

## **ANEXO I**

### **CARRERA DE POSGRADO**

#### **DOCTORADO INTERINSTITUCIONAL DOCTORADO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

#### **a. Fundamentos de la carrera.**

##### **Introducción**

La realidad actual hace necesaria la búsqueda de ventajas que permitan a cada organización mantenerse competitivamente en la economía globalizada, exigiendo un aprovechamiento integral de los propios bienes y recursos; basándose en su utilización racional, equilibrada y sostenible. La necesidad, por parte de las empresas, de una gestión más flexible, capaz de modificar con rapidez los planes de producción ante las señales del mercado, exige una organización empresarial más integrada, sistemática e interactiva.

Las actuales organizaciones públicas y privadas necesitan de recursos humanos altamente cualificados, con una visión estratégica, capaces de involucrarse y contribuir al desarrollo de los recursos locales y contribuir al cuidado del medio ambiente, en un proceso colectivo en el que las actuales condiciones reclaman la eficaz integración entre los componentes del sistema regional productivo y de servicios, como lo son las empresas, universidades, instituciones públicas o privadas, y organizaciones locales.

Desde el punto de vista estratégico, la política nacional en materia de tecnología e investigación, se plantea la necesidad de agregar valor a las producciones regionales. En este marco la cooperación constituye la llave que permite sumar fortalezas y coordinar recursos en pos de lograr un objetivo que permita mejorar las condiciones de las entidades cooperantes.

La región centro norte de Argentina se caracteriza por su notable crecimiento en producción de materia prima para las distintas industrias existentes. Esto, sumado a la inserción de nuestro país en instituciones y organismos internacionales como el MERCOSUR, y el intercambio de bienes y servicios cada vez más acentuado con otros países y regiones pone en evidencia la importancia

**Anexo I – Ord. N° 01**

del desarrollo de postgrados regionales en el tema de Ingeniería Industrial que permitan potenciar la actividad productiva y exportadora de la región y del país en general; fomentar la labor creativa en el trabajo interdisciplinario, perfeccionar la independencia de raciocinio en el planeamiento y ejecución de investigaciones, creando el ambiente propicio para las actividades de investigación, desarrollo e innovación que permitan competir con productos y servicios de clase mundial.

La formación de posgrado de un profesional capacitado para encarar el desafío tecnológico y coordinar las acciones de los distintos actores involucrados en un campo de estudio eminentemente multidisciplinario, con es el caso de la Ingeniería Industrial, es sin duda una de las responsabilidades que le atañen a la Universidad.

En este contexto, las Universidades Nacionales de Cuyo, Jujuy, La Rioja, Misiones, Salta y Tucumán, conveniadas específicamente en esta propuesta han conformado una Red con el propósito de satisfacer las vacancias detectadas, complementando en las diferentes instituciones participantes las debilidades de unas con las fortalezas de otras.

Estas instituciones, cuentan en sus ofertas académicas con carreras de Ingeniería relacionadas con el área de los procesos industriales, tales como: Ingeniería Industrial, Química (Orientaciones Petroquímica, Mineralurgia y Medio Ambiente), Mecánica, Mecatrónica, Eléctrica, Electrónica, Computación, Informática, Biomédica, Azucarera, en Alimentos, en Industrias Alimentarias, de Minas, y de Petróleo.

Por otro lado las instituciones participantes poseen una gran cantidad de Institutos, Laboratorios y Plantas piloto. Como ser, la UNT posee un laboratorio referente a nivel nacional de Instrumentación Industrial, Gabinetes de pruebas de motores y de Biocombustibles, de tratamiento de minerales y otras instalaciones de similar prestigio a nivel nacional. Además, las instituciones cuentan con una estrecha vinculación mediante convenios y años de trayectoria con diversos centros de Investigación de referencia Nacional e Internacional, entre ellos, casi la totalidad de los centros de Investigación CONICET de carácter tecnológico y de instituciones gubernamentales como por ejemplo la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres

**Anexo I – Ord. N° 01**

de Tucumán, entre otros. Con estas instituciones se realizan proyectos de investigación que aportan fuertemente a la temática de la carrera.

La Facultad de Ingeniería de la UNCuyo dispone Institutos, Laboratorios y Centros de Estudios, dedicados a la investigación, docencia y soporte en el grado y posgrado y a la transferencia al medio socio-productivo. Estas dependencias cuentan con una población estable de graduados y posgraduados y una población flotante de alumnos que realizan trabajos de corto, mediano o largo alcance en sus instalaciones. Además se dispone varios proyectos de la ANPCyT y poseen personal y becarios doctorales y posdoctorales de CONICET y cuentan con convenios con varias instituciones del país y del extranjero.

Además en las instituciones de la red, durante los últimos años se han formalizado proyectos de investigación de gran envergadura y de especial interés para el Doctorado Interinstitucional en Ingeniería Industrial, como ser los Proyectos PFIP-ESPRO (Proyectos Federales de Innovación Productiva – Eslabonamientos Productivos) en los años 2008-2009 y 2010 para atender debilidades tecnológicas del sector industrial de la región.

En este contexto, la Carrera de Posgrado se presenta como una alternativa necesaria para canalizar la falta de oferta específica en carreras de posgrados con nivel de doctorado en el área de los procesos industriales, según las últimas recomendaciones y requerimientos del Ministerio de Educación – Educación Superior, y la CONEAU.

Un análisis de los recursos que existen en las Unidades Académicas correspondientes a la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología de la U.N. de Tucumán, al Departamento Académico de Ciencias y Tecnologías Aplicadas a la Producción, al Ambiente y al Urbanismo de la U. N. de La Rioja, a la Facultad de Ingeniería de la U. N. de Cuyo, a la Facultad de Ingeniería de la U. N. de Salta, a la Facultad de Ingeniería de la U. N. de Jujuy y a la Facultad de Ingeniería de la U. N. de Misiones, permite apreciar que todas tienen carreras de grado en Ingeniería Industrial acreditadas por la CONEAU, que anualmente producen egresados, que además muchos de ellos poseen carreras de posgrado de nivel Especialización o Maestría, relacionada con la Ingeniería Industrial, pero no disponen de una continuidad en la formación a nivel doctorado en la mencionada disciplina.

