

Proyecto N° 5058/09: Carrera de Ingeniería Biomédica, Universidad Nacional de General San Martín, Escuela de Ciencia y Tecnología. Dictamen considerado por la CONEAU el día 6 de septiembre de 2010 durante su Sesión N° 316.

Ante la solicitud de reconocimiento oficial provisorio del título del proyecto de carrera de Ingeniería Biomédica, Universidad Nacional de General San Martín, Escuela de Ciencia y Tecnología, y considerando lo dispuesto por la Ley 24.521, las Resoluciones Ministeriales N° 51/10 y N° 1603/04, la Ordenanza de la CONEAU N° 057 y la opinión del Comité de Pares, se detallan a continuación las características del proyecto y los elementos de juicio que fundamentan el presente dictamen:

1. La situación actual de la carrera

1.1. Contexto institucional

El proyecto de carrera de Ingeniería Biomédica se desarrolla en la Escuela de Ciencia y Tecnología (ECyT) de la Universidad Nacional de General San Martín (UNSAM). La oferta académica de la institución incluye las siguientes carreras de grado: Ingeniería Electrónica (Resolución CONEAU N° 073/09, reconocimiento oficial R.M. N° 155/08), Licenciatura en Análisis Ambiental (reconocimiento oficial R.M. N° 0097/98), Licenciatura en Tecnología e Instrumentación Biomédica (reconocimiento oficial R.M. N° 1323/04), Licenciatura en Biotecnología (reconocimiento oficial R.M. N° 2043/97), Licenciatura en Diagnóstico por Imágenes (reconocimiento oficial R.M. N° 1237/04) y Licenciatura en Física Médica (reconocimiento oficial R.M. N° 0097/98). Además, se dictan las siguientes tecnicaturas y carreras de pregrado: Tecnicatura Universitaria en Electromedicina (reconocimiento oficial R.M. 0097/98), Tecnicatura Universitaria en Diagnóstico por Imágenes (reconocimiento oficial R.M. 0097/98), Tecnicatura Universitaria en Programación Informática (reconocimiento oficial R.M. 0299/06) y Tecnicatura Informática en Redes Informáticas (reconocimiento oficial R.M. 0377/06).

La Universidad Nacional de General San Martín posee una organización académica estructurada en once unidades académicas: cinco Escuelas (Escuela de Ciencia y Tecnología, de Economía y Negocios, de Humanidades, de Política y Gobierno y de Posgrado) y seis Institutos (Instituto de Tecnología Jorge Sábato, Instituto de Ciencias de la Rehabilitación y el Movimiento, Instituto de Calidad Industrial, Instituto de Investigaciones Biotecnológicas, Instituto de Altos Estudios Sociales e Instituto de Tecnología Nuclear Dan Beninson). Las

Escuelas tienen la misión de coordinar e integrar el desarrollo de uno o más planes de estudio o carreras, conducir las tareas docentes y de extensión e impulsar la investigación y el desarrollo tecnológico vinculados a su temática. Los Institutos, por su parte, son unidades académicas con fines de docencia, investigación y extensión en áreas específicas y en vinculación con las Escuelas. Los Institutos, creados por acuerdos con otras instituciones, están sujetos a normas contractuales particulares que deberán ser aprobadas por el Consejo Superior.

El proyecto de carrera de Ingeniería Biomédica pertenece al ámbito de la Escuela de Ciencia y Tecnología, la cual se organiza en áreas básicas y carreras, divididas las primeras en Biología, Física, Electrónica, Informática, Matemática, Química y Tecnología, y las segundas incluyen las carreras dictadas en la unidad académica. La Escuela de Ciencia y Tecnología cuenta en su estructura con una Secretaria Académica, la Secretaria de Investigación y Transferencia y la Dirección de Administración. La máxima autoridad es el Director, quien es asistido por el Consejo de Escuela (integrado por el Director, 4 docentes ordinarios, 2 alumnos y 1 no docente), cuyos miembros duran en sus funciones dos años pudiendo ser reelegidos. Entre las funciones del Director se encuentran la de presidir el Consejo de Escuela, formular y elevar al Consejo Superior los planes de estudio de las carreras, supervisar el desarrollo de las actividades docentes, asesorar y orientar a los alumnos, suscribir convenios y disponer del presupuesto (con acuerdo del Consejo de Escuela) asignado por el Consejo Superior. El Consejo de Escuela cuenta entre sus funciones la de asistir al Director de la Escuela, acordar (por el voto de dos tercios) propuestas de creación de nuevas áreas, carreras y orientaciones, llamar a concursos docentes y no docentes, designar docentes interinos y establecer el mecanismo (por mayoría simple) para la evaluación interna de las tareas de cada escuela.

En cuanto a las instancias previstas para la conducción académica del proyecto, la institución informa que la carrera tendrá como responsable principal un Director cuya tarea se complementará con una Comisión Curricular Permanente (CCP). La CCP tendrá por funciones realizar el seguimiento de la implementación del plan de estudios y su revisión periódica. Asimismo, articulará la política de la Escuela con los aspectos académicos de la carrera. Las funciones del Director de carrera y de la CCP han sido reglamentadas por la Escuela de Ciencia y Tecnología, con acuerdo del Consejo de Escuela (se adjunta la

reglamentación como anexo al Informe de Autoevaluación). La unidad académica indica que, como un modo de integrar y articular las actividades académicas de las Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Telecomunicaciones e Ingeniería Biomédica, se ha conformado una CCP ampliada que realiza la gestión académica y el seguimiento curricular de las tres carreras.

