

Ministerio de Cultura y Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

APROBAR EN EL ÁMBITO DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

LA MAESTRÍA EN TECNOLOGÍA AEROSPACIAL

Buenos Aires, 25 de noviembre de 1999.

VISTO la decisión de jerarquizar la educación de posgrado en la Universidad Tecnológica Nacional, abarcando los diferentes niveles y aspirando al mayor reconocimiento nacional e internacional, y

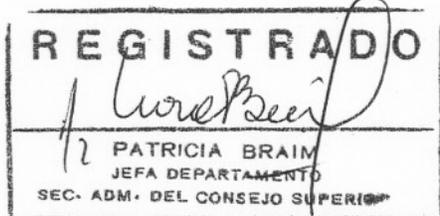
CONSIDERANDO:

Que en concordancia con tal decisión el Consejo Superior Universitario aprobó por Ordenanza N° 828 el Reglamento de la Educación de Posgrado en la Universidad Tecnológica Nacional.

Que es necesario contar con profesionales sólidamente formados en el campo de las tecnologías aerospaciales y sus aplicaciones, para actuar en las áreas de docencia e investigación y desarrollo, atendiendo a las particularidades regionales del país.

Que en tal sentido la Universidad Tecnológica Nacional, con la colaboración de profesionales de reconocida trayectoria y prestigio en la disciplina, elaboró el diseño de la Maestría en Tecnología Aeroespacial.

Que la Comisión de Posgrado de la Universidad avaló el mencionado



Ministerio de Cultura y Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

diseño curricular y la Comisión de Enseñanza recomienda su aprobación.

Que el dictado de la medida se efectúa en uso de las atribuciones otorgadas por el Estatuto Universitario.

Por ello,

EL CONSEJO SUPERIOR UNIVERSITARIO DE LA
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

ORDENA:

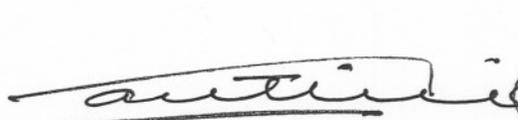
ARTICULO 1°.- Aprobar la Maestría en Tecnología Aeroespacial como carrera de posgrado en la Universidad Tecnológica Nacional.

ARTICULO 2°.- Aprobar el diseño curricular de la mencionada carrera, que se agrega como Anexo I y es parte de la presente ordenanza.

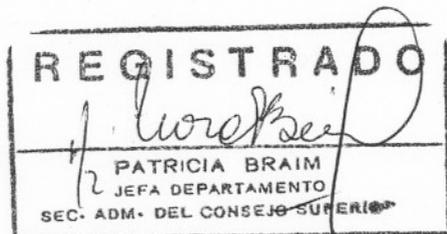
ARTICULO 3°.- Dejar establecido que su implementación en la Universidad, a través de sus Facultades Regionales, debe ser expresamente autorizada por el Consejo Superior Universitario cuando se cumplan las condiciones y los requisitos estipulados en las normativas que rigen la educación de posgrado de la Universidad Tecnológica Nacional.

ARTICULO 4°.- Regístrese, comuníquese y archívese.

ORDENANZA N° 906


 Ing. CARLOS E. FANTINI
 SECRETARIO GENERAL A/C


 Ing. HECTOR CARLOS BROTO
 RECTOR



*Ministerio de Cultura y Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado*

ORDENANZA N° 906

ANEXO I

MAESTRÍA EN TECNOLOGÍA AEROSPACIAL

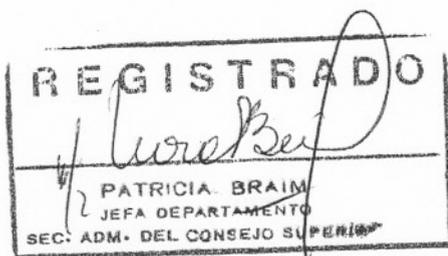
1. MARCO INSTITUCIONAL DE LA MAESTRÍA

1.1. FUNDAMENTACIÓN

Nuestro país posee características distintivas que implican un uso intensivo de los productos y servicios provenientes de la Tecnología Aeroespacial. Es posible mencionar, entre otras, la gran extensión geográfica que abarca la República Argentina, su distribución poblacional particular con requerimientos de telecomunicaciones y su actividad económica basada principalmente en explotaciones primarias extensivas (agropecuaria, pesquera, forestal y minera).

La constante preocupación por la preservación y el uso racional de los recursos naturales hacen que hoy no se pueda concebir una gestión eficaz de dichos recursos sin una información al día sobre las condiciones atmosféricas, geológicas, geográficas y ecológicas de nuestro planeta y su entorno. Los sistemas satelitales son el medio claro y seguro para adquirir la mencionada información en forma sistemática y eficiente.

De lo expuesto surge que Argentina hará uso creciente de los



Ministerio de Cultura y Educación

Universidad Tecnológica Nacional

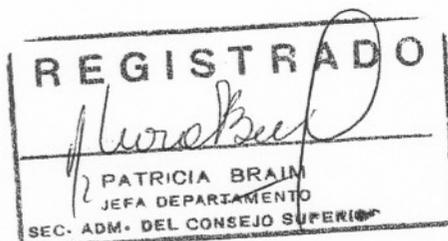
Rectorado

elementos derivados de la Tecnología y Ciencias Aeroespaciales, debiendo en consecuencia definirse un medio claro para acceder a ellos en el futuro.

Las actividades espaciales requieren una gran inversión intelectual. El aprovechamiento de la información recogida con recursos propios de la tecnología aeroespacial, el desarrollo de sistemas de comunicación espaciales y el uso pacífico del espacio extraterrestre requieren la formulación y desarrollo de procesos y manejo de datos elaborados por métodos científicos o en el marco de proyectos de investigación científica.

