica académica consistente con la evolución del INCALIN desde su creación hace 21 años. La oferta académica inicial se basó en una Especialización y Maestría en Calidad Industrial apoyada en capacidades largamente desarrolladas en el INTI en materia de Metrología, Ensayos, Tecnología Industrial, Calidad en Laboratorios, Gestión de la Calidad y Gestión Ambiental, para los distintos sectores industriales. En 2001 inició la Especialización de Calidad Industrial en Alimentos y en 2009 la Especialización en Seguridad contra Incendios en la Edificación. Esa formación de posgrado fue complementada con una Diplomatura para técnicos en Calidad con orientación en Metrología (desde 2002) y otra Diplomatura en Gestión Integral de los Procesos (desde 2009). En 2010 se inicia la carrera de Ingeniería Industrial con orientación en Calidad Industrial y actualmente está comenzando otra carrera de grado, la de Ingeniería en Alimentos. En el año 2010 egresó el alumno Número 1000, lo cual ilustra el impacto que ha tenido en el medio la actividad del INCALIN, contribuyendo a formar recursos humanos a nivel profesional y técnico, mayormente para las empresas industriales, así como también para diversas instituciones como SENASA, INAL, INTA y otras

UNSAM INTERVINO

281/16

Universidades. Siendo que los docentes del INCALIN mayoritariamente tienen lugar de trabajo en INTI, es allí donde realizan esencialmente sus tareas de investigación en temas propios de su especialidad. Las actividades de investigación por parte de los alumnos de la Maestría en calidad Industrial, que en su gran mayoría se desempeñan en otras organizaciones y empresas, se desarrollan en sus propios lugares de trabajo. La posibilidad de incorporar alumnos del INCALIN dedicados a tiempo completo a la investigación requería concebir una carrera de Doctorado, facilitando su inserción en los grupos de I+D+i existentes en los laboratorios del INTI, eventualmente en dependencias externas, incluyendo otras Unidades Académicas de la UNSAM con las cuales el INCALIN interactúa.

En septiembre de 2014 el Consejo Superior aprobó un convenio específico entre el INTI y la UNSAM para la renovación y actualización del contenido académico del Instituto de la Calidad Industrial (INCALIN). Allí se aclara que la temática de *Calidad Industrial* es entendida en sentido integral y amplio, incluyendo tanto los pilares tradicionales de Metrología, Ensayos Industriales, Normalización y Gestión Integral de los procesos, como también la *Innovación Tecnológica* asociada al desarrollo de nuevos productos y servicios. Las partes acordaron la creación de un Doctorado en Calidad Industrial.
El INTI se comprometió a facilitar sus instalaciones para el normal funcionamiento de las actividades y proyectos de investigación en línea con los requerimientos educativos de las actividades en desarrollo y a desarrollar por el INCALIN.
La experiencia cooperativa de concebir trabajos de doctorado entre Universidades e Institutos de Tecnología y Metrología que aportan infraestructura y recursos humanos, formalizados mediante la creación de institutos conjuntos como el INCALIN, reconoce importantes antecedentes; algunos son anteriores a la creación del INCALIN hace 20 años y otros muy recientes. Entre ellos cabe mencionar los siguientes con los cuales el INTI mantiene relaciones:

Estados Unidos. En 1962 se fundó JILA (Joint Institute for Laboratory Astrophysics) por acuerdo entre la Universidad de Colorado en Boulder y el National Institute of Standards and Technology NIST (fundado en 1901 como Instituto Nacional de Patrones bajo el nombre de National Bureau of Standards). A medida que transcurrió el tiempo, la temática inicial en astrofísica fue siendo ampliada a otras áreas, manteniendo la sigla JILA pero ya sin referencia a su objetivo inicial. Una gran cantidad de investigadores fueron cimentando el prestigio del cual goza hoy JILA, entre ellos varios merecedores del Premio Nobel de Física. JILA también ha generado muchas compañías spin-off; 13 de ellas operan en Colorado, fabricando productos de alta tecnología.

Alemania. Una importante cantidad de tesis doctorales han sido presentadas en la Universidad de Braunschweig y desarrolladas conjuntamente con en el Instituto Federal Físico Técnico, conocido en Alemania por las siglas PTB (Physikalisch - Technische Bundesanstalt, fundado en 1887 por iniciativa de

UNSAM INTERVENIDO

Werner von Siemens y Hermann von Helmholtz). Allí se formó la mayoría de los metrólogos del INTI y se doctoraron el Decano y el Secretario Académico del INCALIN, entre otros de sus docentes. Esa cooperación de tantos años entre el PTB y la Universidad local se formalizó en 2007 con la creación de la Braunschweig International Graduate School of Metrology. Unos 20 estudiantes por año se incorporan actualmente a los distintos departamentos del PTB para realizar su Doctorado.

Reino Unido. En el año 2014 se estableció un Instituto de Posgrado por alianza entre las Universidades de Surrey y Strathclyde con el NPL (National Physical Laboratory, fundado en el año1900, con responsabilidades sobre los patrones de medida del Reino Unido, entre otras cosas), en el marco de un convenio promovido por el Department for Business, Innovation and Skills de ese país. El objetivo es albergar hasta 300 estudiantes de doctorado para trabajar en los laboratorios del NPL.

Italia. El Politécnico de Torino y el INRIM (Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica, también situado en Torino), desarrollan en forma conjunta un Doctorado en Metrología y comparten importantes contratos del European Metrology Research Programme para desarrollar centros de excelencia y productos innovativos de interés industrial. En agosto de 2007 la UNSAM y el INTI firmaron un convenio con el Politécnico di Torino y el INRIM, con el auspicio de la Embajada de Italia, para la realización de acciones de cooperación académica recíproca entre las partes. El INTI y el INRIM aportarían infraestructura para la ejecución de investigaciones. El convenio no se ejecutó, si bien continúa vigente, a la espera de la concreción de un Doctorado del INCALIN como el que ahora se propone, con la posibilidad de intercambiar docentes y materias de interés mutuo.

Calidad e Innovación Industrial

El concepto de Innovación aparece hoy ligado a las más diversas disciplinas. En la UNSAM se construye día a día un entorno propicio para la innovación científica, económica, social y artística. En el ámbito industrial se reconoce ampliamente que la calidad y la innovación son capacidades fundamentales para la transformación productiva del país, para generar más y mejor trabajo.

Tradicionalmente la Metrología ha sido considerada como un pilar fundamental de la Calidad Industrial. Según el esquema MNPQ, formulado inicialmente en Alemania, para asegurar la Calidad (Q) en la industria es necesario realizar ensayos, pruebas (P), tanto desde el inicio del proceso productivo, p. ej. al verificar características de materias primas, como a lo largo de las distintas etapas del proceso. Dichos ensayos deben realizarse según normas (N), implicando siempre mediciones (M). Sabido es que no se puede fabricar lo que no se podrá medir y que ya en la etapa del diseño de un producto se debe

UNSAM INTERNADO

281/16

especificar lo que se habrá de medir para asegurar la calidad desde el inicio del proceso hasta el final, incluyendo el ciclo de vida del producto.