Con respecto los motivos que dieron origen al proyecto de carrera, la institución señala que la oferta académica de la Universidad Nacional de San Martín, y en particular la de la Escuela de Ciencia y Tecnología, está especialmente focalizada en carreras en las que confluyen las ciencias básicas, las nuevas tecnologías de la informática y las comunicaciones (TICs) y las aplicadas al campo de la salud. En ese marco, cita como ejemplo a la carrera de Ingeniería Electrónica, las Tecnicaturas Universitarias en Electromedicina y en Diagnóstico por Imágenes y sus correspondientes Ciclos de Licenciatura, la Tecnicatura Universitaria en Programación Informática, la Tecnicatura Universitaria en Redes Informáticas, y las Licenciaturas en Física Médica, en Análisis Ambiental y en Biotecnología. Además, menciona otras ofertas vinculadas con lo tecnológico en otras Escuelas e Institutos de la Universidad, como la Ingeniería en Materiales, y diversos títulos de posgrado. Continuando con esta línea, la Escuela de Ciencia y Tecnología sostiene que ha decidido fortalecer y enriquecer su oferta académica, incorporando la carrera de Ingeniería Biomédica.

La unidad académica indica que sus objetivos en éste ámbito se han establecido considerando que los avances científicos y tecnológicos que vive la humanidad se reflejan particularmente en el área de la salud. Estos avances han facilitado el diagnóstico médico, permiten monitorear parámetros vitales, intervenir en técnicas terapéuticas y asistir temporalmente algún órgano. Sostiene que una importante fracción de los avances de la medicina en los últimos 50 años se debió a la incorporación de tecnologías surgidas de los continuos avances de la física, la computación y la electrónica. Estas tecnologías permitieron el desarrollo de numerosos equipos e instrumental electrónico de alta complejidad, surgiendo así la necesidad de profesionales que den soporte técnico en el área médica. La escuela afirma que un ingeniero biomédico tiene un lugar en el equipo interdisciplinario de salud y es responsable de la seguridad y confiabilidad del equipamiento. La unidad académica considera que se trata de un profesional que por su formación en el área de la biología y la ingeniería tiene conocimientos de los elementos para el diseño, análisis y construcción de equipamiento médico; de las propiedades físicas y físico-químicas de materiales de interés biomédico; y de

la estructura y funcionamiento de hospitales de diferente complejidad. Por éstas razones, la institución señala que desde el punto de vista académico, la creación de esta nueva carrera es consistente con el proyecto de la Escuela de Ciencia y Tecnología, y fortalecerá las actividades académicas que se llevan a cabo actualmente relacionadas con la tecnología biomédica, como son las mencionadas Tecnicaturas Universitarias en Electromedicina y en Diagnóstico por Imágenes, sus ciclos de complementación curricular, y la Licenciatura en Física Médica.

Según sostiene la unidad académica, la incorporación de esta carrera realzará el perfil científico-tecnológico de las actividades de investigación y desarrollo de la Escuela de Ciencia y Tecnología. La carrera compartirá un conjunto de materias correspondientes al tramo básico con otras ingenierías que se desarrollan en la UNSAM. La institución afirma que los alumnos realizarán una intensa práctica profesional durante su formación, en o para empresas del área biomédica y servicios de salud, u organismos oficiales con incumbencia en el tema. Además, la unidad académica manifiesta que los graduados tendrán como rasgo distintivo una sólida formación en ciencias exactas y naturales, tecnologías básicas y aplicadas relacionadas con el uso de la tecnología para aplicaciones biomédicas, y una amplia formación complementaria en temas de economía, gestión y organización de servicios de salud, que les otorgará el marco global en el que deberán desenvolverse de acuerdo a los desafíos futuros que en la temática enfrentará nuestro país y el mundo.

En cuanto a la oferta regional y local, cuatro instituciones públicas otorgan el título de Ingeniero Biomédico: la Universidad Nacional de Tucumán, la Universidad Nacional de Entre Ríos, la Universidad Nacional de Córdoba y la Universidad Nacional de San Juan. En el ámbito privado, por su parte, la carrera es ofrecida por la Universidad de Mendoza y por Universidad Favaloro en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. La unidad académica considera pertinente la incorporación del título en una universidad nacional del área metropolitana dado que no se superpone con carreras ofertadas en la región por otras universidades nacionales, y viene a complementar una oferta similar existente en el ámbito local en una universidad privada, ampliando las posibilidades de acceso a la formación.

Respecto a la matrícula prevista, la universidad manifiesta que, considerando su experiencia con las otras carreras que conforman su oferta académica actual, la carrera convocará a estudiantes pertenecientes a su área de influencia (partidos de San Martín, Tres

de Febrero, Capital Federal) y contará con un número aproximado a los 30 alumnos inscriptos al curso de ingreso durante sus primeros años de funcionamiento. La institución estima que en la medida en que ésta carrera se consolide como oferta académica en el área metropolitana comenzará a recibir alumnos de toda la región con el consiguiente incremento de la matrícula que podría alcanzar un número aproximado a los 60 alumnos/año.