Los avances tecnológicos en el área aeroespacial son cotidianos y abren constantemente nuevas alternativas de uso y aprovechamiento del espacio extraterrestre. Estos desarrollos tecnológicos tienen una relación bidireccional con diversas áreas de la ciencia. Cabe mencionar, entonces, el alto grado de transferencia de tecnología desde el sector aeroespacial a las demás ramas de la industria/ciencia, para ser luego aplicadas en productos de uso cotidiano en beneficio de la sociedad en su conjunto.

En este contexto, las actividades aeroespaciales deben mantenerse estrechamente vinculadas con grupos de investigación y desarrollo contemplando la promoción de estas actividades como parte de su programación habitual y entendiendo que los recursos aplicados a impulsarlas son una inversión cuyo retorno es una parte del producido por las actividades aeroespaciales.



Ministerio de Cultura y Educación

Universidad Tecnológica Nacional

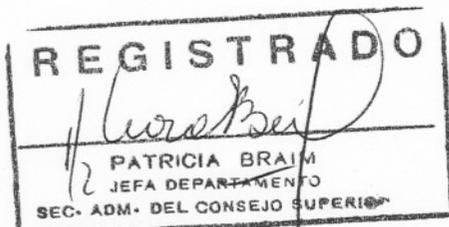
Rectorado

Dentro de la política de Ciencia y Tecnología encarada por la Universidad Tecnológica Nacional se ha incluido a las actividades aeroespaciales como prioritarias por ser esencialmente multidisciplinarias y estar asociadas a las habitualmente denominadas "tecnologías de punta". Por ello, resulta conveniente orientar actividades académicas hacia el ámbito aeroespacial aprovechándolas como medio para fomentar: investigación y desarrollo; extensión y servicios, efecto sinérgico y cooperación internacional.

La Universidad Tecnológica Nacional, a través de la Facultad Regional Haedo, forma parte de una red de universidades europeas y latinoamericanas (Red Órbita) para desarrollar actividades en el área aeroespacial. Esta Red fue presentada ante el Programa Alfa (América Latina Formación Académica) y, dentro de la Unión Europea, se ha aprobado la iniciación de actividades para la investigación y la formación de posgrado.

La cabecera de la Red es la Universidad Politécnica de Madrid, con la cual la Universidad Tecnológica Nacional tiene convenios para el dictado de cursos sobre Tecnología Aeroespacial y para el intercambio de estudiantes, docentes e investigadores. Este programa de intercambio de recursos humanos así como la ejecución de proyectos en conjunto sobre Tecnología Aeroespacial se encuentran en marcha.

Cabe mencionar como antecedente que la Universidad Tecnológica Nacional tuvo a su cargo el dictado del Curso de Posgrado en Tecnología



Ministerio de Cultura y Educación

Universidad Tecnológica Nacional

Rectorado

Aerospacial, el cual fue, durante DIEZ (10) años, el único medio académico de generación de recursos humanos en este campo de estudio con el que ha contado nuestro país.

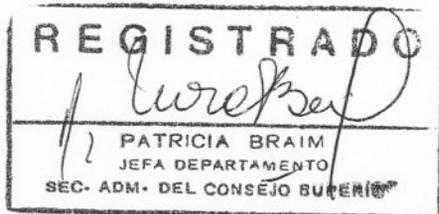
Como respuesta a la creciente demanda de profesionales que el país requiere para el emprendimiento de proyectos vinculados al área aerospacial, conjuntamente con la experiencia recogida en los últimos años por los proyectos desarrollados por el Grupo de Tecnología Aerospacial de la Universidad Tecnológica Nacional, se crea la "Maestría en Tecnología Aeroespacial", que considera los aspectos científicos y técnicos vinculados con las actividades previamente mencionadas.

La implementación de esta maestría se basa en la necesidad de contar con recursos humanos altamente especializados, en condiciones de incorporarse en proyectos de corto, mediano y largo plazo que son y serán desarrollados en el campo de las actividades aerospaciales, impulsados por la Universidad Tecnológica Nacional, por organismos oficiales nacionales e internacionales, así como por organizaciones privadas de tecnología de avanzada.

1.2. OBJETIVOS

Objetivos generales:

- Crear un medio que permita la formación continua de profesionales con capacidad científica y tecnológica.



Ministerio de Cultura y Educación

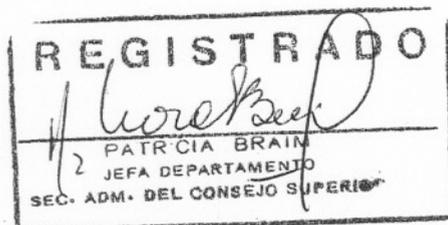
Universidad Tecnológica Nacional

Rectorado

- Formar recursos humanos que permitan crear, mantener y potenciar programas de investigación y desarrollo científico - tecnológico, propios o realizados en cooperación con diversas instituciones, y elevar el nivel tecnológico de la industria nacional, con énfasis en la pequeña y mediana empresa.
- Promover la investigación dentro del ámbito universitario.
- Prestar servicios de calidad basados en instalaciones singulares de experimentación y ensayo, fomentando la transferencia de tecnología.
- Fomentar el enfoque interdisciplinario y el trabajo grupal.

Objetivos específicos:

- Formar profesionales capaces de promover la innovación, la investigación y el desarrollo de sistemas aeroespaciales.
- Disponer de la capacidad necesaria para gestionar, evaluar y participar en el diagnóstico y el planeamiento estratégico de programas aeroespaciales de interés nacional.
- Capacitar en Tecnología Aeroespacial a profesionales universitarios de áreas afines, para la concepción, desarrollo, diseño, especificación, construcción, integración, ensayos, servicio y operación de sistemas espaciales.
- Desarrollar programas de construcción de satélites con la incorporación de cargas útiles provenientes de grupos de investigación universitarios y/o



Ministerio de Cultura y Educación

Universidad Tecnológica Nacional

Rectorado

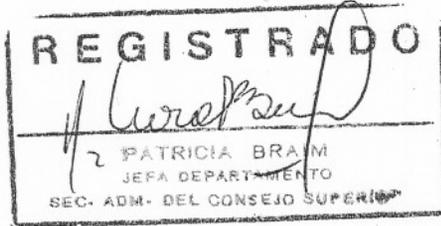
instituciones de investigación para fomentar la actividad conjunta en el marco universitario.