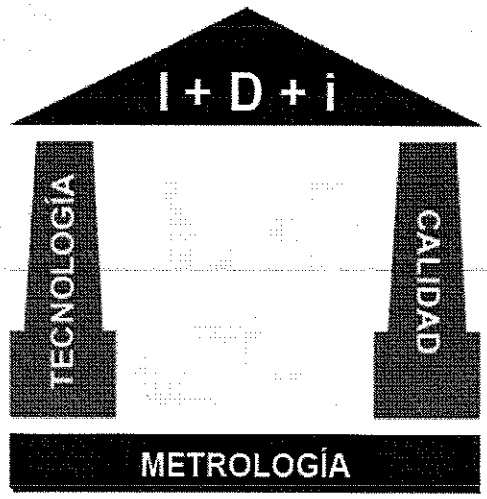
Hoy se considera que la Metrología es también un pilar de la Innovación productiva y que la falta de capacidades de medición es una barrera que limita el desarrollo de las nuevas tecnologías. Así, por ejemplo, la introducción de nanotecnologías demanda capacidades de medir en el rango del nanometro (10^{-9} m) y la biotecnología requiere contar con materiales de referencia biológicos, como organismos genéticamente modificados (GMOs), o biofarmaceúticos. Estos son los temas que actualmente se abordan en los foros de "Metrología para la Innovación".Tanto el método científico como el desarrollo tecnológico necesitan verificaciones experimentales de las teorías y modelos. La capacidad de medición asociada determina la posibilidad de verificar o no estas teorías o modelos y, a partir de esta verificación, la formulación de nuevas hipótesis. Es por esta razón que los países líderes en ciencia y tecnología dedican grandes esfuerzos de investigación a la base metrológica relacionada con las nuevas tecnologías en Planes Nacionales de Calidad e Innovación, para que la falta de capacidad de medición no se convierta en una barrera a su desarrollo. Sin las técnicas de medición necesarias, no habrá innovación. El surgimiento de nuevas ramas industriales también requiere del consiguiente desarrollo de una base metrológica que brinde la trazabilidad necesaria. Por mencionar sólo dos ejemplos recientes, la televisión digital y los biocombustibles requieren establecer nuevas referencias metrológicas nacionales en telecomunicaciones y en química.

La Innovación aparece explícitamente mencionada en la Misión y en la Visión de los Institutos anteriormente mencionados.

El Doctorado que aquí se propone está alineado con uno de los objetivos fundamentales de la **UNSAM**: Consolidarse como una Universidad de investigación y ser un referente en innovación, desarrollo y transferencia tecnológica con impacto económico y social, a nivel regional, nacional e internacional, a través del emprendimiento y la interacción con el sector público y privado. La carrera se enmarca dentro de una de las 4 líneas de Plan Estratégico Institucional (PEI) 2016/2022: *Fortalecer las actividades de Investigación, Desarrollo, Innovación y Transferencia...*"se impulsarán los conocimientos científicos y tecnológicos que se orienten hacia actividades emprendedoras y políticas de desarrollo creativas. Estas acciones requieren la cooperación con sectores productivos públicos y privados, con universidades y con organismos de Ciencia y Tecnología (CyT) nacionales e internacionales."

Para el INTI, la Metrología es un basamento fundamental en su Visión: **Metrología y Tecnología aplicada para la competitividad, desarrollo e Innovación Industrial de Argentina**

UNSAM
INTERVINO



En cuanto a su vinculación con la industria, el INTI constituye un puente de conocimientos para la generación de tecnología, innovación y calidad, lo cual facilita la la aplicabilidad industrial de las investigaciones surgidas de este doctorado.

La temática de este Doctorado en Calidad e Innovación Industrial se encuadra entonces perfectamente con las ideas que en estos momentos promueven las dos instituciones que dieran origen al INCALIN, en sintonía con las que motorizan otras instituciones de prestigio internacional como importantes modelos a considerar.

Al aumentar la infraestructura disponible para la investigación y el desarrollo a través del INCALIN, se ampliará y jerarquizará la capacidad de I + D + i que actualmente cubre la UNSAM, aprovechando mejor el potencial multidisciplinario de numerosos Centros del INTI y abordando nuevos temas de tesis de interés para el país. Las carreras de grado y Especializaciones que se dictan en el INCALIN, en otras Unidades Académicas de la UNSAM, o inclusive en otros centros de altos estudios, podrán encontrar una nueva vía de proyección hacia temas de tesis acordes con la temática de este Doctorado en Calidad e Innovación Industrial. Algunas empresas que requieran soluciones innovadoras podrían también apoyar los trabajos de investigación que ameriten la realización de una tesis doctoral dentro de la temática propuesta con la infraestructura disponible.

Finalmente cabe destacar que en las bases del Premio Nacional a la Calidad ya se están agregando nuevos criterios de evaluación que contemplen Calidad e Innovación, en sintonía con la tendencia internacional.

UNSAM INTERVINO

281 / 16

Doctorado en Calidad e Innovación Industrial en el contexto de la Cuarta Revolución Industrial

Después de tres grandes revoluciones industriales, caracterizadas por la aparición de la máquina de vapor, la mecanización, luego la electricidad y en tercer lugar la computación y la automatización, hoy estamos ante una cuarta revolución industrial, también referida bajo el título de Industria 4.0, cuyo motor es Internet conectando maquinaria y facilidades de producción con procesos, personas y productos inteligentes, en forma de Sistemas Cyber Físicos. La manufactura avanzada (Advanced Manufacturing) incluye el intercambio autónomo de información generando acciones que se controlan mutuamente. Sobre esta gran innovación productiva impactan la Internet de las cosas, computación en la nube, robótica colaborativa, inteligencia artificial, nanotecnología, fabricación aditiva (impresión 3D), materiales avanzados, etc. Los nuevos procesos de ingeniería dinámicos apuntan a formas de fabricación flexible, adaptada a demandas individuales, implicando no sólo nuevas formas de fabricar y hacer llegar lo que fabricamos, sino también nuevos modelos de negocios y de competición global.

Este torbellino de innovaciones tecnológicas requiere profesionales especializados en los distintos temas mencionados, incluso para afrontar los nuevos desafíos que la cuarta revolución industrial impone a los 3 pilares clásicos del aseguramiento de la calidad en la industria: Metrología, Ensayos y Normalización. El rápido crecimiento del vínculo entre producción innovativa y tecnología de la información abre grandes desafíos para la metrología. Un gran número de sensores interconectados habrán de integrar enormes cantidades de datos provenientes de diferentes sistemas (big data). Acortar las cadenas de trazabilidad implica calibraciones inteligentes empleando sensores basados en tecnologías nano, bio y cuánticas embebidos en los dispositivos, las máquinas y los circuitos de medición. En los institutos de avanzada en tecnología industrial, como los mencionados anteriormente, ya se están orientando esfuerzos aceleradamente en esta dirección.

La sincronización de sistemas distribuidos en las infraestructuras de Industria 4.0 para producción flexible requiere información de tiempos validados con trazabilidad metrológica a la realización del segundo con relojes atómicos. Las estructuras y dispositivos cada vez más pequeños requieren cada vez más resolución espacial y capacidades de medición en 3D, imágenes tomadas con cámaras metrológicamente validadas para suministrar rápidamente la información de medición sobre grandes áreas. En el área de metrología cuántica surgen nuevas aplicaciones, incluso en relación con la computación cuántica y la ciber-seguridad requerida para transmitir en red y almacenar enormes cantidades de datos en la nube. Las máquinas herramienta se autocalibrarán periódicamente y serán usadas como dispositivos metrológicos in situ. En la fábrica del futuro se desplegará una tecnología de sensores sobre toda la planta permitiendo una producción y montaje totalmente automatizados. El National Institute of Standards and Technology (NIST) viene desarrollando un programa llamado *NIST on*

UNSAM INTERVINO

281/16

a chip para responder a requerimientos de mediciones trazables y patrones que sean de reducido tamaño y peso, robustos, fácilmente utilizables y desplegados a lo largo y ancho de las fábricas, de los laboratorios, en dispositivos y sistemas integrados a la producción y el control de calidad on line. Ya han desarrollado relojes atómicos de cesio de gran exactitud y conversores de frecuencias ópticas en microondas (optical combs) miniaturizados e integrados en un chip a escala comercial. El National Physical Laboratory (NPL) ha desarrollado junto con la empresa japonesa Nippon Telegraph and Telephone Corporation un dispositivo miniaturizado de alta precisión para medición de corrientes eléctricas contando electrones de a uno. China se prepara para afrontar estos cambios jerarquizando su infraestructura para la calidad industrial, incluyendo la metrológica, en el marco de su programa Made in China 2025. Teniendo en cuenta este panorama del futuro inmediato a nivel mundial se contempla la inclusión en la carrera de materias como Inteligencia Artificial, Redes Inteligentes, Control Robusto y Control Industrial Avanzado, Micro y Nanoelectrónica, Biosensores, Fabricación Aditiva, etc.