**Anexo I – Ord. Nº 01**

Esta situación determina la necesidad de emigrar para poder completar la formación doctoral específica en Ingeniería Industrial, y muchas veces deriva en la transferencia del recurso intelectual a otros países que cuentan con Doctorado en Ingeniería Industrial (como E.E.U.U., Holanda, Irlanda o México).

La solución a esta problemática resulta compleja desde el punto de vista individual, ya que los recursos con que cuentan las instituciones universitarias de forma independiente no resultan suficientes para dar respuesta por sí solas a las necesidades de formar personal altamente cualificado, particularmente en la rama de la Ingeniería Industrial.

Es de hacer notar que en la Facultad de Ingeniería – UNCuyo, así como en la Universidad Nacional de Salta y Universidad Nacional de Tucumán, se dispone de una oferta de posgrado de Doctorado en Ingeniería con una propuesta, que difiere de la que se presenta aquí, al ser de tipo generalista. Es en este marco que cobra sentido la aparición de una carrera de doctorado en el área de la Ingeniería Industrial que se ocupe de la formación académica, la investigación, el desarrollo, la innovación y la transferencia tecnológica apropiada a una oferta de una disciplina específica de cuarto nivel. En nuestro país pueden encontrarse, entre otros, ejemplos en diferentes áreas disciplinares en la Universidad Nacional de Sur que cuenta con un Doctorado en Ingeniería Eléctrica y un Doctorado en Ingeniería Química; la Universidad Católica de Córdoba con un Doctorado en Ingeniería Electrónica; la Universidad Nacional de Tucumán con un Doctorado en Ingeniería Química; la Universidad Nacional de San Juan con el Doctorado en Ingeniería Civil, Doctorado en Ingeniería Mecánica, Doctorado en Ingeniería de Sistemas de Control, Doctorado en Ingeniería Eléctrica y Doctorado en Ingeniería Química. La implementación de un Doctorado específico en Ingeniería Industrial constituye una contribución importante, tanto para la formación de los recursos humanos de las universidades, como para las organizaciones y empresas industriales que están requiriendo la investigación, el desarrollo y la innovación como elementos claves para la optimización de sus variables productivas.

Las instituciones antes mencionadas han decidido ofertar esta carrera de Posgrado cuyo objetivo principal será formar doctores con un conjunto de conocimientos científicos vinculados específicamente al área propuesta y sus aplicaciones tecnológicas, lo que permitirá a mediano

**Anexo I – Ord. Nº 01**



plazo generar contribuciones científicas y tecnológicas en esta área de la ingeniería, con avances importantes y originales, lo cual en definitiva contribuirá al desarrollo local, regional y nacional.

Por las razones antes expuestas, la presente propuesta de carrera de Modalidad Presencial y Plan de Estudio Personalizado, de dictado continuo en la que participan la Universidad Nacional de Cuyo, Universidad Nacional de La Rioja, Universidad Nacional de Tucumán, Universidad Nacional de Salta, Universidad Nacional de Jujuy y Universidad Nacional de Misiones, presenta un importante aporte para cubrir estas falencias del área específica.

### **Justificación Interinstitucional**

El carácter cooperativo/colaborativo de la propuesta se fundamenta en la necesidad de generar Doctores con una formación de excelencia académica, a partir de compartir entre las Universidades intervinientes los recursos humanos en docencia y complementar la disponibilidad de recursos didácticos, tecnológicos y de investigación en general a fin de asegurar una mayor circulación de los saberes en las áreas de conocimiento propias de la Ingeniería Industrial, tal que permitan el desarrollo de Doctores con un formación de la más alta calidad. También se busca promover la movilidad de docentes y estudiantes del programa, con el objeto de trabajar de manera mancomunada y lograr la sinergia necesaria para subsanar las asimetrías regionales entre distintas disciplinas y recursos disponibles de las Universidades que integran el proyecto.

Esta propuesta permite superar las barreras existentes en forma aislada, sumar fortalezas y ofrecer una alternativa de formación beneficiosa para todos los integrantes.

Es por ello que a partir de las numerosas y exitosas experiencias de Cooperación entre las Universidades mencionadas, todas ellas con carreras de Ingeniería Industrial en su oferta académica; Institutos o Centros de Investigación afines y ofertas de Postgrado relacionadas a la propuesta realizada, se considera que se podrá desarrollar con éxito y sustentabilidad el Doctorado en Ingeniería Industrial, siendo la primera y única oferta de postgrado en su tipo en el país. Así, organismos con ofertas similares, articulan sus esfuerzos para constituir propuestas curriculares compartidas, dictando cursos de especialización, aceptando estudiantes de

**Anexo I – Ord. N° 01**

doctorado para trabajar en sus laboratorios, entre otros; construyendo de esta manera los ejes programáticos de por sí interdisciplinarios.

La puesta en marcha de este doctorado, permitirá que las instituciones involucradas se potencien en conjunto, aumentando la significación social de la formación y del mejor aprovechamiento de los limitados recursos materiales y financieros disponibles. Se evitarán las reiteraciones y deficiencias en la oferta académica, como así también la pérdida de relevancia en emprendimientos científicos, entre otros. Un trabajo colaborativo en conjunto, de estas características pretende iniciar un proceso de discusión y de construcción de consensos, tan necesarios para el fortalecimiento de las instituciones y su contribución al desarrollo local y regional que le permita estar en mejor posición para afrontar los desafíos derivados de la actual fase del proceso de integración.