- Participar de los proyectos y actividades encaradas por la agencia espacial nacional en el área de sistemas mecánicos, térmicos, control y de comunicaciones satelitales.
- Participar a través de convenios con instituciones educativas extranjeras de proyectos de investigación en el área de construcción de subsistemas satelitales para lograr proyección internacional de las actividades de investigación y desarrollo de la maestría.

1.3. PERFIL DEL GRADUADO

El egresado de la carrera estará capacitado para:

- Conducir y/o participar en programas de investigación y desarrollo y/o de generación de servicios y productos cuyo origen sea la Tecnología Aeroespacial.
- Diseñar, evaluar y llevar adelante proyectos de sistemas espaciales y sus componentes estructurales, térmicos, de control, potencia, propulsión y comunicaciones.
- Participar en investigaciones científicas y tecnológicas relacionadas con la Tecnología Aeroespacial.



Ministerio de Cultura y Educación

Universidad Tecnológica Nacional

Rectorado

- Desarrollar procesos de transferencia de tecnologías aerospaciales hacia los campos de uso corriente.
- Realizar diagnósticos, auditorias, arbitrajes y pericias de sistemas aerospaciales.
- Participar en el planeamiento, gestión, implementación y evaluación de programas y proyectos orientados a la innovación en el área de la tecnología espacial.
- Integrar grupos de investigación en el campo espacial con participación multidisciplinaria.

1.4. TÍTULO

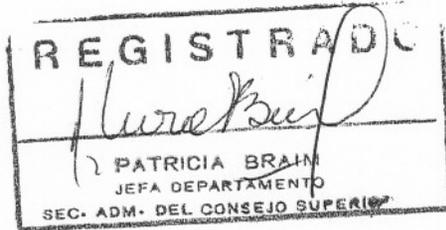
La carrera se denomina "Maestría en Tecnología Espacial" y el título académico que otorga es el de "Magister en Tecnología Espacial".

Aquel cursante que, habiendo aprobado todos los cursos correspondientes al ciclo de formación general y al ciclo de formación orientada, opte por no presentar su tesis en los plazos previstos podrá solicitar se le otorgue el título de "Especialista en Tecnología Espacial".

1.5. NORMAS DE FUNCIONAMIENTO

- Condiciones de Admisión.

Podrán ser admitidos en la Maestría en Tecnología Espacial aquellos profesionales que posean título superior de grado de ingeniero, otorgado por



Ministerio de Cultura y Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

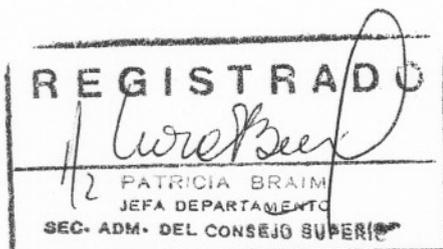
universidad reconocida.

Aquellos otros profesionales interesados, aún cuando no cumplan con el requisito antes mencionado, podrán postular su admisión; sus antecedentes serán analizados por un comité designado a tal efecto por la Facultad Regional, el cual considerará la compatibilidad de los antecedentes académicos y profesionales de los postulantes con las condiciones necesarias de formación previa requeridas para afrontar el cursado de la Maestría en Tecnología Aeroespacial.

Para su inscripción el aspirante deberá cumplir con los siguientes requerimientos:

- Nota de solicitud de inscripción.
 - Formulario de inscripción.
 - Curriculum vitae.
 - Fotocopia autenticada del título universitario.
 - Entrevista de admisión.
 - Aval de un docente investigador de categoría DOS (2) como mínimo.
 - Idioma elegido para la prueba de suficiencia de idioma.
- **Duración y plazos**

Los plazos estipulados para la realización de las actividades tendientes a otorgar el título de Magister en Tecnología Aeroespacial están comprendidos entre DOS (2) y CUATRO (4) años. En la eventualidad que estos períodos sean



Ministerio de Cultura y Educación

Universidad Tecnológica Nacional

Rectorado

vencidos, y ante solicitud fundamentada, el Consejo Superior Universitario podrá conceder una prórroga para la presentación y defensa del trabajo de tesis.

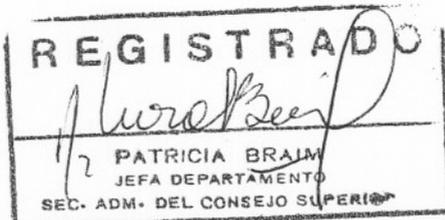
Los aspirantes deberán aprobar, dentro de los SEIS (6) meses a partir de aceptada la inscripción, una prueba de suficiencia del idioma extranjero elegido, el cual consistirá en lectura y traducción. En el caso que el idioma elegido no fuese el inglés, se requerirá además una traducción escrita que exprese claramente el concepto del original de un texto, de no menos de CUATROCIENTAS (400) palabras, en ese idioma.

Los aspirantes disponen de un plazo de DOCE (12) meses para elevar a la Comisión de Posgrado su plan de cursos y seminarios, el tema de su tesis y la propuesta de desarrollo de la misma, los que deberán contar con la aprobación del Director de Tesis.

- Condiciones de promoción

El desarrollo de los cursos comprende clases teóricas, prácticas, laboratorio, visita a centros de investigación y toda tarea académica que conduzca a una integración de conocimientos interrelacionados y de procedimientos con los cuales se construyen nuevos conocimientos.

La promoción supone asistencia regular a las clases -mínimo de OCHENTA POR CIENTO (80%) de asistencia-, presentación adecuada de trabajos y/o tareas solicitadas por los responsables académicos de los cursos y



Ministerio de Cultura y Educación

Universidad Tecnológica Nacional

Rectorado

aprobación de la evaluación prevista al término de cada una de las unidades de formación.