Doctorados similares

Es con esta visión del futuro inmediato que se propone el Doctorado en Calidad e Innovación Industrial desde el Instituto de la Calidad Industrial de la UNSAM, contando con el apoyo de toda la infraestructura disponible en el INTI. No se han encontrado otros Doctorados que se correspondan exactamente con este enfoque en los buscadores. Doctorados parcialmente similares aparecen como PhDs in Industrial & Systems Engineering, PhD in Industrial Engineering and Management Sciences, con algunos aspectos comunes al que aquí se propone. En idioma español aparece un *Doctorado en Innovación en Ingeniería de Producto y Procesos Industriales* de la Universidad de La Rioja en España, carente de todo enfoque de Calidad Industrial, o un *Doctorado en Gestión Tecnológica e Innovación* de la Universidad de Querétaro en México, así como otros focalizados en los fenómenos del proceso de gestión del conocimiento e innovación.

Objetivos generales

Formar recursos humanos altamente capacitados científica y tecnológicamente, con autonomía y creatividad para promover la innovación y la calidad industrial en los distintos sectores industriales, en sentido integral y amplio.

Fortalecer la capacidad de I + D + i en temas de creciente interés tecnológico que no son actualmente cubiertos en el país, propiciando nuevos desarrollos.

UNSAM INTERVINO

281/16

Promover y transferir desarrollos tecnológicos innovativos para aumentar la competitividad de la industria nacional.

Objetivos específicos

Consolidar y generar líneas de investigación y desarrollo tecnológico basadas tanto en los pilares tradicionales de Metrología, Ensayos Industriales, Normalización y Gestión Integral de los procesos, así como también respecto de la Innovación Tecnológica asociada al desarrollo de nuevos productos y servicios.

Consolidar y generar líneas de investigación y desarrollo tecnológico de interés nacional utilizando toda la infraestructura del INTI, contribuyendo a la transformación productiva del país para generar más y mejor trabajo.

Apoyar iniciativas de empresas cuyas soluciones innovadoras requieran profundizar las mismas con trabajos de investigación que ameriten la realización de una tesis doctoral dentro de la temática propuesta, con la infraestructura disponible.

Concebir desarrollos tecnológicos innovativos que cumplan con las características de calidad imprescindibles para su transferencia y comercialización.

Contribuir a la consolidación de nuevas ramas industriales asegurando la trazabilidad de las mediciones involucradas como requisito para la innovación y la calidad industrial.

Innovar en todo a lo referido a capacidades de medición como primer eslabón en el derrame de calidad en todo el entramado industrial

Contribuir a asegurar la calidad de nuevos productos desde el diseño hasta el final, incluyendo el ciclo de vida del producto.

Promover investigaciones y desarrollos de sistemas de medición y calibraciones inteligentes para acortar las cadenas de trazabilidad y utilizar sensores embebidos en los dispositivos, las máquinas y los circuitos de medición

UNSAM
INTERVINO

Perfil del egresado

El egresado de la Carrera estará capacitado para liderar proyectos de investigación en forma autónoma en las áreas de Gestión de la Calidad e Innovación Industrial, Metrología e Innovación en distintos Sectores Industriales y podrá:

Desempeñarse activamente y con solvencia en grupos de investigación y desarrollo, públicos o privados, que generen innovaciones en el diseño y desarrollo de productos o servicios, instrumentos y métodos de medición, equipos para ensayos industriales, o cuestiones novedosas que conduzcan a la mejora de la calidad industrial.

Formular y llevar adelante proyectos de investigación y desarrollo tecnológicos en las áreas mencionadas, así como ejercer la docencia y formación de recursos humanos en las mismas

Promover la creación de PYMES innovadoras o asesorar a empresas que requieran desarrollar alguna nueva idea hasta el punto de reunir los requisitos de calidad que faciliten su comercialización a nivel nacional e internacional.

Realizar contribuciones originales que merezcan su patentamiento, publicación y difusión en contextos académicos tecnológicos.

Características de la Carrera

Tipo de Plan:	Semiestructurado
Modalidad:	Presencial
Carácter de la carrera:	Continuo
Duración:	4 años

Estructura de gobierno y gestión de la carrera.

La estructura de gestión para atender los asuntos relacionados con el Doctorado está integrada por un/a Director/a de la carrera, un/a Codirector/a y un Comité Académico.

UNSAM INTERVINO

281/16

Comité Académico

Este Comité estará integrado por no menos de tres (3) profesores del cuerpo académico del doctorado.

El Director/a de la carrera, el Codirector/a de la carrera y los integrantes del Comité Académico son designados por el Decano del INCALIN, por períodos de tres años, renovables.

El Comité Académico vela por el cumplimiento del Reglamento de la carrera, interactuando directamente con los alumnos de la carrera y sus Directores de Tesis.

El Director de la Carrera, el Codirector/a de la carrera y los miembros del Comité Académico, deben cumplir los mismos requisitos que un Director de Tesis.

Las funciones del Comité Académico, del Director/a de la carrera y del Codirector/a de la carrera se detallan en el Reglamento de la carrera.

Comisión Asesora

Esta Comisión Asesora se integrará con al menos cinco (5) miembros que serán designados por el Decano, en acuerdo con el Consejo Académico del INCALIN, con profesores y/o investigadores y/o tecnólogos de reconocida trayectoria en la temática propia de la Calidad e Innovación Industrial.

Las funciones de la Comisión Asesora serán:

- Promover la excelencia en las actividades pertinentes al doctorado.
- Supervisar periódicamente la calidad académica de la carrera.
- Asesorar al Comité Académico en todos los aspectos relevantes de la carrera que tiendan a su fortalecimiento y mejora continua.

UNSAM
INTERVINO

Cuerpo Académico

El Cuerpo Académico está constituido por los Profesores de los cursos, los Directores y Co-directores de Tesis y los Profesores e Investigadores que lideran las líneas de investigación vinculadas a la temática

281/16

del Doctorado en Calidad e Innovación Industrial. Los miembros del Cuerpo Académico deben cumplir con los mismos requisitos que los Directores de Tesis.

El cuerpo académico inicial está conformado por un mínimo de 5 Profesores para el bloque obligatorio y 15 Profesores para materias electivas, todos con pertenencia UNSAM en distintas categorías y dedicaciones, más 4 Profesores de otras Universidades. Para la dirección/codirección de tesis se cuenta con un grupo inicial de 35 Doctores en distintas disciplinas entre docentes y colaboradores de sus grupos de investigación radicados en el Parque Tecnológico Miguelete del INTI.

También han comprometido su participación 9 Profesores del exterior, incluyendo cinco destacados científicos / tecnólogos de los 18 integrantes del Comité Internacional de Pesas y Medidas CIPM dispuestos a dictar cursos intensivos de 2 semanas de duración cada uno.

Áreas de formación vinculadas con líneas de investigación

Estas áreas se articulan entre sí a través de proyectos de investigación y constituyen el marco inicial para la realización de las tesis doctorales.

1. Área Metrología

La UNSAM es la única Universidad del país con escuela de Metrología formando recursos humanos a través del INCALIN en prácticamente todas sus ramas de Metrología Científica, Industrial y Legal. Más de 100 profesionales del INTI se formaron en Metrología a lo largo de 40 años de cooperación con el PTB - Physikalisch - Technische Bundesanstalt de Alemania. Tres de los profesores que integran el cuerpo docente de esta carrera obtuvieron su título de Doktor Ingenieur en la Universidad de Braunschweig, realizando la tesis en el PTB. Otros se han capacitado en Estados Unidos, Italia y Canadá. Esta conjunción de recursos humanos y laboratorios del INTI puestos a disposición del INCALIN posibilita la realización de tesis doctorales en un amplio espectro de la ciencia de las mediciones, abordando mediciones de tiempo y frecuencia, mediciones eléctricas, mediciones ópticas, mediciones químicas, de masa, temperatura, dimensionales, etc.