Por otra parte, es importante destacar que esta propuesta cubre un área de vacancia brindando una oferta de formación avanzada de posgrado que surge de la necesidad de dar respuesta a una demanda insatisfecha detectada por diferentes Universidades de nuestro país; evidenciada en la búsqueda de ofertas en el extranjero y favoreciendo que muchos de ellos, una vez doctorados, no retornen al país.

La implantación de esta Carrera de Posgrado será una contribución importante, tanto para la formación de los recursos humanos de nuestras universidades como para las organizaciones que están requiriendo la investigación, el desarrollo y la innovación como elementos claves para el progreso y desarrollo.

El postgrado se articulará racionalmente con el nivel de grado y posgrado, el de ciencia y tecnología y el contexto provincial, regional y nacional en materia de necesidades de recursos humanos altamente cualificados.

## **b. Formulación de Objetivos.**

Considerando que esta carrera está dirigida a formar graduados con producción científica significativa e innovadora en la Ingeniería Industrial; que consoliden líneas de investigación que permitan ser reconocidos en el ámbito nacional e internacional; con capacidad de formación de

Anexo I – Ord. N° 01

recursos humanos para realizar investigación de punta en el área de especialidad; que sean promotores de investigación en sus ámbitos laborales con el fin de mejorar la toma de decisiones en las áreas respectivas:

El Objetivo General de la carrera es la formación avanzada de recursos humanos cualificados y polivalentes en el área de la Ingeniería Industrial con el nivel de doctorado; con el propósito de formar individuos a nivel doctoral específico en la rama de la Ingeniería Industrial con un alto nivel de conocimiento de rigor intelectual y científico que sean capaces de ser intelectualmente autónomos y competitivos a nivel regional en un contexto globalizado.

Como Objetivos Específicos, esta carrera esta dirigida a formar graduados:

- Que consoliden una línea de investigación que permita ser reconocidos en el ámbito nacional.
- Con reconocimiento nacional e internacional en su área de especialidad.
- Con capacidad de formación de recursos humanos para realizar investigación de punta en el área de la especialidad.

### **c. Perfil del Egresado**

El Doctor en Ingeniería Industrial es un posgraduado capaz de lograr aportes originales en el área específica de la Ingeniería Industrial, dentro de un marco de excelencia académica, científica y tecnológica; en estos términos el doctor en Ingeniería Industrial será capaz de desarrollar soluciones técnico-económicas y su optimización dentro del contexto socio industrial de la región.

### **d. Destinatarios (admisión)**

Para la admisión en la carrera, los aspirantes deberán ser egresados universitarios de carreras de grado de Ingeniería o que provengan de un posgrado con una temática afín al área de la Ingeniería Industrial. Excepcionalmente, podrán admitirse profesionales de otras disciplinas. En todos los casos la Comisión Académica Interinstitucional (CAI) evaluará la pertinencia de los requisitos formativos, provenientes del grado y/o posgrado a los efectos de la admisibilidad y el

Anexo I – Ord. N° 01



correspondiente plan de formación y nivelación que fuera necesario.

### **e. Nombre de la Carrera**

Doctorado en Ingeniería Industrial

### **f. Grado Académico**

Doctor en Ingeniería Industrial

### **g. Sede de la Carrera**

Al tratarse de una carrera Interinstitucional en la que participan las Universidades conveniadas, cada institución se constituye en sede de su carrera. Para el presente caso, se fija la sede de la carrera en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cuyo, Centro Universitario UNCuyo - M5502JMA, Mendoza – Argentina. Teléfono: +54 261 413 50 00 ext. 2163, Fax: +54 261 438 01 20. e-mail: di3@fing.uncu.edu.ar.

### **h. Propuesta de nominación del Director y Co-director de la Carrera**

Se propone para Director de la carrera a Nora I. Perotti (U.N.Tucumán) y como Vicedirector a Raymundo Q. Forradellas (U.N.Cuyo). Se adjuntan ambos Curriculum Vitae.

### **i. Diseño Curricular**

En la modalidad de estudios personalizados, cada alumno en conjunto con su Director propondrá el Plan de formación del doctorando sobre la base del área de conocimiento y tema de Tesis el cual deberá ser aprobado por la CAI. Se prevé una Comisión de Supervisión integrada por el Director de Tesis, o el Co-Director cuando corresponda, y por dos miembros que deberán ser profesores o investigadores miembros del cuerpo docente de la carrera. Esta Comisión es nombrada por la CAI al momento de elevar la propuesta de aceptación del postulante a doctor y será quien, en conjunto con el doctorando, propondrá la programación de cursos, seminarios y actividades de posgrado a realizar.

Anexo I – Ord. N° 01

La carrera es de modalidad presencial, o sea que las actividades curriculares previstas en el plan de estudio se desarrollan en un mismo espacio/tiempo, pudiendo incorporar el uso de tecnologías de información y comunicación como apoyo y/o complemento a las actividades presenciales sin que ello implique un cambio en la modalidad.

El doctorando, con acuerdo del Director propondrá un acuerdo de formación junto a un plan de trabajo de tesis a aprobar por la CAI. Principalmente las actividades académicas de formación a desarrollar deberán alinearse con la disciplina de la Ingeniería Industrial, atendiendo a la orientación que pudiera generar la temática de la Tesis. Las restantes actividades podrán ser de formación general y atenderán aspectos metodológicos y otros que sean de utilidad para integrar y completar los estudios.

### **k. Duración y carga horaria total**

La carga horaria total es de 540 horas presenciales, sin computar el desarrollo de la Tesis

La duración de la carrera se establece en la cantidad de tiempo que el alumno necesite para cumplir las horas de formación designadas por la CAI, el trabajo de tesis y el cumplimiento de los requisitos para la defensa de la tesis.