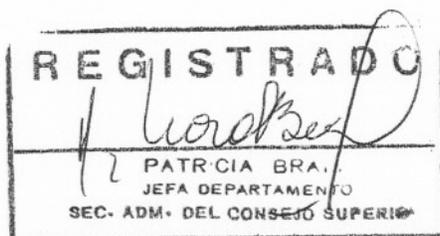
Todos los cursos, como parte del proceso de enseñanza y aprendizaje, incorporan instancias sistemáticas de evaluación continua y la calificación será numérica dentro de la escala del UNO (1) al DIEZ (10); la aprobación será con un mínimo de SIETE (7).

- Condiciones de graduación

Para obtener el título de Magister en Tecnología Aeroespacial el aspirante deberá:

- . Aprobar una prueba de suficiencia de idioma extranjero, dentro de los SEIS (6) meses a partir de aceptada su inscripción.
- . Acumular el mínimo de OCHENTA (80) créditos académicos establecidos en los cursos que integran los ciclos de formación general y orientada y en los seminarios de tesis.
- . Una vez alcanzados los créditos académicos exigidos, presentar y aprobar el trabajo de tesis, el cual consistirá en una investigación o un desarrollo original.
- . Culminar los estudios en el tiempo máximo fijado.

Tal como señala el Reglamento de la Educación de Posgrado, es posible solicitar reconocimiento de créditos académicos obtenidos a través de otros cursos, seminarios y/o carreras de posgrado afines o por actividad profesional de



Ministerio de Cultura y Educación

Universidad Tecnológica Nacional

Rectorado

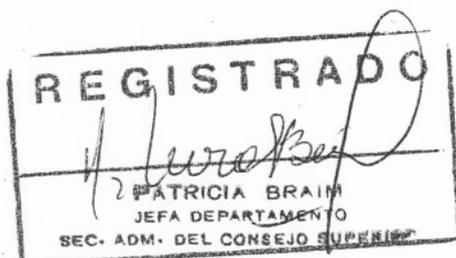
relevancia en la disciplina en cuestión. La Comisión de Posgrado de la Universidad analizará la pertinencia, la relevancia y la profundidad de los contenidos y las características de la entidad u organismo donde se desarrollaron los tópicos antes indicados, estableciendo la cantidad de créditos académicos a reconocer.

- Organización Académica

Las Facultades Regionales autorizadas por el Consejo Superior Universitario a implementar la Maestría en Tecnología Aeroespacial deberán establecer la/s figura/s institucionales - coordinación/dirección de la carrera, comité asesor/académico, unidad operativa de apoyo - responsable/s de:

- . Establecer los lineamientos y las orientaciones para el desarrollo curricular de la carrera.
- . Seleccionar y proponer los integrantes del Cuerpo Académico.
- . Evaluar los programas analíticos de los cursos, laboratorios y seminarios.
- . Evaluar el rendimiento de profesores y estudiantes.
- . Efectuar el seguimiento académico de la maestría.
- . Evaluar las condiciones de los aspirantes.
- . Orientar el desarrollo de los seminarios de tesis, la elección de los temas de tesis, la dinámica de trabajo de los tesisistas y sus directores de tesis

Los profesores responsables del dictado de los cursos y seminarios podrán solicitar la presencia de otros profesores con antecedentes académicos y



Ministerio de Cultura y Educación

Universidad Tecnológica Nacional

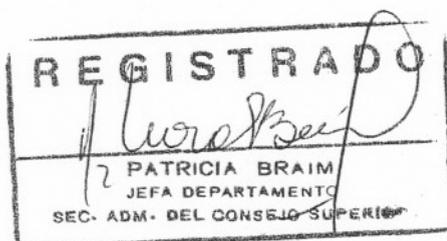
Rectorado

profesionales relevantes, en carácter de invitados, para el desarrollo de temáticas teóricas específicas, la comunicación de investigaciones y/o la presentación de planteos metodológicos y técnicos vinculados con los contenidos particulares a considerar.

El régimen de cursado previsto es presencial y se deben cumplimentar las cargas horarias mínimas establecidas para los cursos que integran los ciclos de formación general y orientada y los seminarios de tesis. Se podrán incorporar otras actividades tanto a través de modalidades presenciales como no presenciales.

Serán funciones de los Directores de Tesis:

- . Asesorar al aspirante en la propuesta de investigación y/o desarrollo del proyecto que concluirá en la Tesis de Maestría y en la propuesta de otras actividades alternativas que complementen la formación ofrecida a través de los seminarios de tesis.
- . Evaluar la marcha del trabajo de tesis.
- . Avalar las solicitudes de reconocimiento de créditos académicos presentadas por el aspirante.
- . Informar sistemáticamente a la Comisión de Posgrado sobre los resultados del seguimiento del aspirante y las tareas realizadas.
- . Elevar un informe a la Comisión de Posgrado, una vez concluido el trabajo del tesista, proponiendo la designación del Jurado de Tesis.



Ministerio de Cultura y Educación

Universidad Tecnológica Nacional

Rectorado

El jurado de tesis designado por el Consejo Superior Universitario, a propuesta de la Comisión de Posgrado analizará el trabajo del tesista y dispondrá de un plazo máximo de TREINTA (30) días para fijar el día y hora en que el mismo será defendido en forma oral y pública por el tesista determinando su aprobación, devolución o rechazo de acuerdo con lo estipulado por el Reglamento de Educación de Posgrado.

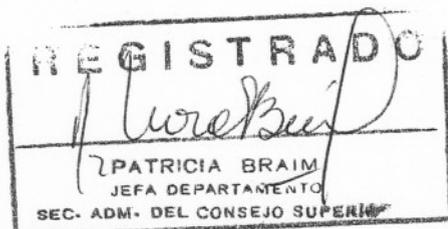
- Financiamiento

La maestría deberá autofinanciarse y se desarrollará en la Universidad Tecnológica Nacional a través de las Facultades Regionales, las que deberán asumir las responsabilidades relativas a: la recepción de solicitudes de inscripción, la admisión de los aspirantes, el establecimiento del monto y el cobro de aranceles y del apoyo técnico administrativo para su dictado.