Varios patrones de medida se realizan en el INTI actualmente en base a propiedades del átomo y fenómenos cuánticos: el metro se realiza con láser primario de He-Ne estabilizado con celda de iodo, el segundo se realiza con reloj atómico de Cesio 133 (premio Nobel de física 1989), la vinculación entre las frecuencias de realización del metro y del segundo se realiza con un nuevo dispositivo llamado peine

UNSAM INTERVINO

281/16

óptico de frecuencias (premio Nobel de física 2005), todas las mediciones eléctricas se basan en la realización del volt por efecto Josephson (premio Nobel de física 1973) y el ohm por efecto Hall cuántico (premio Nobel de física 1985 a Klaus von Klitzing, Dr. honoris causa de UNSAM 2016). A su vez, esos patrones se hayan en procesos constante de mejoras, como los nuevos relojes atómicos basados en átomos fríos (premio Nobel de física a Claude Cohen Tannoudji, Dr. honoris causa de UNSAM 2014). Un nuevo sistema para efecto Hall cuántico libre de helio líquido resulta de interés para diversas aplicaciones. Y la disponibilidad de los patrones permite investigaciones con nuevos materiales de interés multidisciplinario (ICAS-UNSAM, CNEA, INTI, CONICET- PICT 2014).

La transferencia de la exactitud de medición con trazabilidad a los patrones primarios da lugar a permanentes innovaciones que permiten mejorar la calidad industrial en el medio productivo. Así por ejemplo a partir de un sistema Josephson programable se pueden generar tensiones eléctricas de alta exactitud en rangos variados de tensión y frecuencias para calibrar equipos de usuarios finales (proyecto INTI - EURAMET – Unión Europea). La calidad y seguridad de transmisión de señales demanda investigaciones para diversas aplicaciones, como ser en sistemas embebidos, en controladores fiscales y en sistemas inteligentes de distribución de energía eléctrica (FONARSEC FITS 04/13)

La esencia multidisciplinaria de la metrología permite también concebir aplicaciones de un ámbito en otro, como podría ser el uso del peine óptico de frecuencia para mediciones químicas caracterizando diversas sustancias mediante espectroscopía molecular.

Para el año 2018 se preparan cambios trascendentes en las unidades de medida. Todas las unidades de base quedarán definidas fijando el valor de constantes universales. Como novedad, el kilogramo estará basado en la constante de Planck, el mol en la constante de Avogadro, el kelvin en la constante de Boltzmann y el ampere en la carga del electrón. Estos cambios se han ido demorando porque se sustentan en complejos experimentos desarrollados en los institutos nacionales de metrología más avanzados cuyos resultados deben coincidir. El cambio ha sido objeto de análisis en el Comité Internacional de Pesas y Medidas - CIPM durante más de 10 años, con la participación activa del titular de la cátedra de Metrología del INCALIN, uno de los 18 miembros del CIPM. El tema es una de las actividades de investigación acreditada en el ámbito de la Maestría en Calidad Industrial del INCALIN. Todos los docentes de la cátedra participaron en 2013 de una escuela de seis meses de duración, reconocida por otra Universidad para asignar créditos a una tesis de doctorado en Ingeniería. Nuevos desafíos surgirán para implementar el Sistema Internacional de Unidades SI en el ámbito local y asegurar la trazabilidad de las mediciones a los valores de las constantes universales fijados en el nuevo SI. A su vez esas cadenas de trazabilidad deberán ser cada vez más cortas, idealmente con patrones miniaturizados y directamente incorporados en las máquinas interconectadas en red a nivel planetario, en el contexto de la Cuarta Revolución Industrial que se describiera anteriormente. Ese contexto plantea también desafíos relacionados con nuevas tecnologías, como nanometrología, calibración de robots con

UNSAM INTERVINO

otros robots, calibración de impresoras 3D en plantas de producción con autómatas guiados por láser (laser tracer), requisitos metrológicos a satisfacer por autos, camiones, tractores, maquinaria agrícola sin chofer y vehículos aéreos no tripulados (drones).

Este amplio abanico de temas, del cual aquí se mencionan sólo algunos, podrá abordarse con tesis doctorales vinculadas a esta carrera.

2. Área Innovación en Sectores Industriales

Tanto la UNSAM como el INTI exhiben hoy como ejemplo exitoso de interacción entre ambas instituciones un producto innovador llamado Nanopoc, realizado en forma conjunta. Se trata de un desarrollo donde convergen recursos de nanotecnología y microelectrónica aportados por INTI con otros de biotecnología aportados por UNSAM. Consiste en un kit de diagnóstico que permite detectar en el lugar (point of care "POC") y de manera casi instantánea enfermedades infecciosas como el síndrome urético hemolítico (SUH), dengue, chagas y VIH. También sirve para determinar brucelosis y aftosa en animales y podría aplicarse a otras enfermedades humanas o animales. En el marco asociativo de un proyecto FONARSEC participan varias empresas. Este producto ya mereció el primer premio en la categoría Equipamiento Médico y la principal distinción del concurso INNOVAR 2014.

Otro desarrollo conjunto premiado en la categoría Nuevas Tecnologías en Investigación Científica del concurso Innovar 2016 del MINCyT es el de una memoria llamada MeMOSat, diseñada especialmente para funcionar en el espacio bajo condiciones ambientales hostiles, en este caso soportando fuertes radiaciones. Dos nanosatélites producidos por la empresa nacional Satellogic llevan memorias MeMOSat, desarrolladas por el Grupo LabOSat del que participan la UNSAM y el INTI junto con CNEA y CONICET. Las MeMOSat envían información desde los satélites y permiten estudiar su comportamiento en estos ambientes hostiles.

Varios miembros del cuerpo académico propuesto para esta carrera integran otros consorcios FONARSEC en los que participa el INTI. Esa interacción público privada para la Innovación, promovida inicialmente desde el MINCyT, seguramente habrá de multiplicarse como política de Estado en el contexto de la Cuarta Revolución Industrial. La carrera de Doctorado que aquí se propone constituye una herramienta ideal para despertar vocaciones, o convocar proyectos innovadores concebidos con empresas. Los nuevos doctorandos habrán de insertarse en los grupos de trabajo ya consolidados y en otros que habrán de seguir ese camino, aprovechando la infraestructura de laboratorios, plantas piloto, recursos humanos y relacionamiento del INTI con el medio productivo en una vasta diversidad de sectores industriales. Se buscará fomentar la innovación en micro-nano sensores, especialmente biosensores, en diseño de circuitos impresos de alta complejidad, drivers para nuevo tipo de LEDs, circuitos integrados para aplicaciones específicas con verificación y validación de su calidad, la

UNSAM INTERVINO

innovación en sistemas de liberación controlada de aplicación industrial, en procesos sintéticos y escalado para la industria farmoquímica y de química fina, la innovación en agroalimentos, en envases de distintos productos, en materiales plásticos, en textiles funcionales, en procesamiento y tecnología de caucho, en adhesivos, baterías, supercapacitores y celdas de combustible, en fabricación aditiva (impresión 3D), en diseño industrial aplicado a todas las áreas, en sistemas de protección contra riesgos de incendios en silos, en depósitos de residuos, uso de drones para monitoreo de riesgos, materiales ignífugos, etc.

En todas las áreas referidas a los proyectos de investigación detallados en el Anexo correspondiente trabajan investigadores del cuerpo académico disponiendo de valioso equipamiento en cada uno de los Centros del INTI, como son INTI - Electrónica e Informática, INTI – Micro y Nanoelectrónica del Bicentenario, INTI – Física y Metrología, INTI – Procesos Superficiales, INTI – Mecánica, INTI – Plásticos, INTI – Caucho, INTI – Diseño Industrial, INTI – Química, INTI – Textiles, INTI - Agroalimentos, INTI - Carnes, INTI - Lácteos, etc. Los últimos 5 de esta lista disponen de Plantas Piloto para el escalado de productos, facilitando el pasaje del laboratorio a la producción industrial en pequeña escala. Además de su planta piloto, INTI – Química dispone también de una gran variedad de cromatógrafos y espectrómetros de alta performance.

Desde INTI - Física y Metrología se abordó tempranamente la nanotecnología, prácticamente desde su inicio, llegando a estar entre los primeros 10 laboratorios del mundo que obtuvieran imágenes con resolución atómica. Luego otros Centros incursionaron en distintas ramas de la nanotecnología, conformando un Grupo de Nanotecnología Industrial. Actualmente interactúan coordinadamente siete grupos de investigación en temas de nanotecnología. Entre otras facilidades se cuenta con una sala limpia de 150 m2 dividida en clase 100, 1000 y 10.000, Nanolab 650 de doble haz FIB/SEM para nanofabricación, equipamiento para análisis y caracterización de MEMs, analizadores de tamaño de partículas en rangos nanométricos, equipo de electrohilado para obtención de nanofibras, etc.