### **l. Plan de Estudios**

El plan de estudio es Personalizado, es decir, no incluye actividades curriculares obligatorias preestablecidas y se define para cada estudiante sobre la base del área de conocimiento y tema del trabajo de tesis. La carrera es de modalidad presencial, o sea que las actividades curriculares previstas en el plan de estudio se desarrollan en un mismo espacio/tiempo, pudiendo incorporar el uso de tecnologías de información y comunicación como apoyo y/o complemento a las actividades presenciales sin que ello implique un cambio en la modalidad.

En este contexto, el doctorado propone dos modalidades de formación: una para aquellos alumnos que provengan de una anterior formación de posgrado (de doctorado o maestría acreditados) en la que el alumno propondrá un plan de trabajo y desarrollará su formación complementaria y el trabajo de tesis con acuerdo de su director y con aprobación de la CAI.

La modalidad restante es acorde a aquellos alumnos que necesiten una formación integradora y

**Anexo I – Ord. N° 01**

completa dentro del programa. En esta última, el doctorando, con acuerdo del director, propondrá una agenda de formación junto a un plan de trabajo de tesis a aprobar por la CAI. En ambos casos se deben acreditar al menos 540 horas presenciales en la formación sin incluir el trabajo de desarrollo de tesis ni las actividades de investigación.

Además de esta oferta de cursos específicos debe incorporarse una oferta de formación en la metodología de la investigación y otra relacionada con los aspectos teóricos y prácticos específicos de la Ingeniería Industrial tales como: diseño, operación, mantenimiento del sistema productivo, entre otros.

A continuación se detalla un resumen de los cursos al momento presente, aunque esta oferta no es definitiva y el alumno podrá tomar otros cursos cuando la CAI lo considere conveniente.

### **m. Contenidos mínimos de actividades curriculares**

Cursos que, entre otros, ofrece la red interinstitucional y que los alumnos podrán tomar de acuerdo al plan de formación propuesto por el Director y aprobado por la CAI

<b>Curso</b>	<b>Hs</b>	<b>Docente/s</b>	<b>Contenidos mínimos</b>
Optimización Heurística	40	Dr. Adrian Will (UNT)	Optimización combinatoria. Modelo matemático de optimización. Óptimo de Pareto en la optimización multiobjetivo. Optimización heurística mediante aceptación por umbrales. Algoritmo genético. Optimización secuencial
Diseño de procesos microbiológicos industriales	40	Dra. Alejandra Martínez, Nora Perotti (UNT)	Biotecnología y Microbiología Industrial. Microorganismos con interés biotecnológico e industrial. Mutagénesis y selección de mutantes. Recombinación. Mejora y desarrollo de cepas. Tecnología del ADN recombinante (Ingeniería Genética). Análisis Metagenómico. Fermentaciones. Esterilización. Preparación de inóculos. Diseño de biorreactores. Producción de metabolitos por células y enzimas inmovilizadas. Biotransformación microbiana.
Gestión estratégica de la cadena de abastecimiento	50	Dr. Adrián Will y Julio Rodríguez Rey (UNT)	Dinámica de las cadenas de abastecimiento industriales. Ámbitos de acción de la logística. Mejoramiento de variables estratégicas de negocios a partir de la gestión de la cadena de suministros. Metodologías de gestión de la cadena de suministros para crear ventajas competitivas. La logística inversa para resolución de problemas ambientales industriales
Temas especiales de tecnologías de los materiales	40	Dra. Bibiana Luccioni (UNT)	Constitución. Cristales planos y direcciones cristalográficas. Propiedades mecánicas. Deformabilidad y tenacidad. Rotura. Proceso de deformación y rotura en sollicitación por tracción. Fenómeno de fatiga. Nuevos materiales estructurales. Reforzados por fibras
Medición y Gerenciamiento de procesos de	40	Dr. Ricardo Palma (UNCuyo), Julio Rodríguez Rey,	Dinámica de los procesos de gerenciamiento en empresas industriales. Seleccionar los métodos adecuados de medición en procesos de gestión clásicos y relacionados con gestión del conocimiento e innovación industrial. Modelos explicativos de

innovación en empresas industriales		Nora Perotti (UNT)	dichos fenómenos. Desarrollo de soluciones acordes en función de estrategias industriales definidas. Metodologías de gestión de procesos de gerenciamiento en la cadena de valor
Modelado y simulación mediante Dinámica de Sistemas	60	Dr. Juan Carlos Michalus (UNaM)	Simulación mediante Dinámica de sistemas: características, ventajas y desventajas. Elementos y simbología en DS. Metodología General de simulación mediante Dinámica de Sistemas. Utilización de software. Definición del Problema; Conceptualización del Sistema; Formalización; Análisis del comportamiento; Evaluación y Explotación. Modelado, simulación y análisis de casos.
Procesos de Negocios: modelado y análisis	60	Dr. Juan Carlos Michalus (UNaM)	Introducción a los procesos de negocios: Definición, Tipos. Modelo de proceso. Componentes de un proceso de negocios. Introducción a las metodologías de modelado de procesos de negocios. Redes de Petri clásicas (RdP): definición, propiedades. Utilización de las RdP como herramienta para el modelado de procesos de negocios (Workflow). Modificación de un proceso de negocios; Diseño de nuevos procesos de negocios: factibilidad de ejecución. Aplicaciones en la industria y Análisis de casos.
Planificación de negocios	60	Dr. Roberto Samuel Gutawski (UNaM)	Presentación e Introducción al Estudio de Proyectos. El Estudio de Mercado Diagnóstico competitivo. Estrategia competitiva. Estrategia de ingresos. Posicionamiento. Plan de marketing. Estudio técnico. Elaboración de un plan de negocios. Estudios organizacional, legal y político. Aspectos administrativos, jurídicos y contables. Impacto ambiental del proyecto. Financiación de proyectos.
Investigación Operativa	60	Dr. Jorge E. Núñez Mc Leod (UNCuyo)	Variables, Modelos y Simulación. Programación Lineal. Programación No Lineal: No Restringida, con Restricciones de Igualdad (Formulación de Lagrange), con Restricciones de Desigualdad (Condiciones de Karush-Kuhn-Tucker) y Método de los Gradientes Reducidos Generalizados. Metaheurística: Métodos Generales y Computación Evolutiva. Teoría de Juegos: Juegos Rectangulares y Juegos Extensivos. Modelo Supervisor-Técnico. Análisis de Decisiones: Toma de Decisiones, Árboles de Decisión y Árboles de Eventos. Teoría de Colas. Teoría de Inventarios.
Minería de Datos aplicados a la Ingeniería Industrial	60	Dra. Selva Rivera (UNCuyo)	Introducción a la Minería de Datos. El proceso del ciclo de descubrimiento del conocimiento (KDD). Preparación de los datos. Reducción de la dimensionalidad. Discretización. El problema de la clasificación. Clasificación. Predicción numérica o regresión. Descubrimiento de asociaciones. Agrupamiento. Aplicaciones
Introducción a la visualización de información estadística	60	Dr. Jorge E. Núñez Mc Leod (UNCuyo)	Introducción a la visualización de información estadística. Historia de la visualización de información estadística. Semiología de gráficos. Postulados para los gráficos tipos xy. Eficiencia de los gráficos. Medición de la eficiencia. Eliminación de elementos. Optimización de gráficos. Percepción e Interpretación. Percepción de colores por el ojo. El espectro y su percepción. Interpretación de gráficos. Errores humanos de interpretación. Diseño de gráficos a prueba de errores humanos. Infografías. Diseño de infografías. Layout.
Optimización aplicada a la	60	Dr. Raymundo Forradellas	Optimización sin restricciones. Programación Lineal. Programación Entera. Programación Mixta. Optimización No Lineal con restricciones. Programación con restricciones.