2. ESTRUCTURA CURRICULAR

2.1. Organización Curricular

El currículo de la Maestría en Tecnología Aeroespacial está orientado a proporcionar una base sólida de formación de profesionales para la docencia y la investigación. Se contemplan dentro de la carrera dos ciclos de formación - general y orientada - y seminarios de tesis.



Ministerio de Cultura y Educación

Universidad Tecnológica Nacional

Rectorado

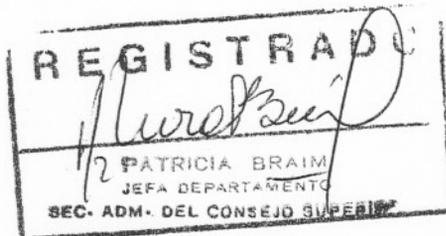
El Ciclo de Formación General está integrado por SIETE (7) cursos y trabajo de laboratorio y prevé una carga horaria presencial mínima de QUINIENTAS CINCUENTA Y CINCO (555) horas.

El Ciclo de Formación Orientada, contempla dos alternativas - Mecánica Espacial y Telecomunicaciones y Electrónica de Sistemas Espaciales -. Cada una de ellas está integrada por CUATRO (4) cursos y Trabajo de Laboratorio y prevé una carga horaria presencial mínima de TRESCIENTAS QUINCE (315) horas.

El Ciclo de Formación General y el Ciclo de Formación Orientada constituyen el tramo de Especialización en Tecnología Aeroespacial.

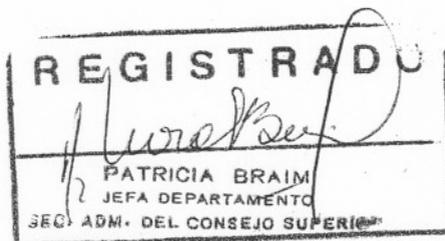
Los Seminarios de Tesis suponen para el aspirante un mínimo de CIENTO VEINTE (120) horas de formación. Se estima, además, que el tesista deberá dedicar no menos de CIENTO SESENTA (160) horas a las actividades de tutoría con su Director de Tesis para la elaboración de la tesis.

En el cuadro siguiente se presentan los cursos, actividades de laboratorio y seminarios que integran el currículo y la carga horaria presencial mínima indicada para cada uno de ellos.



Ministerio de Cultura y Educación
 Universidad Tecnológica Nacional
 Rectorado

Ciclos - Cursos	Carga horaria
Ciclo de Formación General	555
Ingeniería Espacial I	75
Mecánica Celeste y Análisis de Órbitas	75
Dinámica Avanzada	75
Métodos de la Investigación Científica	45
Ingeniería Espacial II	75
Instrumentación	45
Teorías de Control	75
Trabajo de Laboratorio I	90
Ciclo de Formación Orientada	315
Orientación Mecánica Espacial	
Análisis y Diseño de Estructuras Espaciales	90
Fabricación y Ensayo de Vehículos Espaciales	45
Control Término de Espacionaves	45
Control de Actitud de Espacionaves	45
Trabajo de Laboratorio II	90
Orientación Telecomunicaciones y Electrónica de Sistemas Espaciales	
Comunicaciones y Antenas	90
Generación de Potencia	45
Procesamiento de la Información	45
Segmento Terreno	45
Trabajo de Laboratorio II	90
Seminarios de Tesis	
Se organizarán seminarios que profundicen en temáticas relativas tanto al campo específico de estudio como a la formación en epistemología y metodología de la investigación. Los aspirantes a Magister, con la orientación de su Director de Tesis, optarán por profundizar en aquellas temáticas teóricas y metodológicas pertinentes con los objetivos formulados en su proyecto de Tesis. El mínimo de horas de formación a cumplimentar a través del cursado de Seminarios de Tesis es de 120.	120 (mínimo)
Total Especialización en Tecnología Aeroespacial	870
Total Maestría en Tecnología Aeroespacial	990



Ministerio de Cultura y Educación

Universidad Tecnológica Nacional

Rectorado

2.2. Plan de Estudios - Contenidos Mínimos

2.2.1. Ciclo de Formación General

En este ciclo se abordan diversos aspectos esenciales de la Tecnología Aeroespacial, tales como: arquitectura de sistemas espaciales, vehículos lanzadores, gestión y organización de proyectos espaciales, etc., incluyendo la metodología de la investigación científica.

▪ INGENIERÍA ESPACIAL I

- *Elementos de la Ingeniería Espacial:* Conceptos generales de las ciencias espaciales.
- *Proyectos Espaciales:* Definición, tipos y fases de misión. El ambiente espacial.
- *Análisis de Misiones:* Orbitas, ecuaciones fundamentales. Evaluación de restricciones. Evaluación económica.
- *Vehículos Lanzadores:* Selección. Características y actuaciones. Perfiles de vuelo. Tendencias actuales. Sistemas de propulsión.
- *Arquitectura de Sistemas Espaciales:* Segmento espacial y terreno. Subsistemas mecánicos, térmicos y control de actitud. Subsistemas eléctricos y electrónicos de generación de potencia, house keeping, comando y manejo de datos y comunicaciones.
- *Estaciones de Tierra:* Clasificación. Actuaciones. Selección de sistemas y localización en tierra. Enlaces. Normas internacionales



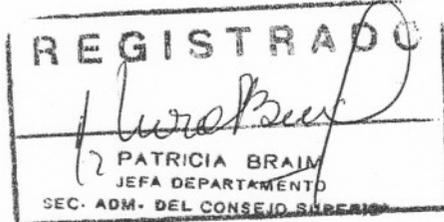
Ministerio de Cultura y Educación
 Universidad Tecnológica Nacional
 Rectorado

▪ **MECÁNICA CELESTE Y ANÁLISIS DE ÓRBITAS**

- *Introducción a la Astrometría:* Sistemas de coordenadas y efemérides. Astronomía esférica.
- *Movimientos planetarios:* Leyes de Kepler. Ley de gravitación universal. Fuerzas centrales. Elementos orbitales.
- *Problema General de los Cuerpos y sus Casos Particulares:* Ecuaciones diferenciales del movimiento e integrales primeras.
- *Problema de Dos Cuerpos:* Resolución analítica. Parámetros orbitales.
- *Análisis de Órbitas:* Método de Gauss. Tópicos de matemática numérica. Método de corrección diferencial.
- *Movimiento de Satélites Artificiales:* Perturbaciones. Método geométrico aproximado. Método de variación de los parámetros. Ecuaciones de Gauss y Lagrange. Efectos aerodinámicos, magnéticos, viento solar y no esfericidad del campo gravitacional terrestre.