El Centro INTI – Diseño Industrial trabaja desde el año 2008 en impresión 3D a partir de archivos digitales, disponiendo ahora de tecnología de punta al incorporar una impresora "Objet500 Connex", que fue adquirida mediante una línea de financiamiento del FONTAR.

La extensa lista de facilidades e infraestructura puede consultarse en el sitio web http://www.inti.gob.ar ingresando a la página de cada uno de los Centros

CONDICIONES DE INGRESO

Para ingresar a la carrera de doctorado del Instituto y aspirar al grado de ***Doctor en Calidad e Innovación Industrial***, el postulante deberá cumplir con los siguientes requisitos:

UNSAM INTERVINO

a. Acreditar el título de grado en una carrera universitaria de cuatro (4) años o más de duración como mínimo, otorgado por universidades nacionales o extranjeras con reconocimiento oficial en Ingeniería, Química, Física, Biología, u otras disciplinas afines a la temática de la carrera. En caso de poseer un título de formación y nivel equivalente, la situación será evaluada por el Comité Académico.

b. Presentar sus antecedentes y, cuando el Instituto lo solicitara, los programas de los estudios realizados para su evaluación.

c. Cumplir con los requisitos complementarios que puedan fijarse en el momento de evaluación de las postulaciones. Estos requisitos pueden incluir exámenes y cursos de nivelación. De considerarlo necesario, el Comité Académico puede exigir al postulante el cursado y aprobación de una o más asignaturas complementarias a las de su carrera de grado que permitan adecuar su nivel al requerido para el ingreso al posgrado. Dichas asignaturas serán cursadas con carácter obligatorio y no formarán parte de la currícula de la carrera de Doctorado. Estos cursos de nivelación deberán realizarse durante el primer año de la carrera. En caso de requerirse exámenes, los mismos deberán realizarse dentro de los tres meses de la aprobación condicional de la solicitud de admisión.

d. Rendir y aprobar un examen escrito de idioma inglés que consistirá en la traducción del inglés al castellano de un artículo científico seleccionado al efecto.

Cuando alguno de estos requisitos de ingreso se encontrare notoriamente satisfecho a juicio de la Comisión, podrá eximirse al postulante de la correspondiente exigencia.

REQUISITOS PARA LA CARRERA

Para el Doctorando

a. Una vez aceptado su ingreso, el doctorando deberá presentar, en un plazo no mayor a un año, un director de tesis, o bien un director y un codirector. En casos especiales el Comité Académico podrá designar un segundo codirector. Podrá actuar como director/codirector de tesis todo profesor o investigador de reconocida trayectoria que posea el título máximo en su especialidad o méritos equivalentes. El director de tesis tendrá la responsabilidad de guiar y verificar el trabajo realizado por el doctorando.

b. Presentar al Instituto para la aprobación por el Comité Académico del Doctorado un plan tentativo de materias a cursar avalado por el Director o Co-Director.

c. Presentar al Instituto para la aprobación por el Comité Académico, el tema y plan preliminar de tesis de doctorado, en un plazo no mayor a un año. Ambos deberán estar refrendados por el director y/o codirector. El Comité Académico podrá requerir información adicional sobre la propuesta de tema y plan de tesis al director y opiniones a profesionales calificados, aun cuando no pertenecieran a la Universidad.

UNSAM INTERVINO

N° 281/16

d. Presentar cada año un informe sobre la evolución del trabajo. Este informe deberá ser por escrito y deberá estar avalado por el Director o por el Co-Director.

e. Participar en el Seminario Anual de Investigación. Éste es público e involucra la presentación del grado de avance en el trabajo de tesis.

f. Requerir la expresa aceptación por parte del Instituto, a través del Comité Académico, de cualquier modificación sustancial del plan de tesis original o cambio de director/codirector.

g. Señalar en el plan preliminar de tesis los laboratorios o plantas donde se ejecutará el trabajo.

h. Cumplir con el plan de materias.

Para el Director de tesis

a. Podrá ser Director de Tesis cualquier investigador activo de trayectoria y capacidad reconocidas en el área de la investigación. El Director de Tesis debe poseer el grado de Doctor en alguna disciplina vinculada con el proyecto de investigación encarado por el estudiante o méritos equivalentes. En caso de no ser Profesor de UNSAM, en forma conjunta con la solicitud de admisión del postulante, se deberá acompañar el *curriculum vitae* del Director de Tesis postulado, y el Comité Académico decidirá si éste reúne las calificaciones para actuar en tal carácter.

b. El Director de Tesis tendrá la responsabilidad de guiar al estudiante en la confección del Plan de Tesis y en la realización de su trabajo de investigación. Si la temática o las necesidades de seguimiento del estudiante requieran que se designe un Co-Director de Tesis, éste deberá reunir las mismas calificaciones que el Director.

DISEÑO DE LA CARRERA

La carrera se estima en cuatro años con dedicación exclusiva. Si para completar los estudios se requiere un plazo mayor a cuatro años, deberá contarse con la autorización expresa del Comité Académico. Durante el período de estudios el alumno deberá cumplir con:

a. La aprobación de un bloque de materias obligatorio común a todos los doctorandos establecida en el plan de estudios, mas aquellas asignaturas que el estudiante y su Director/Co-Director de Tesis sugieran, previa aceptación por parte del Comité Académico. Cada asignatura aprobada le dará al alumno una cantidad predeterminada de créditos. Deberán completarse en total 20 créditos. La publicación de artículos en el tema y la participación en Congresos Nacionales o Internacionales donde se expongan resultados parciales del plan de investigación propuesto puede resultar en la asignación de créditos para el alumno, en la cantidad que el Comité Académico evalúe.

b. La realización de tareas de investigación propuestas en el Plan de Tesis, que aporten nuevos conocimientos y cuya originalidad permita su divulgación en revistas de prestigio.

UNSAM INTERVINO

281/16

c. La participación en el Seminario Anual de Investigación.

d. La aprobación de los informes anuales de avance

e. La elaboración, presentación, defensa y aprobación de una Tesis Doctoral.

Las regulaciones correspondientes al Doctorado en Calidad e Innovación Industrial se detallan en el Reglamento de la Carrera que rige el otorgamiento del grado académico.

Materias y Cuerpo docente

Los investigadores y docentes vinculados a la UNSAM a través del INCALIN que cumplan con los requisitos dictarán materias de su especialidad y dirigirán tesis en el contexto de esta carrera, así como también otros investigadores de UNSAM o externos, en las más diversas líneas de investigación y desarrollo propias de la temática del Doctorado en Calidad e Innovación Industrial.

Se elige la modalidad semi - estructurada para la carrera, con la oferta de materias que a continuación se describe, que incluye algunas materias compartidas con otras Unidades Académicas de la UNSAM y la posibilidad de cursar otras en ámbitos académicos de reconocido prestigio, de acuerdo al plan de investigación propuesto. Estas materias deberán ser sugeridas por el Director de Tesis de común acuerdo con el doctorando, sujeta a la aprobación del Comité de Doctorado. El puntaje de créditos que otorgará cada materia se corresponde con el criterio general adoptado en la UNSAM de 1 crédito equivalente a 16 horas de cátedra. A continuación se enumeran algunas materias que componen el conjunto inicial de materias que se habrán de ofrecer en la carrera, pudiendo luego agregarse otras en función de los temas de tesis que se vayan proponiendo

Bloque de materias obligatorio, 7 créditos

Este bloque de materias se considera como insumo necesario para el desarrollo adecuado de las tareas de investigación relacionadas con este doctorado. Los conceptos de gestión total de la calidad desde el diseño hasta el producto final, gestión por procesos, gestión de la innovación, gestión del diseño industrial, fundamentos de metrología y gestión de la competencia técnica de laboratorios serán de estudio obligatorio para ser aplicados por los doctorandos en la realización de sus trabajos de tesis. El INTI ofrece un ambiente adecuado para este fin, siendo que la mayoría de sus laboratorios cumplen con requisitos normativos de calidad y por ser el Instituto legalmente reconocido como autoridad en materia de Metrología a nivel nacional e internacional. La UNSAM lleva ya más de 20 años formando recursos humanos con estos saberes a través del INCALIN. Los proyectos de tesis doctorales que se presenten referidos a procesos de gestión novedosos, deberán ser orientados a aplicaciones con resultados concretos en las dos áreas de investigación anteriormente mencionadas (1. Metrología y 2. Innovación en Sectores Industriales).