industria		(UNCuyo)	Planning & Scheduling. Lenguajes y "Solvers" usados para problemas de optimización.
Gestión de Proyectos Industriales	60	Dr. Ricardo Palma (UNCuyo), Julio Rodríguez Rey, E. Martel, (UNT)	Definiciones y notaciones. WBS, representación por grafos orientados y matricial. Matriz inversa de programación hacia adelante y atrás. Teoría de las restricciones (TOC). Aspectos de la TOC en programación de la producción. Traspaso del modelo de producción porfolio de proyectos. Identificación de las restricciones. Sistema de optimización de gestión de proyecto con buffers de tiempo y costos. Analogía con Inventory, Throughput y Operative Expenses. Gestión de proyectos de marketing usando CPM y TOC en forma conjunta. Sistema Drum/Buffer/Rope. Software. Aplicaciones.
Planificación agregada en la organización industrial	60	Dr. Orlando Dante Boiteux (UNCuyo)	Estructura básica de una organización. Proceso de planificación de una organización. Planificación agregada de una organización. Modelización matemática de la Planificación Agregada con Programación Lineal. Simulación de modelos matemáticos en Programación Lineal
Evaluación del Impacto Ambiental	60	Dr. Ricardo Ferrari (UNT)	Proyecto. Localización. Etapas y cronograma de ejecución. Análisis sin y con proyecto a corto, mediano y largo plazo. Medio Físico, Biótico, Socioeconómico-Cultural. Gestión ambiental. Prevención, mitigación y compensación. Plan de monitoreo ambiental. Plan de cierre. Revisión y Calificación de impactos. Participación ciudadana. Auditorías ambientales. Resolución conflictos ambientales. Comunicación ambiental.
¿Cómo gestionar un ambiente en permanente cambio?	40	Dr. Julio José Kulemeyer (UNJu)	La historia del planeta tierra, cambios ambientales y climáticos -Conceptos de medio ambiente. Sostenibilidad. Tendencias Problemas ambientales: condicionamientos y oportunidades para el desarrollo sostenible. La normativa socioambiental. EAE, EIA, Monitoreos Socioambientales. Gestión ambiental
Formulación Matemática de la Economía Sustentable	40	Dr. Daniel Ernesto Galli (UNJu)	Introducción - Macroeconomía y antecedentes que demuestran la existencia de estados de equilibrio en una economía - Conceptos necesarios para la formulación del modelo - análisis del circuito macroeconómico - Formulación del modelo - Aplicación del modelo a un sistema económico simple - Criterios de estabilidad
Gestión de la innovación en la Empresa Agroalimentaria	40	Dra. Silvina Maldonado (UNJu)	Creatividad y emprendedorismo. Innovación y Tecnología. Innovación disruptiva. La innovación como herramienta de competitividad. El desarrollo productivo desde la óptica del desarrollo territorial. El rol de la gestión y la vinculación tecnológica. La vinculación entre desarrollo de conocimientos y la incorporación de tecnologías. Empresas de base tecnológica. Polos y parques tecnológicos. Incubadoras de empresas de base tecnológica. Consorcios industriales públicos y privados.
Simulación de Procesos Discretos, Determinísticos y Estocásticos	60	Dr. Enrique Tarifa (UNJu)	Teoría de Modelos. Automatas finitos. Simulación de procesos deterministas discretos. Procesamiento de datos. Generación de números aleatorios. Simulación de procesos estocásticos. Procesamiento de Resultados. Diseño de experimentos.
Modelos de	60	Dr. Enrique	Clasificación de sistemas. Modelo de optimización. Programación matemática. Optimización de trayectoria.