En cuanto a las actividades de vinculación que podrían dar cuenta de la factibilidad del proyecto de carrera, la UNSAM informa que ha suscripto convenios con las instituciones vecinas del área de Ciencia y Tecnología. En sus inicios, la institución basó su estrategia de desarrollo en la vinculación con estas instituciones, en especial con la Comisión Nacional de Energía Atómica, de la cual se nutrieron la ECyT, la Escuela de Posgrado y el Instituto de Tecnología Jorge Sábato. Según manifiesta la unidad académica, estos convenios han permitido a los alumnos de la ECyT acceder a laboratorios de investigación y desarrollo de primer nivel en el país, realizar tesis de grado en grupos de investigación consolidados, e incorporarse a los mismos en algunos casos.

Además, la institución indica que ésta política de vinculación está reflejada en la participación en la asociación que conforma el Polo Tecnológico Constituyentes (PTC), emprendimiento conjunto de instituciones del área de ciencia y tecnología que se encuentran emplazadas geográficamente en la Provincia de Buenos Aires (se adjunta en anexo el convenio correspondiente). La unidad académica informa que la creación del PTC data del mes de junio de 1997 y reúne a la UNSAM, la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), el Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas de las Fuerzas Armadas (CITEFA) y el Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR), incorporando con posterioridad al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). En el ámbito del PTC, cada institución pone a disposición de las otras sus instalaciones para el desarrollo de actividades de interés mutuo, la organización y el dictado de cursos de grado y posgrado, alentar la transferencia de conocimientos, servicios y tecnología al sector productivo, con participación prioritaria de los recursos humanos de cada institución. Según manifiesta la universidad, la participación plena de la ECyT en las actividades del PTC brindará la posibilidad de incrementar la cantidad y el impacto de las actividades de investigación, desarrollo y transferencia asociadas a estos temas, además del asesoramiento a empresas. Este ámbito será esencial para la vinculación temprana de los

estudiantes con el campo de desempeño laboral futuro, con una adecuada interrelación entre investigación y desarrollo y transferencia, lo cual redundará en una formación integral de los alumnos, beneficiando además tanto a las instituciones que forman parte del PTC como a las empresas que se vinculen con él, o que se incuben en su ámbito.

Por otra parte, la institución señala la relevancia del convenio establecido con la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) relativo al desarrollo de dispositivos para aplicaciones espaciales (se adjunta en anexo el convenio correspondiente). En ese marco, está por finalizarse la instalación en el Campus Miguelete de un laboratorio limpio Clase 10000, con financiamiento provisto por la CONAE y la UNSAM, para la caracterización de dispositivos electrónicos para uso espacial. Asimismo, la universidad señala que, en el año 2007, se establecieron convenios entre la ECyT y la empresa IBM para el desarrollo de actividades de interés mutuo. Finalmente, la institución informa que en el marco específico de la carrera ha suscripto convenios con instituciones hospitalarias y de salud que son pertinentes para la formación del Ingeniero Biomédico como son el Ministerio de Salud de la Provincia de Buenos Aires para el mantenimiento del Hospital Belgrano, con el Instituto Universitario CEMIC, con la Fundación Medicina Nuclear, con la Corporación Médica de San Martín, el Instituto Médico de Alta Tecnología (IMAT), entre otros.

En el formulario electrónico, la universidad señala la firma de 5 convenios vinculados con el intercambio e ingresos de alumnos a la carrera (Articulación; Consorcio Proingeniería; INTI; BIOPROCREARTE S.A.; Instituto Argentino de Electrónica Médica); 6 convenios para la realización de prácticas y pasantías (INTI; PTC; PTC-SEPYME; CNEA; Ministerio de la Salud de la Provincia de Buenos Aires; CITEFA); 5 convenios para el acceso y uso de infraestructura y equipamiento (INTI; PTC; CNEA; IBM; Fundación Centro Diagnóstico Nuclear); 1 convenio vinculado con el acceso y uso de documentación e información (IBM); 1 convenio vinculado al intercambio, actualización y perfeccionamiento docente (IBM); 9 convenios vinculados con la realización de actividades de investigación científica aplicada al campo tecnológico/proyectual (INTI; PTC; PTC-SEPYME; CONAE; CONICET; CONAE (Específico); INTI; Secretaría de Ciencia y Tecnología; Halitus Instituto Médico); 18 convenios vinculados con la realización de actividades de transferencia y vinculación (INTI; PTC; PTC-SEPYME; CONAE; INIDEP; Ministerio de la Salud de la Provincia de Buenos Aires; MICROFIT; Asociación Argentina de Técnicos en Medicina Nuclear; CEMIC;

PROCREARTE S.A.; Fundación PRODEYSA; Universidad Nacional de Río Negro; Ministerio de Educación de la Nación; IMAXE Centro de Diagnóstico; Vidt Centro Médico; European Software Institute, Grupo Tekne - Loncotech S.A, Universidad Nacional de La Plata; CNEA; INTI); 3 convenios vinculados con el bienestar estudiantil y la inserción profesional (Secretaría de Políticas Universitarias; CNEA; CITEFA). Se adjuntan en anexo todos los convenios mencionados.