UNSAM INTERVINO

281/16

Ob. 1. Introducción a la Calidad

Ob. 2. Gestión de la Calidad enfocada en los Procesos

Ob. 3. TQM - Gestión de la Calidad Total

Ob. 4. Introducción a la Metrología - Unidades de Base y Constantes Universales

Ob. 5. Competencia técnica de laboratorios de calibración y ensayos (ISO 17025)

Ob. 6. Gestión, Valorización y Evaluación de la Innovación

Materias Electivas dictadas por docentes UNSAM

El. 1. Introducción a la Nanotecnología, 5 créditos

El. 2. Micro/Nanosistemas de liberación controlada de aplicación industrial, 2 créditos

El. 3. Micro y nanoelectrónica. Tecnologías y aplicaciones, 4 créditos

El. 4. Biosensores, 3 créditos

El. 5. Innovación en materiales plásticos, 2 créditos

El. 6. Desarrollo de Procesos Sintéticos y Escalado en la Industria Farmoquímica y Química Fina, 2 créditos

El. 7. Gestión de Diseño Industrial y fabricación aditiva, 4 créditos

El. 8. Economía de la Innovación, 1 crédito

El. 9. Innovación Agroindustrial, 1 crédito

UNSAM INTERVINO

L' 281/16

EI. 10. Metrología Cuántica, 4 créditos

EI. 11. Mediciones de Energía Eléctrica y Redes Eléctricas Inteligentes, 2 créditos

Materias electivas dictadas por docentes invitados de otras Universidades del país

EI. 12. Inteligencia Artificial, 16 horas, 1 crédito

EI. 13. Control Robusto Avanzado, 80 h, 5 créditos

EI. 14. Tópicos de Control Industrial Avanzado, 80 h, 5 créditos

EI. 15. Ingeniería de la Información para Aplicaciones Tecnológicas, 2 créditos

Materias electivas dictadas por docentes internacionales

EI. 16 Metrology in Chemistry 16 h, 1 crédito

EI. 17. Dynamic Measurements 16h, 1 crédito

EI. 18. Thermometry 16h, 1 crédito

EI. 19. Force and Torque Measurements, 16h, 1 crédito

EI. 20. Measuring Sustainability, 16 h, 1 crédito

EI. 21. Evaluation of measurement uncertainty, 16h, 1 crédito

EI. 22. Metrología de tiempo y frecuencia, 16h, 1 crédito

EI. 23. Dinámica del fuego, 32h, 2 créditos

E.I 24. Manejo de riesgos en procesos industriales, 32h, 2 créditos

UNSAM
INTERVINO

281/16

CONTENIDOS MÍNIMOS DE LAS MATERIAS

Bloque Obligatorio: CALIDAD E INNOVACIÓN INDUSTRIAL

Ob. 1. Introducción a la Calidad.

Escuelas universales. Los grandes maestros. Focalización al cliente. IS0 9000 y TQM. Hacia la mejora continua de la calidad. Ejemplos de empresas argentinas. Las bases del Premio Nacional a la Calidad.

Ob. 2 Gestión de la Calidad enfocada en los Procesos

Desde la organización estructural al pensamiento operativo. Fundamentos de la gestión de procesos. Mapa del modelo de los procesos. Presentación de la serie de normas IS0 9000:2000. Motivación y gestión de la calidad. Documentación de un sistema de gestión de la calidad. Auditorías internas. Planificación, ejecución de auditorías y seguimiento de auditorías (Norma IS0 19011).

Ob. 3. TQM - Gestión de la Calidad Total

Abordaje japonés al TQM utilizando videos del Massachusetts Institute of Technology (MIT) con presentaciones de Shoji Shiba, Prof. de Tsukuba University y del Indian Institute of Technology.

Evolución del concepto de calidad. Las cuatro revoluciones del pensamiento en Management: Focalización al cliente. Mejora continua de la calidad. Participación total. El entramado de la sociedad. Metodología de Shiba para resolución de problemas.

UNSAM INTERVINO

Ob. 4. Introducción a la Metrología - Unidades de Base y Constantes Universales

Vocabulario. Sistemas de magnitudes y de unidades, el SI. Exactitud, precisión, reproducibilidad y repetibilidad. Incertidumbre. Errores. Patrones. Materiales de referencia. Trazabilidad. Calibración. Tolerancia. Incertidumbre de medición.

281/16

Unidades de base y su relación con constantes universales. El nuevo SI. Organización metrológica a nivel nacional e internacional. Profundización del concepto de medición, relación entre contar y medir. Ruido e incertidumbre en la frontera de lo medible. Análisis crítico del Principio de Incertidumbre de Heisenberg.

Ob. 5. Competencia técnica de laboratorios de calibración y ensayos

Normas internacionales de gestión de la calidad en laboratorios. Control de los documentos y de los datos. Manual de la calidad, instrucciones de procedimiento y de trabajo. Requisitos técnicos según Norma ISO 17025. Validación / verificación. Aseguramiento de la calidad de los resultados de ensayo. Auditorías internas. Desarrollo del proceso de acreditación. Acreditación en el ámbito internacional. Ejercicios y casos de ejemplo.

Ob. 6. Gestión, Valorización y Evaluación de la Innovación

Introducción a la gestión de la investigación y la innovación. Modelos y herramientas de innovación. El proceso de Innovación. Visión estratégica. El rol del investigador en el proceso de Innovación. Ecosistemas Innovadores. Liderazgo y gestión de la diversidad. Herramientas. De la Investigación a la Innovación. Financiación, Evaluación y Certificación (UNE166002:2014). Valoración y Protección de los Resultados. Trabajo transversal. Presentación, discusión de trabajos, conclusiones y cierre

Materias Electivas

El. 1. Introducción a la Nanotecnología

Fundamentos de la Nanotecnología. Herramientas matemáticas necesarias y comunes en nanoestructuras. Nanoestructuras y geometría. Cables y puntos cuánticos. Nanopartículas, nanotubos, nanohilos. Electrones en nanoestructuras. Aplicaciones con *quantum dots*. Bio-remediacion. Síntesis y Caracterización de nanoparticulas. Nanomateriales. Bottom-up y top-down. Autoensamblado. Biosensores. Tecnologías de microfabricación. Litografía. Encapsulado de microsistemas. Aplicaciones de MEMS. Aplicación de nanopartículas magnéticas en medicina (drug delivery, contraste de MRI, hipertermia, etc). Nanoparticulas superparamagnéticas (SPIONs). Las radiaciones ionizantes como

UNSAM INTERVINO

herramientas nanotecnológicas industriales. Nano Materiales "blandos" (soft nanomaterials). Nano y microemulsiones; micelas, liposomas, niosomas y polimerosomas. Nanopartículas poliméricas, lipídicas, carriers lipídicos nanoestructurados. Dendrímeros, nanocristales, nanofibras. Drug delivery. ADN como molécula ideal para construcciones a nanoescala. Nano maquinas.

EI. 2. Micro/Nanosistemas de liberación controlada de aplicación industrial

Sistemas de liberación controlada: definiciones y conceptos; aplicaciones generales. Micro/nanosistemas de liberación controlada de aplicación industrial. Materias primas: polímeros sintéticos y biopolímeros; materiales inorgánicos; materiales compuestos; compuestos activos. Métodos de micro/nanoencapsulación de compuestos activos: tecnologías escalables; control de proceso; diseño experimental. Caracterización físicoquímica: tamaño de partícula, potencial Z, morfología, determinación de contenido, ensayos de performance. Perfiles de liberación: características; modelos matemáticos; correlaciones. Criterios de calidad en el desarrollo de sistemas de liberación controlada.