▪ **DINÁMICA AVANZADA**

- *Sistemas Coordinados:* Ecuaciones de cambio de base, ternas inerciales, derivadas de vectores, Teorema de Coriolis.

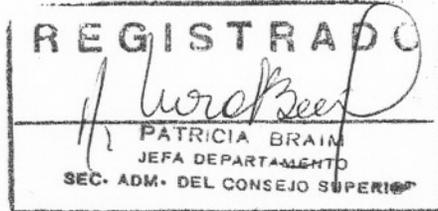


Ministerio de Cultura y Educación
 Universidad Tecnológica Nacional
 Rectorado

- *Parametrización de la Actitud de un Vehículo:* Movimientos relativos a la Tierra. Ecuaciones de la Mecánica para sistemas abiertos y cerrados. Ecuaciones de Euler.
- *Instrumentos Inerciales:* Principios de funcionamiento de giróscopos y acelerómetros. Tipos, características de diseño y actuaciones. Sistemas gimbal y strap down.
- *Guiado de Misiles:* Tipos de guiado. Ecuaciones. Cuaterniones. Navegación de misiles

▪ **MÉTODOS DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA**

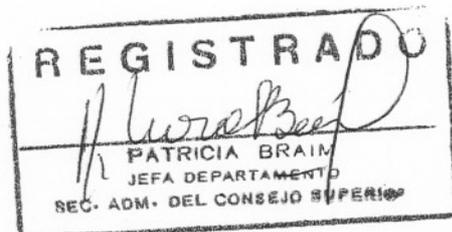
- *Epistemología.* Los paradigmas del conocimiento científico contemporáneo.
- *Conocimiento y Lenguaje.*
- *Ciencias Formales y Fáticas.*
- *El Progreso de la Ciencia.*
- *Metodología de la Ciencia.* Tipos de investigación científica. Características de los métodos y técnicas de la investigación
- *Diseños de Protocolos de Investigación.* Pautas específicas para la redacción de informes científicos. Estructura de planes de trabajo de tesis.



Ministerio de Cultura y Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado

▪ **INGENIERÍA ESPACIAL II**

- *Estructuras y Mecanismos*: Configuración estructural. Estructura primaria y secundaria. Materiales: selección y restricciones. Outgassing.
- *Control Térmico*: Teoría general de radiación térmica. Balance térmico. Control pasivo y activo. Materiales. Cálculo de radiadores.
- *Control de Actitud*: Sistemas de control de actitud. Sensores y actuadores. Lógica de control. Safe hold modes. Torques y fuerzas perturbadoras. Ecuaciones de Lagrange. Estabilización pasiva. Fases de funcionamiento.
- *Generación de Potencia*: Generación de energía. Exigencias. Celdas solares. Paneles solares. Tipos, diseño, montaje y ensayos. Baterías: tipos, características fundamentales. Carga de baterías. Acondicionamiento de señal.
- *Comando y Control*: Unidades de comando y control. Manejo de datos. Housekeeping.
- *Comunicaciones*: Enlaces. Antenas: tipos, características fundamentales. Lóbulos de radiación. Bandas de transmisión.



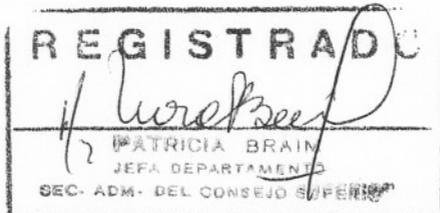
Ministerio de Cultura y Educación

Universidad Tecnológica Nacional

Rectorado

▪ **INSTRUMENTACIÓN**

- *Introducción:* Revisión de leyes de la mecánica. Dinámica del giróscopo. Giróscopo integrador. Giróscopo sincronizado. Ring Laser Gyro. Acelerómetro tipo Hinge y PIGA.
- *Sistemas de Navegación Inercial:* Integrador espacial. Dinámica de uno y tres ejes. Dinámica de marcos timbal lock. Plataformas y Strapdown.
- *Ecuaciones de Navegación:* Forma de la Tierra. Geoide y elipsoide de referencia. Vertical del lugar. Campo gravitatorio terrestre. Anomalías gravitatorias. Deflexión de la vertical. Análisis de errores. Ecuaciones de navegación. Planteo en distintas ternas, inercial, acimut libre y fija al vehículo.
- *Análisis de Errores:* Errores de navegación. Propagación de errores. Linearización. Teoría unificada de análisis. Propagación de distintas fuentes de error. Métodos determinísticos y estocásticos. Filtrado óptimo.
- *Sistema GPS:* Características generales del sistema de posicionamiento global. Sistema Glonass. Sistemas Integrados GPS-INS.



Ministerio de Cultura y Educación

Universidad Tecnológica Nacional

Rectorado

▪ **TEORÍAS DE CONTROL**

- *Estructuras de Control:* Modelo de sistemas. Estabilidad.
- *Variables de Estado:* Formulación de modelos dinámicos. Vector de estado.
- *Estructura Canónica Normal:* Análisis en el dominio en el tiempo. Matriz fundamental. Autovalores y autovectores. Test de Gilbert.
- *Controlabilidad y Observabilidad:* Filtro de Kalman y diseño de controladores. Realimentación del vector de estado. Test de Kalman. Observabilidad por test de Kalman. Observador de Lumberger. Implementación del controlador. Identificación paramétrica.