Con respecto a las actividades de investigación, la institución hace referencia a 12 proyectos en curso. De ese total, el 42% (5) correspondería a proyectos de investigación aplicada a las áreas de incumbencia de la carrera, el 33% (4) a la investigación básica y el 25% restante (3) al desarrollo tecnológico. En cuanto a los proyectos de investigación aplicada, la unidad académica consigna los que a continuación se detallan: Desarrollo de tecnología de aceleradores y de sus aplicaciones a problemas biomédicos, medioambientales, micro y nanotecnológicos y espectroscópicos-A (2000-2009); Identificación de daño en materiales y estructuras mediante análisis de señales de emisión acústica (2009-2010); Monitoreo y afinación de clusters (2007-2009); Desarrollo de nuevos biomateriales irradiando polímeros con iones pesados (2007-2009); Matemática Aplicada al Análisis de Sistemas y señales Biomédicas (20 A/077) (2001-2009). Por otra parte, los proyectos de investigación básica que se encuentran en ejecución son los siguientes: Relación estructura / actividad de macromoléculas fotoactivables (2007-2010); Estudio teórico y experimental de materiales complejos: estructura, propiedades electrónicas, transporte, magnetismo, superdureza, etc (2007-2011); Etiología y Mecanismos Involucrados en la Inflamación Alérgica Funcional (2007-2009); Estudios de Policristales y Estructuras Submicrométricas de Óxidos Magnéticos (2008-2011). Finalmente, la universidad indica el desarrollo de los proyectos de desarrollo tecnológico: Automatización del análisis de aspectos funcionales y no funcionales a partir de descripciones arquitectónicas de aplicaciones de tiempo real embebida (2009-2010); Centro de Investigación y Transferencia en Telecomunicaciones (2007-2010); Adquisición digital de señales bioeléctricas y de bioimpedancia (2008-2010).

En cuanto a la sustentabilidad del proyecto de carrera, la institución detalla su situación financiera histórica. Según puede apreciarse a partir de la información presentada, se prevé un crecimiento sostenido del presupuesto. En cuanto a los gastos, de acuerdo con lo informado sobre el último año, la unidad académica destina el 93.87% de su presupuesto al

personal (incluyendo cargas sociales), el 1.06% a becas y bienestar estudiantil, y el 5.07% restante a compras de bienes y servicios y estructura. El porcentaje del presupuesto asignado a gastos en personal se mantiene entre el 85.35% y el 93.87%.

1.2. Plan de estudios

Según manifiesta la institución, el Ingeniero Biomédico egresado de la UNSAM contará con un perfil académico que le permitirá desarrollarse cumpliendo con las siguientes funciones:

- servir en la industria, en hospitales, en educación y en agencias de normalización;
- servir de interfase entre ámbitos de salud y tecnológicos;
- diseñar sistemas biomédicos que involucren electrónica y medicina;
- establecer normas de seguridad para equipos biomédicos;
- asesorar en la selección, adquisición y uso de equipamiento biomédico;
- construir equipos y supervisar la construcción de equipos a medida para necesidades médicas específicas;
- ser consejero técnico en la venta de equipos biomédicos.

Como puede apreciarse, el perfil de la carrera de Ingeniería Biomédica está orientado con exclusividad al ámbito de la salud humana. Se sugiere considerar su extensión a la salud animal, vegetal y ambiental.

En el Informe de Autoevaluación, la institución señala que el proyecto de carrera cuenta con un plan de estudios de 5 años y 6 meses de duración que distribuye sus asignaturas en cuatro bloques curriculares:

- Ciencias Básicas (Matemática, Física y Química, incluyendo contenidos de Fundamentos de Informática y Sistemas de Representación; la mayor parte de las actividades curriculares de este bloque son compartidas con la Ingeniería Electrónica y la Ingeniería en Telecomunicaciones, con excepción de las materias del área de biología);
- Tecnologías Básicas (se abordan contenidos de métodos numéricos, electrónica y teoría de señales junto con contenidos específicos de la carrera, como biomateriales, biomecánica y transductores y sensores);

- Tecnologías Aplicadas (este bloque incorpora, entre sus tópicos, Instalaciones Hospitalarias, Instrumentación Biomédica, Biomecánica, Ingeniería en Rehabilitación e incluye el proyecto final integrador y la práctica profesional supervisada);
- Complementarias.

Asimismo, la universidad informa que la carrera compartirá un ciclo común con las carreras de Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Telecomunicaciones e Ingeniería Ambiental. La institución prevé que el pase de carrera se realice con reconocimiento automático de las actividades comunes aprobadas. Además, señala que las asignaturas tendrán carácter cuatrimestral (con una carga horaria de 24 horas semanales en promedio) y se distribuirán en 11 cuatrimestres. Las asignaturas cuya carga horaria total ascienda a 64 horas se podrán dictar en forma bimestral en caso de que la Comisión Curricular Permanente (CCP) de la carrera así lo determine. Además, para cursar asignaturas correspondientes al séptimo cuatrimestre de la carrera o cuatrimestres posteriores, los alumnos deberán aprobar un examen escrito de suficiencia en idioma inglés, que consistirá en la lectura y comprensión de textos técnicos.