EI. 3. Micro y nanoelectrónica. Tecnologías y aplicaciones

Tecnologías de microfabricación. Tecnologías de electrónica impresa funcional. Tecnologías cerámicas híbridas. Encapsulados de sistemas de aplicaciones específicas. Aplicaciones de microsensores y microsistemas físicos, químicos y bio.

EI. 4. Biosensores

Introducción a sensores químicos y biosensores. Sensores y biosensores electroquímicos. Biosensores ópticos. Biosensores gravimétricos. Nanosensores. Dispositivos point-of-care y lab on a chip. Nanopoc. Seminarios.

EI. 5. Innovación en materiales plásticos

Nuevos materiales plásticos. Nanocompuestos. Nanorefuerzos. Materiales inteligentes y activos. Innovación en materiales plásticos empleando materias primas de origen renovable. Desarrollo de materiales plásticos sustentables en empresas de sectores industriales como envases, embalajes, transporte y automotriz. Innovación en materiales plásticos para aplicaciones agropecuarias. Aditivos funcionales. Aplicaciones prácticas a diversos casos.

UNSAM
INTERVINO
281/16

EI. 6. Desarrollo de Procesos Sintéticos y Escalado en la Industria Farmoquímica y Química Fina.

Introducción a la química de proceso. Rendimientos. Seguridad. Reproducibilidad. Simpleza operacional. Economía de átomos. Procesos verdes. Selección de la ruta de síntesis. Síntesis de nuevas moléculas y de ya conocidas en el mercado. Criterios para la elección de la ruta más conveniente. Costo y optimización de proceso. Subproductos-Impurezas. Métodos Analíticos. Efluentes. Calidad de materiales de partida. Estequiometría. Condiciones de reacción. Combinación de etapas sintéticas. Efecto del solvente. Diseño estadístico de experimentos. Work-up de la reacción. Aislamiento del producto del medio de reacción. Extracciones líquido-líquido. Emulsiones. Filtraciones. Aislamiento de producto y secado. Escalado de procesos sintéticos. Planta Piloto. Transferencia de masa. Transferencia de calor. Balance de masa. Tipos de agitación. Documentación de transferencia de tecnología a planta de producción. Cristalización y Polimorfismo. Solubilidad y Rendimiento. Nuevas tecnologías. Reacciones asistidas por microondas. Química de Flujo. High Throughput Screening para la optimización y desarrollo de nuevas reacciones.

EI. 7. Gestión de Diseño Industrial y fabricación aditiva

Diseño e innovación. Diseño Estratégico. Proceso de diseño y desarrollo de nuevos productos. Design thinkin. Escenarios para pensar el producto. Tecnologías de impresión 3D y fabricación aditiva. Prototipado rápido

EI. 8. Economía de la Innovación

Conceptos fundamentales de economía de la innovación y el cambio tecnológico. Modelizaciones de dinámicas de innovación. Procesos de aprendizaje, tipos de aprendizaje: learning by doing, learning by interacting, learning by buying, etc. Aprendizaje e institucionalización del conocimiento, aprendizajes y diseño de estrategias de innovación y desarrollo. Sistemas de innovación (nacionales, regionales, locales). Funcionamiento del Sistema Nacional de Innovación argentino. Escenario actual, dinámicas nacionales y sectoriales. Oportunidades (Sistema científico-tecnológico, Estructura política, Dinámica empresarial).

UNSAM INTERVINO

EI. 9. Innovación Agroindustrial

Fundamentos, ventajas, principales factores de proceso y equipamiento correspondientes a tecnologías convencionales de procesamiento de alimentos y nuevas tecnologías (térmicas emergentes, no

281/16

térmicas) que permiten asegurar inocuidad y extender la vida útil de los alimentos como también agregar valor mediante la diferenciación o el desarrollo de productos y el aprovechamiento de subproductos de la industria alimentaria.

EI. 10.Metrología Cuántica

Introducción a la Mecánica Cuántica. Fundamentos. Principio de Incertidumbre. Límites en los procesos de medición. Semiconductores. Efecto Hall clásico. Efecto Hall cuántico entero y fraccionario. Patrones de resistencia eléctrica. Sistemas de medición, comparadores criogénicos de corriente. Superconductividad. Efecto Josephson DC y AC. Patrón cuántico de tensión eléctrica. SQUIDS. Patrón de tensión programable y pulsado. Teoría del *single electron tunnelling* SET. Bombeo de electrones. Estado del arte en la reproducción del ampere. Relojes atómicos. Principio de funcionamiento. Realización del segundo. El reloj fuente de cesio. Relojes ópticos, peine de frecuencias. Átomos fríos. Temperatura y la constante de Boltzman. Escalas de temperatura. ITS 90 y posteriores. Termometría primaria de gases. Termometría de ruido Johnson.

EI. 11.Mediciones de Energía Eléctrica y Redes Eléctricas Inteligentes

Patrones de tensión y corriente alterna. Patrones de potencia y energía. Patrones térmicos. Muestreo digital.

Medidores de energía eléctrica. Mediciones en alta tensión. Transformadores de medida. Mediciones sincrofasoriales. Redes eléctricas inteligentes. Generación distribuida.

EI. 12.Inteligencia Artificial

Inteligencia Artificial, conceptos básicos e historia. Métodos de búsqueda exhaustivos y heurísticos.

Complejidad. Algoritmo genético. Redes neuronales biológicas y artificiales. Perceptrons. Red Multicapa – Retropropagación. Redes atractoras. Aprendizaje profundo. En todos los casos se incluirán ejemplos de aplicaciones

EI. 13.Control Robusto Avanzado

Control robusto con incertidumbre estructurada: Incertidumbre dinámica estructurada en formato LFT, Valores singulares estructurados y μ–síntesis. Reducción de orden en modelos: Direcciones preferentes de un modelo, Valores singulares y norma de Hankel, Realizaciones balanceadas, Balanceo y truncamiento. Cotas de error. Controladores LPV: Conceptos básicos, Aplicación al gain-scheduling, resultados basados en el Lema Acotado Real, Ejemplos. Identificación robusta e invalidación de

UNSAM INTERVINO

modelos: Conceptos básicos: consistencia, información a 'priori' y a 'posteriori', corvergencia, Conjuntos de sistemas y ruidos de medida, Difererencias con la identificación paramétrica clásica, Interpolación: Nevanlinna-Pick i Carathéodory-Fejér., Invalidación de modelos en tiempo y frecuencia.

EI. 14.Tópicos de Control Industrial Avanzado

Identificación y Control Adaptivo Clásico Aplicado.
Introducción al Control Predictivo por Modelo (MPC)
Limitaciones de Diseño.
Aplicación práctica del control Robusto, aspectos computacionales y de implementación.

EI. 15.Ingeniería de la Información para Aplicaciones Tecnológicas

Ingeniería de la Información, teoría fundamental. Aplicaciones relacionadas con la generación, distribución, análisis, y uso de la información en sistemas de ingeniería. Modelos estadísticos y fenomenológicos provenientes del procesamiento de señales, la teoría de la información, las comunicaciones, y el control para cada aplicación específica. Herramientas básicas para resolver problemas de modelado estadístico, estimación de señales, y detección de patrones. Se hará foco en una aplicación tecnológica particular que será utilizada de ejemplo para el planteo de los problemas específicos a resolver por el estudiante.

EI. 16.Metrología en Química (se dicta en idioma inglés: Metrology in Chemistry)

Mediciones en análisis inorgánico. Mediciones en análisis orgánico. Mediciones en análisis biológico. Mediciones en análisis electroquímico. Mediciones en análisis de gases. Mediciones en análisis de superficies.

EI. 17.Mediciones Dinámicas (se dicta en idioma inglés: Dynamic Measurements)

Mediciones en condiciones estáticas y en condiciones dinámicas. Terminología y validación de métodos. Equipamiento para adquisición de datos, sensores MEMS, mediciones ópticas sin contacto para facilitar la captura y análisis de variables dependientes del tiempo. Mediciones dinámicas para magnitudes mecánicas. Respuesta dinámica de medidores de flujo. Mediciones dinámicas de propiedades termofísicas para metrología de materiales. Confiabilidad requerida para mediciones dinámicas en cuestiones de movilidad, desde la industria automotriz hasta la robótica

UNSAM
INTERVINO
281/16

con implicancias metrológicas. Necesidades de trazabilidad y comparabilidad en mediciones dinámicas para la innovación industrial.