▪ **TRABAJO DE LABORATORIO I**

- Implementación de un sistema satelital con Análisis de la Misión.

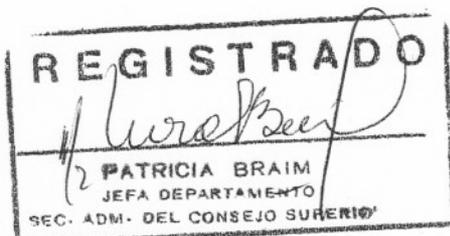
2.2.2. Ciclo de Formación Orientada

Este ciclo plantea dos orientaciones alternativas: Mecánica Espacial y Telecomunicaciones y Electrónica de Sistemas Espaciales.

□ **Orientación Mecánica Espacial**

▪ **ANÁLISIS Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS ESPACIALES**

- *Diseño Estructural:* Criterios de dimensionamiento. Cargas estructurales. Diseño preliminar e intermedio.
- *Análisis Estructural:* Diseño óptimo. Análisis por elementos finitos.

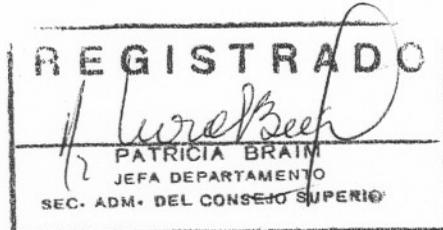


Ministerio de Cultura y Educación

Universidad Tecnológica Nacional

Rectorado

- *Materiales Aeroespaciales:* Materiales de uso espacial. Características y requerimientos. Normas y ensayos. Materiales compuestos. Técnicas de dimensionamiento. Normas ESA.
- *Mecanismos de Uso Espacial:* Características fundamentales. Lubricación. Sistemas de despliegue y suelta. Materiales y mecanismos inteligentes.
- *Análisis de Configuración:* Configuración de vehículos espaciales. Propiedades de masa. Ensayos. Requerimientos.
- *Casos de Estudio:* Diseño estructural de un satélite clásico.
- **FABRICACIÓN Y ENSAYO DE VEHÍCULOS ESPACIALES**
 - *Fabricación de satélites:* Técnicas de fabricación. Cámaras limpias. Montaje.
 - *Ensayos de Sistemas Espaciales:* Planificación. Matriz de verificación. Propiedades de masa. Ensayos estáticos. Ensayos dinámicos. Ensayos funcionales.
 - *Segmento de Soporte en Tierra:* Métodos de transporte. Contenedores. Diseño de GSE. Seguridad. Normas MIL y NASA.
- **CONTROL TÉRMICO DE ESPACIONAVES**
 - *Generalidades:* Conceptos físicos de control térmico. Ambiente espacial. Conceptos físicos. Leyes de Lambert, Kirchoff, Stefan



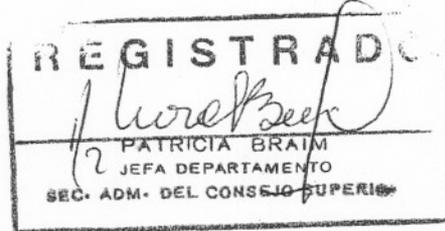
*Ministerio de Cultura y Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado*

Boltzmann, Plank y Wien. Radiación de cuerpos negros. Analogía térmica. Cálculo de conductancia.

- *Control Activo y Pasivo:* Tipos y características. Elementos constitutivos. Balance térmico en un satélite. Modelización térmica de un satélite.
- *Materiales para el Control Térmico:* Requerimientos generales. Revestimientos. Aislaciones multicapa, mantas y pinturas. Sistemas variables de α / ϵ .
- *Análisis:* Ecuación de balance térmico de un satélite. Hipótesis simplificativas. Nodos isotérmicos. Potencia interna disipada. Flujo solar absorbido. Intercambio de radiación por superficies. Capacidades caloríficas.
- *Sistemas de Transferencia de Calor:* Contaminación y Estabilidad. Lazos, heat pipe. Sistemas de almacenamiento de calor.
- *Modelos y Ensayos Térmicos:* Cámaras de vacío térmico. Ensayo de vacío. Ensayo de balance. Evaluación de resultados.

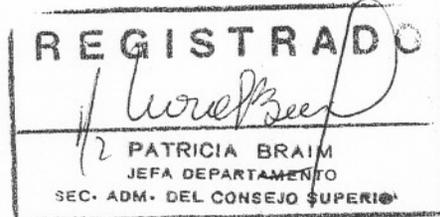
▪ **CONTROL DE ACTITUD DE ESPACIONAVES**

- *Generalidades:* Requerimientos. Imperativos técnicos procedentes de otros subsistemas. Formas matemáticas del problema. Modelización.



Ministerio de Cultura y Educación
 Universidad Tecnológica Nacional
 Rectorado

- *Sistemas de Referencia y Matemática Aplicada:* Puntos de referencia angular, orbital, local y vehículo. Rotaciones de Euler y Cardan. Cuaterniones y cosenos directores. Ecuación de movimiento alrededor del centro de masa. Mando de actitud por torque externos.
- *Perturbaciones:* Acciones de inercia. Ecuaciones de Euler y Lagrange. Modelización por masa efectiva. Acciones de gravitación. Corrientes de Foucault e histéresis magnética. Torques por efecto de partículas y radiación.
- *Sensores y Actuadores:* Medición de actitud. Sensores. Tratamientos asociados. Especificaciones funcionales. Referencias. Estrellas. Estadística de reparto de magnitudes. Caracterización de la Tierra. Albedo. El horizonte. Campo magnético terrestre. Sensores estelares y de horizonte. Magnetómetros. Ruedas de inercia. Amortiguadores de nutación. Sistemas de propulsión.
- *Sistemas de Estabilización:* Generalidades. Estabilización por spin y dual spin. Estabilización tres ejes. Ecuaciones de actitud. Operaciones ligadas al control de actitud. Fases y modos de funcionamiento de un satélite.