En el Informe de Autoevaluación, la institución adjunta un cuadro en el cual se especifica la cantidad de horas por asignatura correspondiente al plan de estudios. En la tabla que se presenta a continuación, se observa el cumplimiento de la carga horaria mínima por bloque curricular:

Bloque curricular	Carga horaria Res. MECyT N° 1603/04	Carga horaria del proyecto de carrera
Ciencias Básicas	900 horas	1792 horas
Tecnologías Básicas	575 horas	768 horas
Tecnologías Aplicadas	575 horas	1032 horas
Complementarias	175 horas	320 horas

En la Respuesta a la Vista, la institución informa haber realizado las siguientes modificaciones del plan de estudio del proyecto de carrera:

- Inclusión de contenidos analíticos de Biofísica en el Bloque Ciencias Básicas a partir de la modificación del programa analítico de la asignatura Biofísica.
- Modificaciones en las actividades de formación experimental en laboratorio en Fisiología y Biofísica. En Fisiología se implementarán prácticas sobre parámetros fisiológicos básicos (presión, temperatura, pulso, etc.), sistema respiratorio (pulmón mecánico), sistema cardiovascular (software de simulación de libre disponibilidad), electrocardiograma y señales patológicas, discusión de casos y sus patologías mediante diagnóstico por imágenes. En Biofísica se realizarán trabajos sobre: elasticidad, calorimetría, difusión y ósmosis, viscosidad y tensión superficial y potencial de membrana (software de simulación de libre disponibilidad). El equipamiento necesario para estas prácticas se encuentra disponible en los laboratorios de enseñanza.
- Ajuste y actualización de la bibliografía consignada en el programa analítico de la asignatura Fisiología.
- Actualización y ampliación de la bibliografía consignada en el programa analítico de la asignatura Biomecánica y Biomateriales.

En relación con la carga horaria correspondiente al bloque de Ciencias Básicas, la distribución asignada a cada disciplina en plan de estudios es la siguiente:

Disciplinas de las Ciencias Básicas	Carga horaria Res. MECyT N° 1603/04	Carga horaria del proyecto
Matemática	400 horas	768 horas
Física	225 horas	512 horas
Química	50 horas	128 horas
Biología	150 horas	192 horas
Sistemas de Representación y Fundamentos de Informática	75 horas	192 horas

La carga horaria total de la carrera de Ingeniería Biomédica es de 4240 horas (3750 horas valor mínimo establecido por Resolución MECyT N° 1603/04). Por otra parte, el plan de estudios incluye como requisito la aprobación de 2 asignaturas electivas que cuentan con

una carga horaria de 128 horas (4 horas por semana). La oferta de las electivas se fijará en cada ciclo lectivo por la Escuela de Ciencia y Tecnología a propuesta de la Comisión Curricular Permanente de la carrera. Los alumnos podrán completar su perfil académico a partir de la elección de estas materias de acuerdo a sus intereses particulares, pudiendo también cursar estas materias en otras unidades académicas de la Universidad, o en otras Universidades. Para que pasen a formar parte de su plan de estudios el alumno deberá solicitar a la Comisión Curricular Permanente de la carrera la autorización para incorporar como electiva una materia cursada fuera de la unidad académica. El bloque de materias electivas se aprueba obteniendo 100 créditos, tomando como indicador que 50 créditos corresponden a una materia cuya carga horaria sea de 64 horas y 100 a una materia de 128 horas. La asignación de créditos la realizará la Comisión Curricular Permanente de la carrera. En caso de materias con cargas horarias distintas a las consignadas se tomará como referencia las proporciones estipuladas. No se otorgarán créditos por materias cuya carga horaria sea inferior a 45 horas. Dada la variedad de contenidos de las asignaturas electivas posibles, el régimen de correlatividades de cada una será establecido por la Escuela de Ciencia y Tecnología, a propuesta de la Comisión Curricular Permanente de la carrera cuando se disponga la apertura de la misma.

Según informa la institución, la integración horizontal y vertical de los contenidos se encuentra contemplada en el plan de estudios. La integración vertical se realiza por medio del régimen de correlatividades, estableciéndose como regla general que para cursar una asignatura se debe haber aprobado previamente la cursada de la materia correlativa inmediata, y aprobado íntegramente las correlativas mediatas, es decir, las correlativas de sus correlativas. Todas las acciones de integración horizontal y vertical son supervisadas por la Comisión Curricular Permanente. Cabe destacar, que este trabajo de integración horizontal se implementado en forma completa en ciclo común de la carrera (bloque de las Ciencias Básicas de Ingeniería Electrónica).

En cuanto a la modalidad de evaluación de las asignaturas, la universidad señala que, en general, la aprobación de la cursada de las asignaturas se realiza mediante exámenes parciales, la confección de informes de laboratorio y la presentación de las actividades de proyecto. Según sostiene la institución, la obligación de presentar informes escritos y/u orales involucra también el desarrollo de habilidades para la comunicación oral y escrita. Además, la

carrera incluye una prueba de suficiencia en inglés escrito. La UNSAM no contempla la modalidad de examen libre. Sin embargo, ha definido la figura de "estudios independientes", que consiste en aprobar la cursada de una asignatura sin asistencia a clases y, posteriormente, rendir examen final de la materia.

Asimismo, el diseño curricular incluye instancias supervisadas de formación práctica en sectores productivos o de servicios (o en proyectos concretos desarrollados por la universidad para estos sectores o en cooperación con ellos). Exige la realización de una práctica profesional supervisada, con un mínimo de 200 horas, en el penúltimo cuatrimestre de la carrera. Por otra parte, el plan de estudios incorpora como requisito el desarrollo de actividades de proyecto y diseño de ingeniería (200 horas) aplicando conceptos fundamentales de ciencias básicas, tecnologías básicas y aplicadas, economía y gerenciamiento, y conocimientos relativos al impacto social. Además, prevé la ejecución de un proyecto final en el último cuatrimestre de la carrera.