Optimización		Tarifa (UNJu)	Clasificación de modelos de optimización. Programación lineal. Programación no lineal. Diferentes tipos de problemas de optimización.
Diseño de Experimentos y Análisis de Datos	40	Dra. Ana María Sfer (UNT)	Etapas de un estudio estadístico. Diseño experimental. Población y muestra. Sesgo de muestreo. Métodos de muestreo. Estimación, errores de estimación. Intervalos de confianza. Determinación del tamaño muestral. Contraste de hipótesis para una y dos poblaciones. Comparación de más de dos poblaciones. Comparación múltiple. Diseño de experimentos. Regresión.
Materiales de aplicación industrial	40	Dr. Nicolás Nieva (UNT)	Introducción a los materiales. Utilización de materiales en la industria. Teoría atómica y la estructura molecular. Elementos de la estructura cristalina. Imperfecciones en los materiales cristalinos. Movimiento de los átomos en los materiales. Ensayo de materiales. Deformación, endurecimiento por trabajo y recocido. Solidificación y aleación. Materiales Cerámicos. Polímeros. Materiales Compuestos. Corrosión y desgaste. Introducción a la nanotecnología
Productos naturales como aditivos en alimentos funcionales	40	Dra. Mariela González, Patricia Albarracín (UNT)	Marco Teórico de los productos naturales y sus aplicaciones al desarrollo de alimentos funcionales. Preparación de las muestras de acuerdo a la problemática de cada caso. Introducción a la cromatografía líquida planar. Solventes y soportes. Aplicaciones. Determinación de actividad antioxidante y estudio de productos naturales bioactivos. Lectura e interpretación de resultados. Aplicaciones al análisis de muestras de alimentos de origen industrial.
Epistemología y Metodología de la Investigación	40	Dr. Gustavo Masera, Raul Milone (UNCuyo)	Epistemología como disciplina. Empirismo lógico. Racionalismo crítico. Filosofía de la ciencia. Concepción semántica. Estatuto científico de la Ingeniería y la Tecnología. Enfoques atomístico, holista y sistémico. Causalidad circular. Retroalimentación. Lenguaje y metalenguaje. Realidad, forma y patología en relaciones interpersonales. Metodología de la investigación. Metodica específica. Formulación de Hipótesis. Aspectos formales de una tesis. Orientación específica
El método de los elementos finitos. Fundamentos matemáticos y aplicaciones.	60	Dr. Carlos M. Albarracín (UNSa)	Elementos del Análisis Funcional. Formulación Débil de Problemas de Contorno Elípticos. El Método de Galerkin. Elementos Finitos en R1 y R2. Análisis del Error. Elementos paramétricos. Interpolación. Error global de interpolación.
Transferencia del Calor y Materia en Procesos de Transformación Energética	60	Dr. Francisco Leonardo Blangetti, Angélica Arenas (UNSa)	Procesos de transporte asociados a ciclos térmicos, utilización óptima de la energía con minimización del impacto ambiental. Funciones termodinámicas. Diagramas y Ciclos Térmicos. Psicrometría. Transferencia de Calor. Transferencia de Materia y Simultánea. Criterios para el Diseño de Grandes Equipos de Transferencia. La torre de Enfriamiento Húmedo para el Agua de Refrigeración.
Metalurgia Física	80	Dr. Carlos Berejnoi, Javier Moya (UNSa)	Materiales empleados en la Ingeniería. Propiedades. Sólidos cristalinos y amorfos. Imperfecciones de los sólidos cristalinos. Estructuras policristalinas. Difusión. Aplicación de la difusión a los procesos Metalúrgicos. Diagramas de equilibrio de aleaciones de uso tecnológico. Aceros y fundiciones. Deformación plástica de los metales. Mecanismos de endurecimiento de los metales. Deformación de policristales. Comportamiento mecánico de aleaciones metálicas amorfas.

			Transformaciones de fases de los metales. Tratamientos térmicos.
Materiales Compuestos	60	Dr Sergio Oller Pardo, Liz Nallim (UNSa)	Estructuras de materiales compuestos: Mecánica de Medios Continuos; Comportamiento Constitutivo y Tratamiento Numérico de Problemas No-Lineales. Implementación Computacional. Anisotropía del material. Teoría de mezclas: Deslizamiento fibra matriz y Delaminación de compuestos laminados. Teoría de homogeneización. Pandeo inelástico en compuestos reforzados. Reparación y refuerzo de estructuras.
Aspectos Cualitativos vinculados a la implantación de técnicas Lean Management.	60	Dr. Raul Baidés (UNCuyo)	Introducción. Prácticas Lean en áreas Funcionales. Empresas que componen la muestra. Grado de adopción de Prácticas Lean, en relación al Grado de Competencias del personal. Valoración y Evolución de los Indicadores Lean en la muestra de empresas seleccionadas. Impacto de las Prácticas Lean, en los resultados del Negocio. Modelo deducido de la percepción de los Directivos y los Resultados.
Tópicos de Gestión de Producción y Operaciones	60	Dr. Juan Sepulveda Salas (Universidad de Santiago de Chile USACH)	Desarrollos Importantes en la Manufactura. Estructuras de Sistemas Integrados de Producción. Modelos para la Gestión de Abastecimiento e Inventarios. Supply Chain Management Estratégico, Táctico y Operativo. Elementos Físicos que Ayudan a Implementar la Automatización. Gestión de la Cadena de Proveedores. Ingeniería Concurrente. Aplicaciones MRP, JIT, ERP, TQM en la industria. Casos de Estudio
Automatización Avanzada y Robótica	60	Dr. Raúl Suarez (Universitat Politecnica de Catalunya – UPC)	Control adaptativo, predictivo y optimo. Control y programación de Robots. Métodos matemáticos de la Teoría de Control Lineal. Métodos y herramientas para la implementación de controladores. Planificación de movimientos en Robótica. Planificación y Programación de actividades y recursos en sistemas productivos y logísticos. Sistemas de control multivariable. Técnicas de control no lineal. Optimización combinatoria. Control de Realimentación. Visión artificial. Reconocimiento de formas e integración sensorail.
Innovación en el entorno Industrial	50	Dra. Laure Morel, Mauricio Camargo (Université de Nancy – INPL)	La creatividad individual. La capacidad industrial para construir una idea en equipo. La capacidad de toma de decisión en universos inciertos. La actitud a identificar y consultar expertos al rededor de un tema dado. La capacidad de síntesis y mas concretamente en materia de síntesis de información. Competencias en materia de promoción de una idea frente a un grupo de inversionistas potenciales. La gestion del tiempo.