Ministerio de Cultura y Educación
 Universidad Tecnológica Nacional
 Rectorado

▪ **TRABAJO DE LABORATORIO II**

Implementación de un subsistema, o prototipo componente de un subsistema mecánico de un satélite.

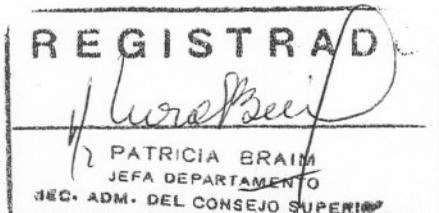
□ **Orientación Telecomunicaciones y Electrónica de Sistemas Espaciales**

▪ **COMUNICACIONES Y ANTENAS**

- *Comunicaciones Espaciales:* Desarrollo de satélite de comunicaciones. Rol de carga útil de comunicaciones. Restricciones del sistema.
- *Propagación y Antenas:* Técnicas de radiocomunicaciones. Propagación de RF. Modulación de Portadoras de RF. Acceso múltiple. Tipos de antena. Características salientes. Radiación.
- *Comunicaciones y Ruido:* Relación señal ruido. Elección de los sistemas de acceso y modulación. Rehusos de frecuencias.
- *Comunicaciones Digitales y Codificación:* Diseño de enlace de comunicaciones. Balance de enlace.

▪ **GENERACIÓN DE POTENCIA**

- *Consideraciones Generales:* El medio ambiente espacial. Energía solar. Suministro de energía a vehículos espaciales. Componentes de un sistema típico de generación de potencia en un satélite.



Ministerio de Cultura y Educación

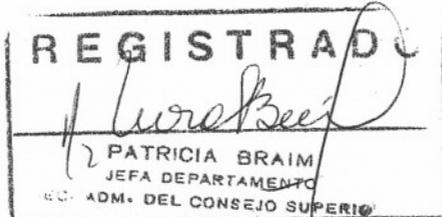
Universidad Tecnológica Nacional

Rectorado

- *Conversión Fotovoltaica:* Semiconductores. Fotoionización. Diodo PN. Fotodiodo. Celdas y generadores solares. Características eléctricas. Tecnología de celdas solares. Agrupamiento de celdas. Paneles fijos y móviles. Cableado de generadores. Ensayos.
- *Baterías de Uso Espacial:* Principios básicos. Métodos de carga. Baterías Ni Cd. Reacciones electroquímicas. Carga y descarga. Baterías Ni H, litio, Ag.- Cd. Comparación de performances.
- *Sistemas Electrónicos de Control y Distribución de Potencia Eléctrica:* Electrónica de acondicionamiento. Equipos de control y protección. Controladores de carga y descarga.
- *Diseño de Sistemas de Alimentación Eléctrica:* Principios generales. Eficiencia del sistema. Balance energético. Diseño para el peor caso. Factores asociados.

▪ **PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

- *Sistemas de Comando y Telemetría:* Formateo de datos de telemetría. Clasificación de datos. Influencia de las fases de la misión. Frecuencias. Modulación.
- *Arquitectura de un Sistema de Comando y Manejo de Datos (CDH):* Componentes del sistema. Recolección de datos. Manejo de datos. Retransmisión de datos. Interfaces con otros subsistemas.



*Ministerio de Cultura y Educación
Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado*

- *Consideraciones sobre el Diseño del Sistema de CDH: Bases de diseño. Restricciones. Especificaciones de diseño. Ensayos funcionales. Redundancia y confiabilidad.*

▪ **SEGMENTO TERRENO**

Operaciones de la Misión Espacial: Fases de misión. Funciones del segmento terreno. Configuraciones típicas de segmento terreno. Centro de control y centro de misión.

Componentes del Segmento Terreno: Hardware: Antenas, sistema de transmisión recepción. Equipamiento. Software. Determinación y predicción de la órbita, procesamiento de datos y control de satélite. Control de configuración.

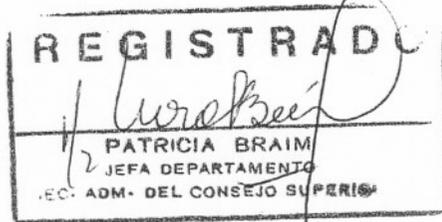
Diseño: Requerimientos de cobertura, cantidad, ubicación y variedad de usuarios de datos.

▪ **TRABAJO DE LABORATORIO II**

Implementación de un subsistema, o prototipo componente de un subsistema eléctrico/electrónico de un satélite

2.2.3. Seminarios de Tesis

Se organizarán seminarios que profundicen en temáticas relativas tanto al campo específico de estudio como a la formación en epistemología y metodología de la investigación.



Ministerio de Cultura y Educación

Universidad Tecnológica Nacional

Rectorado

Los aspirantes a Magister, con la orientación de su Director de Tesis, optarán por profundizar en aquellas temáticas teóricas y metodológicas pertinentes con los objetivos formulados en su proyecto de tesis. El mínimo de formación a cumplimentar a través del cursado de seminarios de tesis es de 120 horas.

Los seminarios serán desarrollados por investigadores especialistas destacados en la disciplina y tendrán una carga horaria entre TREINTA -CUARENTA (30-40) horas cada uno de ellos.

Cada Facultad Regional definirá su programa de seminarios. Para el diseño de dicho programa podrá adoptar cursos o seminarios de posgrado ya aprobados por el Consejo Superior Universitario o proponer, para su aprobación y autorización, aquellos que considere necesarios. A modo de orientación, se proponen las siguientes temáticas: Control Robusto y Técnicas Modernas de Identificación de Modelos, Ensayo de Antenas y Tecnología de Imágenes Satelitales.

Los temas de Tesis a definir por los aspirantes deberán estar acordes al perfil de formación de la Maestría y deberán versar sobre una investigación o un desarrollo tecnológico pertinente al área de la Tecnología Aeroespacial. Su presentación y su evaluación se realizarán en un todo de acuerdo con lo establecido en el Reglamento de la Educación de Posgrado de la Universidad Tecnológica Nacional.