Con respecto al bloque de las Ciencias Básicas, la universidad contempla la realización de prácticas de laboratorio en las asignaturas Química General, Física I, Física II, Física III y Física IV. Según informa la institución, la intensificación de la formación experimental y el desarrollo de actividades que promuevan el desenvolvimiento de competencias para la identificación y resolución de problemas abiertos de ingeniería ha sido contemplada en las siguientes asignaturas: Procesamiento de Imágenes, Ingeniería Biomédica III, Ingeniería de la Rehabilitación, Ingeniería Clínica, Ingeniería Biomédica I, Ingeniería Biomédica II, Sensores, acondicionadores de señales y adquisición de datos, Protección radiológica, Informática, Programación, Métodos numéricos, Tecnologías de los Procesos y Productos, Medidas, Electrotecnia, Electrónica analógica, Electrónica digital I, Electrónica digital II, Biomecánica y Biomateriales, Modelos y sistemas y Análisis y procesamiento de señales. La unidad académica manifiesta que la formación práctica está avalada por la posibilidad de realizar las prácticas y desarrollar proyectos en los laboratorios de la universidad y en los del Polo Tecnológico Constituyentes del cual la UNSAM forma parte y en las instituciones hospitalarias y de salud con las que la ECyT tiene convenios específicos (Hospital Belgrano, CEMIC, Fundación Medicina Nuclear, Corporación Médica de San Martín, Instituto Médico de Alta Tecnología (IMAT), entre otros).

Además, la institución informa que el plan de estudios contempla la realización de una Práctica Profesional Supervisada. Se presenta a continuación, una tabla que reúne la carga horaria de las actividades de formación práctica del proyecto de carrera:

Modalidad de formación práctica	Carga horaria Res. MECyT N° 1603/04	Carga horaria de la carrera
Formación experimental	200 horas	442 horas
Resolución de problemas abiertos de Ingeniería	150 horas	637 horas
Actividades de proyecto y diseño	200 horas	424 horas
Práctica profesional supervisada	200 horas	160 horas
Total	750 horas	1663 horas

Finalmente, en el Formulario Electrónico, la institución señala que el proyecto final debe ser la última actividad curricular aprobada dado que sus correlativas incluyen a todas las asignaturas del plan de estudios

1.3. Cuerpo académico

La institución informa que el proyecto de carrera cuenta con 47 docentes regulares (71.25%), 18 interinos (27.25%) y 1 contratado (1.5%). En cuanto a las dedicaciones del cuerpo académico, el 79% es de carácter semi-exclusivo (50 docentes) y el 21% de carácter exclusivo (13 docentes).

Tabla de Dedicaciones del Cuerpo Docente

	Dedicación					Total
	Menor o igual a 9 hs.	Entre 10 y 19 hs.	Entre 20 y 29 hs.	Entre 30 y 39 hs.	Igual o mayor a 40 hs.	
Grado universitario	0	11	9	3	3	26
Especialista	0	1	2	1	1	5
Magíster	0	2	2	0	0	4
Doctor	0	2	17	0	9	28

Total	0	16	30	4	13	63
-------	---	----	----	---	----	----

Con respecto a la formación del cuerpo docente, el proyecto cuenta con 28 doctores (41%), 4 magíster (6%) y 5 especialistas (7%). Como puede apreciarse, el 58.7% de los docentes de la carrera (37 de un total de 63) posee título de posgrado. Asimismo, 33 docentes están categorizados dentro del Programa de Incentivos (52%) y 8 son investigadores del CONICET (12.7%).

Según manifiesta la institución, en el estadio actual de desarrollo de la carrera la mayor parte de la planta docente está asociada al tramo de Ciencias Básicas. El área de Electrónica, que es común a la Ingeniería Biomédica, está conformada por 9 docentes. El área Biomédica está conformada en la actualidad por 6 docentes, los cuales vienen realizando docencia en la Tecnicatura en Electromedicina, la Licenciatura en Tecnología e Instrumentación Biomédica y la Licenciatura en Física Médica. Asimismo, la unidad académica manifiesta que, en el bloque de las Complementarias, cuenta con docentes que dictan asignaturas con contenidos similares en las otras carreras de grado y sostiene que será necesario complementar estas tareas con la incorporación de docentes para el dictado de módulos específicos de la ingeniería. Por otra parte, la institución indica que prevé continuar con la política de concursar los cargos de docentes auxiliares de las asignaturas del bloque de las Ciencias Básicas e incorporar ingenieros jóvenes como docentes auxiliares para el bloque de las Tecnologías Básicas.

1.4. Alumnos y graduados

Según informa la institución, el sistema de ingreso a las carreras de grado de la ECyT consiste en el cursado y la posterior aprobación de una serie de contenidos de matemática y comprensión oral y escrita dictados en un curso de 6 semanas de duración.