## Anexo I – Ord. Nº 01

## **n. Cuerpo Docente.**

El cuerpo docente, regido por la Res. Nº 160/2011 del Ministerio de Educación, en esta instancia está formado mayoritariamente por profesores estables pertenecientes a las instituciones conveniadas en el presente Proyecto, tal como se muestra en la Tabla de Cursos del apartado anterior.

Se incorporan cursos con profesores de instituciones externas que avalan el proyecto y esta previsto incorporar otros cursos de profesores invitados pertenecientes a otras instituciones que no pertenecen a esta red

## **q. Actividades de Investigación.**

Las actividades científico-investigativas en las diversas unidades académicas, permiten mejoramiento de los procesos de producción y de gestión en empresas e instituciones de producción y de servicio al utilizar las competencias del personal docente investigador disponible, para dar cuenta de las necesidades institucionales y cooperar al desarrollo regional.

Asimismo, la conjunción de esfuerzos permitirá elevar la eficiencia del trabajo de investigación en el doctorado y las Instituciones universitarias cooperantes, contribuir al desarrollo los recursos humanos disponibles y promover la incorporación, formación y permanencia de los estudiantes y egresados a la actividad científico-investigativa.

Esto favorecerá el desarrollo progresivo de los indicadores que caracterizan la producción científico-tecnológica (publicaciones, presentaciones en eventos científicos, patentes, registros, entre otros.) derivadas de la producción científica y tecnológica de la Carrera.

La Facultad de Ingeniería de la UNCuyo ha desarrollado políticas y mecanismos para las actividades de investigación científica y desarrollo tecnológico, y ha establecido, mediante Resolución 07-2010, sus Líneas Prioritaria de I+D+I que tienen como objetivo disponer de prioridades temáticas orientadas al desarrollo pleno y equilibrado de las carreras de grado y posgrado, y relacionadas con las necesidades del medio, ya sea regional o nacional (plan

## **Anexo I – Ord. Nº 01**



bicentenario), o en el marco de Latinoamérica (Mercosur, Unasur, etc.), y del contexto internacional.

Con este propósito se consideraron los criterios orientados a brindar igual prioridad de líneas de I+D+I, relacionadas con el desarrollo y mejoramiento de la calidad de las carreras de grado y posgrado de la Facultad, y para estimular a los proyectos innovadores y multidisciplinarios que incorporen docentes-investigadores de más de una carrera y/o grupo. Del mismo modo se considera de importancia brindar apoyo a los grupos consolidados que han prestigiado por su trayectoria a la Facultad de Ingeniería y que ya cumplen con los objetivos propuestos.

Para complementar el objetivo y criterios mencionados, y considerando todos los antecedentes y tramitaciones que permitieron evolucionar sobre las temáticas de la Ingeniería Industrial, se encuentran los siguientes temas relacionados:

- Aplicaciones de metodologías y tecnologías para el mejoramiento de la calidad de la enseñanza, aprendizaje y evaluación en carreras de ingeniería.
- Aplicaciones multidisciplinarias, orientadas al desarrollo y ordenamiento territorial, a la competitividad regional y a sus estructuras críticas asociadas.
- Biotecnología.- Ciencias y Tecnologías Ambientales
- Energías Renovables y No Renovables - Nuevas fuentes de Energía.
- Logística y Administración de la Cadena de Suministros.
- Materiales, Nuevos materiales y Nanotecnologías aplicadas.
- Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, Integración de las TICs, Sistemas Industriales, Sistemas de Producción y de Automatización
- Tecnología Mecatrónica y Robótica
- Transportes, Transporte Multimodal, Transporte Urbano e Interurbano, Corredores del Mercosur, Navegación Satelital

Los docentes de la unidad académica participan activamente en estas actividades mediante los

## Anexo I – Ord. N° 01

instrumentos aportados por los Proyectos Bienales de la SCTyP del Rectorado y los Proyectos de Investigadores Noveles (PIN - Resolución 06-2010) propios de la Facultad de Ingeniería.

En estos proyectos se incentiva y facilita la incorporación de alumnos orientando sus actividades y desarrollos a la innovación con espíritu emprendedor.

Las actividades de Transferencia, Asistencia y/o Vinculación y de Innovación Tecnológica se desarrollan a través de la Dirección de Estudios Tecnológicos e Investigación (DETI) y la Dirección de Innovación Tecnológicas (DIT), respectivamente.

Estas Direcciones, dependientes de la Secretaría de Ciencia Tecnología y Posgrados, facilitan la obtención y distribución de recursos con entidades públicas o privadas.

En la última convocatoria a Proyectos se ha producido una significativa actividad de la I+D+I logrando una amplia producción científica y tecnológica. Se mencionan algunos de los proyectos relacionados directamente con esta propuesta:

<b>Código</b>	<b>Título del Proyecto</b>
06/B226	Procesos Avanzados de Oxidación Electroquímica: su aplicación a aguas residuales de Industria Vitivinícola.
06/B235	Estudio de materiales amorfos.
06/B243	Utilización de Aceite vegetal virgen como biocombustibles.
06/B247	Planta experimental de tratamiento de aguas domésticas con abatimiento de nitrógeno y fósforo: Optimización y Monitoreo.
06/B250	Productmática e Innovación Productiva en las Industrias de la Región.
06/B251	Estudio de algunas herramientas de análisis utilizadas para el diagnóstico de falla en componentes metálicos.
06/B254	Puesta en marcha de acciones de emprendedorismo en la Facultad de Ingeniería.
06/B255	Diagnóstico y Propuesta de desarrollo tecnológico e institucional en el Sector Metalmeccánico de Mendoza.
06/B262	Sistemas embebidos e inalámbricos para Robótica, Teleoperación y Tecnologías Asistenciales.
06/B263	Sistema de Riego Doméstico Robotizado.
06/B270	Evaluación de la producción de enzimas en procesos de bioconversión fúngica de residuos lignocelulósicos.