EI. 18.Termometría (se dicta en idioma inglés: Thermometry)

Nueva realización del kelvin fijando el valor de la constante de Boltzmann. Realización de la escala de temperaturas. Termometría de contacto. Termometría sin contacto. Magnitudes termofísicas. Mediciones de temperatura y humedad.

EI. 19.Mediciones de Fuerza y Torque (se dicta en idioma inglés: Force and Torque Measurements)

Mediciones de fuerza para un rango dinámico desde el pico Newton (pN) hasta el Mega Newton (MN). Mediciones de tensión y compresión. Máquinas patrones para mediciones de fuerza y torque. Diferentes principios de medición. Máquinas de peso muerto. Amplificación hidráulica. Mediciones estáticas y dinámicas e fuerza y torque. Fuerzas periódicas. Transductores de fuerza y torque de precisión.

EI. 20.Medición de la Sustentabilidad (se dicta en idioma inglés, o portugués: Measuring Sustainability)

El desafío de la sustentabilidad. Revisión histórica. Políticas de sustentabilidad. Cambio climático. Sustentabilidad e innovación. Indicadores. Sistemas sustentables. Herramientas estadísticas. Modelado de sistemas de sustentabilidad. Análisis multivariado. Sustentabilidad y normalización. Métrica de la sustentabilidad. Estimación de incertidumbres para evaluar impactos de variación de los indicadores sobre la salida del sistema (análisis de sensibilidad). Evaluación de robustez de modelos para representar la sustentabilidad del sistema. Análisis de riesgo. El debate de Borda-Condorcet. Impacto relativo sobre el índice de sustentabilidad. El camino para alcanzar altos niveles de sustentabilidad mediante evaluación de la incertidumbre. Clusters de sistemas basados en su índice de sustentabilidad e incertidumbres asociadas. El enfoque de la GUM. Casos de estudio y aplicaciones.

UNSAM
INTERVINO

EI. 21.Evaluación de la incertidumbre de medición (se dicta en idioma inglés: Evaluation of the measurement uncertainty)

Conceptos estadísticos que sustentan la evaluación de la incertidumbre. Convenciones y notación. Modelos de medición (univariado, multivariado, implícito, explícito, estadístico). Guía para la Expresión de la Incertidumbre GUM, aproximación a la evaluación de la incertidumbre. Propagación de primer orden (modelo univariado). Intervalos de cobertura. Métodos de Monte Carlo. Extensión a más de un mesurando (modelos multivariados). Propagación de primer orden en modelos multivariados y regiones de cobertura por métodos numéricos. Inferencia Bayesiana, Cadena de Markov. Trabajo internacional en relación con la GUM, incluyendo los suplementos a la GUM.

EI. 22.Metrología de tiempo y frecuencia

Tiempo y frecuencia, reproducibilidad, noción de duración. Unidad de tiempo, escala de tiempo. Tiempo propio y tiempo coordenado. Medida del tiempo y modelos teóricos. Tiempo y relatividad especial. Tiempo y relatividad general. Tiempo solar y tiempo de efemérides. Tiempo atómico. Patrones primarios de frecuencia, definición y realización de la unidad de tiempo. Herramientas estadísticas. Varianza de Allan; otros tipos de varianza. Patrones de cesio. Patrones secundarios. Relojes ópticos. Máseres de hidrógeno.

Comparaciones de tiempo locales. Comparaciones de tiempo a distancia. Propagación unidireccional y bidireccional de la señal. Fibras ópticas. Futuro de las comparaciones de tiempo y frecuencia. Hoja de ruta hacia la próxima redefinición del segundo. Actividad internacional en la metrología del tiempo. Tiempo Atómico Internacional (TAI) Tiempo Universal Coordinado (UTC), representaciones locales. UTC Rápido y TT(BIPM). Tiempos de los sistemas globales de navegación por satélite (GNSS). Diseminación de la hora.

UNSAM
INTERVINO

EI. 23.Dinámica del fuego

Modelos de ingeniería para incendios de compartimentos. Proceso de combustión. Crecimiento del incendio en un compartimento. Desarrollo del incendio. Tasas de liberación de energía. Velocidad de quemado y de liberación de calor. Incendios de diseño. Plumas de incendios y alturas de llamas. Ecuaciones de pluma basadas en experimentos. Llamas libres y acotadas. Jets de techo. Perfiles de presión y flujos de gases en compartimentos ventilados. Temperatura de gases. Incendios de Pre-flashover y Post – flashover. Transferencia de calor en incendios de compartimentos. Ecuaciones de conservación y generación de humo. Incremento de la presión en habitaciones cerradas. Llenado de humo de un recinto con pérdidas. Control de humos en grandes espacios. Productos de combustión. Química de los combustibles. Ecuaciones de conservación de las especies. Modelización de incendios en compartimentos.

EI. 24. Manejo de riesgos en procesos industriales.

Gestión preventiva de riesgos. Minimización de los daños. Manejo proactivo de los riesgos. Nuevas tecnologías para la determinación de riesgos. Uso de artefactos aéreos no tripulados (drones). Reglas de intervención en caso de siniestro

SEMINARIO ANUAL DE INVESTIGACION

Consiste en la realización de una o dos jornadas abiertas en el INCALIN dependiendo de la cantidad de trabajos a exponer, en la que, una vez al año, los doctorandos realizarán una exposición del estado de avance de sus trabajos de Tesis.

TESIS DOCTORAL

UNSAM
INTERVINO

Tema y duración de tesis

La Tesis de Doctorado consiste en un trabajo de investigación original relacionado con innovaciones en el diseño y desarrollo de productos o servicios, instrumentos y métodos de medición, equipos para ensayos industriales, o cuestiones científicas y técnicas novedosas que conduzcan a la mejora de la calidad industrial.

281/16

Para iniciar la tesis el doctorando deberá tener aprobado su plan de tesis por parte del Comité Académico. Deberá presentarse para ello un Plan de Tesis de acuerdo a los lineamientos dados en el Reglamento. Aprobada esta instancia, el doctorando estará habilitado para el inicio formal de la tesis.
Se estima que se requiere una dedicación de tiempo de 4 años con dedicación exclusiva a la carrera para la realización de las tareas de investigación, la cursada de las materias y la escritura de la tesis.

Presentación y defensa de la tesis

Finalizada la redacción de la Tesis Doctoral, la misma podrá ser presentada formalmente en cualquier época del año una vez cumplidos los siguientes requisitos:

1. Haber completado los requisitos curriculares y demostrar una permanencia mínima de tres años en el proyecto.
2. Contar con el aval del Director de Tesis.

El formato de presentación de la Tesis Doctoral se define en el Reglamento de la Carrera y podrá sufrir modificaciones en función de los cambios en las herramientas de procesamiento de datos y de comunicación. En principio, deberá presentarse mínimamente un ejemplar impreso y una versión en soporte informático.
El trabajo de tesis será evaluado por un jurado de tres miembros (tribunal evaluador), designado por el Comité Académico e integrado en su mayoría por miembros externos al programa de la Carrera y al menos uno externo a la Universidad. El Director y el Co-Director de Tesis no pueden formar parte del jurado.

Condiciones para el otorgamiento del título

Una vez cumplimentados los requisitos establecidos en el presente plan de estudios, y habiendo realizado, defendido y aprobado su trabajo de tesis, el candidato estará en condiciones de tramitar el título de Doctor en Calidad e Innovación Industrial.

Mecanismos de Acompañamiento y Orientación de los Alumnos

El acompañamiento y la orientación del alumno son realizados por el Director de Tesis, en colaboración con el Co-Director de Tesis en caso de existir. El progreso de los estudios será supervisado por el Comité Académico a través del Informe Anual reglamentario y de la presentación de avances de tesis en el Seminario Anual de Investigación.

UNSAM INTERVINO

281/16