Por otra parte, la unidad académica informa que en el 2007 la ECyT implementó el Programa Pedagógico que desarrolla estrategias centradas en el acompañamiento de las trayectorias universitarias de los alumnos en los dos primeros tramos de la carrera. A ese fin, se utilizan distintas fuentes y herramientas con el objeto de diseñar la “biografía universitaria”: fichas de inscripción, entrevistas, encuestas, entre otras. La institución manifiesta que como producto de algunas de las necesidades y demandas identificadas se capacitaron tutores y se implementaron tutorías como una herramienta que permite guiar los

procesos educativos de los alumnos. En ese contexto, la escuela desarrolla tutorías pedagógicas y académicas. Las tutorías pedagógicas atienden situaciones relacionadas con obstáculos de aprendizaje, deficiencias en la organización de los tiempos de estudio o dificultades en la lecto-escritura. Por su parte, las tutorías académicas se centran en problemas vinculados con el contenido de las distintas materias. Además, existen instancias de asesoramiento concernientes a la vocación de los alumnos. Los directores de carrera son presentados a los alumnos durante el primer cuatrimestre de cursada y responden a las consultas personales de aquellos alumnos que lo solicitan.

Asimismo, en el marco del Programa Pedagógico, la ECyT viene participando de programas específicos impulsados por la Secretaría de Políticas Universitarias (SPU) del Ministerio de Educación de la Nación en relación al acceso y permanencia de los alumnos en la universidad tales como el proyecto PACENI y el Proyecto Complementario de las Becas Bicentenario. Además, en los últimos meses la universidad comenzó a implementar el proyecto + Campus de apoyo a la enseñanza a través de una plataforma virtual, que en la primera etapa incluye 28 asignaturas entre las cuales se cuentan algunas de la ECyT. En este programa se tiende a una integración en el proceso de aprendizaje facilitando y profundizando la relación docente-alumno, ofreciéndose un amplio espacio para la información, discusión y resolución de situaciones, a la vez que se agiliza la disponibilidad por parte de los alumnos de materiales de estudio y acceso a foros, consultas, entre otros.

1.5. Infraestructura y equipamiento

La institución informa que, desde sus orígenes y hasta el 2005, la ECyT funcionó en un predio perteneciente al Liceo Militar de San Martín. A partir del segundo semestre de 2005, comenzó a mudar sus actividades al Campus Miguelete, predio que perteneciera antiguamente a Ferrocarriles Argentinos y que fue cedido a la UNSAM. En 2006, se instalaron completamente en el edificio Tornavías del Campus Miguelete el Rectorado, la Escuela de Humanidades y la ECyT. Durante 2007, se concluyó en el Campus la construcción del edificio de Gobierno de la UNSAM, que fue ocupado por el Rectorado y las secretarías de la universidad, y el edificio de Bioseguridad perteneciente al Instituto de Investigaciones Biotecnológicas.

Según informa la institución, la carrera se dictará mayoritariamente en el Campus Miguelete. A continuación, se consignan los laboratorios instalados y equipados en el mencionado campus:

- Física - tres laboratorios (i) Mecánica, Electricidad y Magnetismo; (ii) Óptica; (iii) Termodinámica y Moderna;
- Informática;
- Química;
- Biología;
- Análisis Ambiental;
- Imágenes;
- Electrónica: Tecnologías Básicas y Sistemas Digitales;
- Electromedicina;
- Tecnología Biomédica (ubicado en el predio del INTI).

En las fichas de laboratorio incluidas en el formulario electrónico, la unidad académica señala las características de seguridad/bioseguridad que presenta cada uno de ellos.

La gestión del uso de los espacios compartidos entre los laboratorios de las diferentes carreras es coordinada por Bedelía en el inicio de cada cuatrimestre.

Por otra parte, la unidad académica dispone de 10 oficinas para el personal docente y no docente, y una sala de reuniones. La institución informa que la ECyT cuenta con 12 aulas en el Campus Miguelete y que sólo requerirá de 6 aulas adicionales para la carrera de Ingeniería Biomédica con las cuales contará una vez concluida la obra del Edificio Tornavías.

En la Respuesta a la Vista, la institución informa que el Laboratorio de Tecnologías Aplicadas de la Ingeniería Ambiental (anteriormente denominado Laboratorio de Análisis Ambiental) cuenta con un Espectrómetro de Masa pulsado por plasma que será destinado al trabajo en temas de química analítica ambiental con una resolución del orden de partes por billón. Respecto al Laboratorio de Biología, se detalla la disponibilidad del siguiente equipamiento: 10 lupas binoculares, 10 microscopios biológicos monoculares, modulo de sistema biomodule, sistema de adquisición de datos, 1 micropinza Miltex cod 18-783, 1 Micropinza Miltex cod 18-779, 2 Adson cod 6120xl Miltex, 1 pinza Adson Miltex cod 6-112, 1 pinza de disección Miltex cod 6-26, 1 microtijera Miltex cod 18-1514, 1 tijera iris Miltex cod 5-300, 1 tijera iris cod 5-302, 1 tijera Miltex cod 5-314, 1 tijera Miltex cod 5-180, 1 tijera

Mayo Miltex cod 5-27, 1 pinza Halsted cod 7-2 Miltex, 1 pinza Halsted cod 7-4 Miltex, Balanza Electrónica con accesorios, baño termostatzado Viking mod SAMY, conductímetro-pHmetro, 2 soportes tipo carrusel para 6 pipetas eppendorf Minishaker ms1 IKA, Pipeteador automático Drummond portátil, 2 Agitador magnético, Baño termostatzado Eberbach Mod EL 825, Micropipeta automática pipetman P200, micropipeta automatica pipetman P1000, micropipeta Multicanal P200 y micropipeta Oxford Sampler (25-50-100 ul) serie 7733K43.