- 06/B273 Optimizador de Modelos de Centrales Nucleares de Generación Eléctrica.
- 06/B274 Desarrollo sustentable con especial énfasis en la producción sustentable, habitabilidad, energía, agua y comunicaciones en las zonas rurales de los municipios de Lavalle y Las Heras (Mendoza).
- 06/B275 Aprovechamiento del calor de gases de escape en motos delivery.
- 06/B276 Estadísticas Energéticas y Análisis de Coyuntura 6ta y 7ma parte.
- 06/B277 Diseño y construcción de un robot neumático móvil teleoperado y con seguridad intrínseca para la localización de desperfectos en tuberías en la industria del petróleo.
- 06/B281 Propuesta de mejoras en la aplicación del Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental en la actividad petrolera.
- 06/B282 Modelo de confiabilidad humana en plantas de biocombustibles.
- 06/B283 Recortes de perforación de la industria petrolera. Problemática ambiental generada y análisis de alternativas técnica para un yacimiento en estudio.
- 06/B284 Evaluación de biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos midiendo actividad biológica.
- 06/B286 Estudio e implementación de modelos por elementos finitos de materiales compuestos con grandes deformaciones para el análisis de interacción fluido-estructura.
- 06/B288 El emprendedorismo como factor de competitividad regional: aspectos motivacionales.
- 06/B291 Planta Piloto con supervisión digital para docencia e investigación.
- PIN003 Estabilización del residuo sólido generado en el tratamiento del líquido residual de la Demanda Química de Oxígeno
- PIN006 Estudio de la actividad enzimática en suelos contaminados
- PIN007 Desarrollo y Formulación de Pesticida Orgánico
- PIN012 Minimización del impacto en la huella de carbono en las operaciones de manejo de materiales de la industria del vino y olivícola
- PIN013 Técnicas de Automatización Avanzada en Procesos de la Producción, Logísticos y de la Administración en la Cadena de Suministros
- PIN018 Simulación del funcionamiento de concentradores solares parabólicos
- PIN019 Evaluación de la contaminación en suelos en donde se realizaron actividades de explotación hidrocarburífera
- PIN023 Las simulaciones como complemento de los trabajos de los laboratorio en física



universitaria básica

Como aportes a la red interinstitucional para las actividades de la I+D+I relativas al doctorado, se destacan los Institutos de la Facultad de Ingeniería que tienen una relación directa en la temática del posgrado:

- Instituto de Automática y Control
- Instituto de Bioprocesos
- Instituto CEDIAC
- Instituto de Ingeniería Industrial

### **r. Infraestructura y Equipamiento.**

La infraestructura y equipamiento disponible en la Facultad de Ingeniería - UNCuyo tiene dos componentes:

La primera es relativa a aulas y espacios destinados a actividades de formación. Para tal propósito se disponen de aulas específicamente destinadas al posgrado. Estas aulas tienen conectividad tipo Wi-Fi y cuentan además con pizarras y pantallas para utilizar proyectores. El doctorado utilizará alguna de estas aulas, para el dictado de cursos y espacios de trabajo asignado a becarios y alumnos de doctorado.

La segunda componente está relacionada con infraestructura relativa a equipos, laboratorios, planta pilotos y simuladores para la experimentación y comprobación de hipótesis y también destinada a los servicios y a transferencia al medio, entre los que resulta posible citar los disponibles en el Laboratorio de Modelado y Simulación de sistemas de manufactura, la Planta de destilación discontinua, el Reactor escala banco (transesterificación) y el Centro de Estudios de Actividades Logísticas, entre otros.

La seguridad en las instalaciones, se encuentra contemplada en la Resolución del Consejo Superior de la UNCuyo Nro 538/2007 y las acciones iniciadas en la Facultad de Ingeniería mediante la Res. 720 del Consejo Directivo. Por este motivo se destaca la intervención de la comisión de seguridad, creada a tal efecto, en especial en todas las instancias de experimentación que impliquen el uso de la infraestructura e instalaciones de laboratorios,

**Anexo I – Ord. Nº 01**

plantas piloto o equipos escala banco.

Se cuenta con material bibliográfico actualizado y pertinente al doctorado en la propia Biblioteca de la Facultad de Ingeniería y en el Sistema Integrado de Bibliotecas de la UNCuyo, que tiene una instancia que les es común en la que comparten no solo bibliografía, sino muchos otros contenidos multimediales (<http://bdigital.uncu.edu.ar>)

Se dispone además con salas de informática con Software específico relacionado al doctorado.

### **s. Financiamiento**

La CAI determinará los valores de los aranceles que estarán compuestos por una matrícula anual y aranceles de los cursos dictados por la carrera. Es de destacar que la carrera se plantea como autofinanciable ya que cada doctorando, además de pagar los cursos deberá justificar a través de subsidios, becas, etc. el apoyo económico con que cuenta para el desarrollo de su tesis.

### **t. Mecanismos de evaluación y seguimiento de la carrera.**

La CAI tendrá a su cargo el seguimiento del funcionamiento de la Carrera y deberá generar documentos bianuales tendientes a identificar debilidades y fortalezas, efectuando recomendaciones para la mejora de la calidad de la Carrera, las que deberán ser comunicadas para su aprobación a las correspondientes unidades académicas.

Las situaciones no previstas en el presente reglamento serán resueltas según los mecanismos vigentes en cada unidad académica.

Se realizarán encuestas de alumnos para evaluar las actividades de los profesores, que serán analizadas por la CAI y comunicadas al profesor a fin de garantizar la calidad de las actividades académicas.

## **ANEXO I – ORDENANZA N° 01**

Lic. NORBERTO F. GIORDANO  
SECRETARIO ACADEMICO

Ing. MARCELO G. ESTRELLA ORREGO  
DECANO