Respecto al Laboratorio Avanzado de Ingeniería Biomédica, la institución presentó en la Respuesta la Vista, el siguiente plan de adquisición:

Equipo	Cantidad	Año	Costo
Sistema de adquisición de señales analógicas y digitales de alta velocidad de muestreo.	1	2011	\$ 10.000,00
Sistema de adquisición de señales analógicas y digitales de baja velocidad de muestreo y alta resolución.	1	2011	\$ 8.000,00
Sistema de simulación de oximetría de pulso.	1	2011	\$ 12.000,00
Registrador de datos programable (datalogger).	1	2011	\$ 10.000,00
Balanza de precisión con indicación digital y salida para adquisición para medición de caudal másico de fluidos.	1	2011	\$ 6.000,00
Sistema para la evaluación de desfibriladores bifásicos y bajo carga variable.	1	2011	\$ 20.000,00
Licencias de software de adquisición de datos (Labview)	4	2011	\$ 8.000,00
Medidor de potencia RMS en rango de frecuencia de DC a RF.	1	2011	\$ 12.000,00
Sistema de calibración de presión absoluta.	1	2011	\$ 20.000,00
Sistema de calibración de presión manométrica.	1	2011	\$ 24.000,00
Sistema para la evaluación de las imágenes biomédicas.	1	2012	\$ 60.000,00

Osciloscopio digital con canales analógicos y digitales, con posibilidad de adquisición en tiempo real.	1	2012	\$ 8.000,00
Microscopio estereoscópico de medición con sistema de captura de video.	1	2012	\$ 8.000,00
Espectroscopio para fibra óptica de matriz lineal cromática en el rango de 200 – 1100nm con más de 3000 puntos y rápida respuesta temporal.	1	2012	\$ 20.000,00
Generador de caudal másico para aire u oxígeno con salida digital. A adquirir	1	2012	\$ 16.000,00
Sistema de registro dinámico de mecánica pulmonar.	1	2012	\$ 40.000,00

El citado equipamiento será adquirido entre 2011 y 2012 con fondos propios de la Universidad. La inversión prevista para el 2011 es de \$ 130.000 y la prevista para 2012 es de \$ 152.000.

También en la Respuesta a la Vista, la institución informa que el Laboratorio de Tecnologías Electrónicas (anteriormente denominado Laboratorio de Electromedicina) incorporó recientemente un ecógrafo modo M y B. Los laboratorios que se prevén para la carrera son: 1) Física (compuesto por (i) Mecánica, Electricidad y Magnetismo, (ii) Óptica, (iii) Termodinámica y Moderna), 2) Tecnologías Básicas Electrónicas, 3) Informática, 4) Química, 5) Biología, 6) Análisis Ambiental, 7) Imágenes, 8) Laboratorio de Tecnologías Electrónicas, 9) Tecnología Biomédica (ubicado en el predio del INTI) y 10) Laboratorio de Rayos X.

Por otra parte, en el Informe de Autoevaluación la institución señala que la Biblioteca de Ciencia y Tecnología funciona desde 2005 en un espacio cedido por la Escuela de Humanidades en el Edificio Tornavías (Campus Miguelete) dependiendo de la Secretaría General Académica de la UNSAM. Su directora posee estudios de posgrado (Diplomatura virtual en bibliotecología, actualización y perfeccionamiento profesional, UCES) y es asistida por tres miembros del personal administrativo. La biblioteca ofrece los servicios de préstamo automatizado, catálogo de consulta automatizado, correo electrónico, internet, préstamos interbibliotecarios, búsqueda bibliográfica y cursos de entrenamiento a usuarios. Cuenta con una cantidad estimada de 2500 volúmenes y material bibliográfico correspondiente a la

biblioteca digital de acceso libre. Además, los alumnos tienen acceso a las publicaciones periódicas a través de la biblioteca virtual del MINCyT.

Además, a los efectos de incrementar el nivel de calidad alcanzado en cuanto a la infraestructura y el equipamiento, la institución manifiesta que prevé efectuar las siguientes acciones:

- se construirá un edificio para laboratorios de investigación y desarrollo asociados con las carreras de Ingeniería de la UNSAM con un crédito acordado para tal fin;
- se firmará de un convenio con el Ministerio de Planificación Federal para la construcción de un edificio y adquisición de un equipo de Resonancia Magnética Nuclear y de Medicina Nuclear para tareas de investigación, desarrollo y servicios a la comunidad;
- proseguirán las obras en el Edificio Tornavías, incluyendo la construcción en el Campus de la Mediateca de la UNSAM, y un nuevo edificio para aulas y laboratorios de investigación y enseñanza del Instituto de Biotecnología, en el cual se destinarán alrededor de 4000 m² para laboratorios de investigación.

2. Recomendación de la CONEAU

Por lo expuesto, de acuerdo con lo establecido en la Ordenanza N° 057, la CONEAU recomienda hacer lugar con la solicitud de reconocimiento oficial provisorio de su título al proyecto de carrera de Ingeniería Biomédica, Universidad Nacional de General San Martín, Escuela de Ciencia y Tecnología, a dictarse en la localidad de General San Martín, Provincia de Buenos Aires.